

# Thermische Verbesserung der Fenster durch Beschattung mit niedriger Emissivität

Jan Hollan, TU Brunn, Fakultät für Bauingenieurwesen, Inst. Techol. Baumat. & Komponenten; Yvonna Gailly, Ökologie Institut Veronica, Panská 9, 602 00 Brno, Tschechien, yvonna.gailly at ecn.cz

## 1 Abstrakt

Niedrigemissive (low-e) Blenden (Beschattungselemente) können alte Fenster zu zweifach oder auch vierfach besseren Standard bringen. Hochwertige low-e Blenden in die neuen Fenster integrieren bringt eine Komplikation, die aber der Anstrengung wert ist. Große Fenster können dann ohne jede Probleme mit Überhitzung oder kaltem Zug benutzt werden, als sie benötigend verbessert sind. Die IR-Thermographie wird als eine einfache Methode zum Messen der Dämmeigenschaft vor Ort demonstriert. Siehe <http://www.veronica.cz/passiv>.

## 2 Einführung

Das Dämmvermögen den Passivhausfenster kann während der Nacht mit den üblichen Blenden nicht sehr viel verbessert werden. Es ist aber möglich die low-e Blenden mit reinen Alu-Oberflächen zu verwenden. Dazu genügt es, die Beschichtung (heißt Verschlechterung) des Aluminiums mit dem Lack zu vermeiden. Jeder Anstrich hat die Emissivität um 0,9, reines Aluminium unter 0,10. Aluminium nur mit natürlicher Oxidschicht kann den Strahlungstransport zehnmals reduzieren.

## 3 Allgemeine Überlegungen

Eine dichte Schicht mit der Emissivität von 0,1 wird *zwischen zwei Gläser* installiert. Der Strahlungstransport wird von den  $4 \text{ W/m}^2\text{K}$  bis zu  $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$  reduziert und er ist niedriger als der Lufttransport ( $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Eine Luftspalte zwischen zwei unbeschichteten Gläser weist einen thermischen Widerstand von zirka  $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  auf. Die zwei neu entstandenen Spalten (nach Einbau der Zwischenblende) haben Wärmeleitfähigkeiten nur etwa  $2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Der resultierende Widerstand Glas-Glas wächst damit bis zu  $0,8 \text{ m}^2\text{K/W}$ . Durch Einbau einer Alu-Zwischenschicht ins Doppelfenster verbessert man also den U-wert von ca  $2,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  bis zu  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Aussenrolläden sind oft aus lackierten Aluminium gemacht. Falls dicht, können sie um  $0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$  zu dem Fensterwiderstand beitragen. Die Rolladeninnenseite mit reiner Alu-Oberfläche könnte aber bis zu  $0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$  beitragen.

## 4 Verifizierung

Diese Werte hängen von der Luftdichtheit ab. Es gibt Blenden die überhaupt nicht dicht sind. Die wahrhaften Beiträge zu schätzen ist nur durch Messungen ermöglicht. Dies kann mit der *IR-Thermographie* verwirklicht werden. (Sehen heißt glauben).

Der Wärmestrom ist ungefähr dem Temperaturunterschied der Fensterscheibe und eines ungeheizten/ungekühlten *Referenzstücks Glas* proportional. Das Referenzstück soll parallel zum Fenster sein und von Hinten gut gedämmt. Nebeneinander installierte Fenster wurden in dieser Weise verglichen. Abschätzungen der Stromdichte sind mit Hilfe eines *elektrisch geheizten Referenzglases* (gedämmt und auch thermisch kompensiert von Hinten) gemacht.

### 4.1 Rollo

Ein Folienrollo wurde in ein Kastenfenster installiert. 1,5 cm Holzlatten sind an die Kastenseiten montiert, nach innen von der Folie. Die Kaltluft in der Außenspalte drückt die Folie zu diesen Seitenlatten und die Blende ist so dicht entstanden. Das Resultat: ein *Alu-beschichtete Folienrollo verbessert das Fenster mehr als zweimal*, bis zu "U 1.0". Die restliche Durchlässigkeit für Licht (Transparenz) ist 3 %.

Eine zweite Folie kann zugefügt werden. Mit einem Nachteil, dass nur ca 0.1 % Licht durchgeht, können wir Fenster mit U bis 0.6 bei Nacht bekommen.

### 4.2 Jalousie

Wir haben eine Jalousie in ein Kastenfenster installiert. Die durch Lack zerstörte Eigenschaften den Alu-Streifen waren mit Aufkleben neuer Alu-Folie restauriert.

Erstaunlicherweise, der Einfluss der geschlossenen Jalousie war klein, das Dämmvermögen wird weniger als um ein Drittel angewachsen (U-Wert von etwa 2.3). Es scheint, daß die Wärmekonvektion im Fenster stark zugenommen ist. Weitere Messungen werden für Jalousien gemacht.

## 5 Neuer Standard

Unsere Empfehlung für alternative Passivhausfenster ist: *ein eisenarmes Glas, eine großzügige Luftspalte mit zwei Folienrollos, und innen das beste Doppelglas* (die beschichtete Seite an der Innenscheibe). Solargewinne (g-werte) können 0,7 erreichen, nächtliche U-werte 0,4. Um die optimale Funktion in allen Umständen zu erreichen, sollten die Rollos mit einen automatischen System bewegt werden.