

H. Sinnesbichler, M. Eberl

Temporärer Wärmeschutz durch Rollläden mit Infrarot reflektierender Oberflächenbeschichtung

Einleitung

Rollläden dienen als Einbruchs- und Wetterschutz sowie als Schutz vor sommerlicher Überhitzung. Darüber hinaus reduzieren geschlossene Rollläden die nächtlichen Wärmeverluste. Bei derzeit marktüblichen Systemen lassen sich so die nächtlichen Wärmeverluste über die Fenster um bis zu 25 Prozent verringern. Infrarot reflektierende (IR) Oberflächenbeschichtungen reduzieren den Wärmeaustausch über Strahlung. Inwieweit sich durch IR-reflektierend beschichtete Rollladenlamellen das wärmetechnische Verhalten eines geschlossenen Rollladens verbessern lässt, wird durch Untersuchungen an einem Versuchsgebäude am Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) Holzkirchen analysiert.

Versuchsaufbau und Durchführung der Untersuchungen

Die Messungen werden an der modularen Versuchseinrichtung für energetische und raumklimatische Untersuchungen (»VERU«) durchgeführt. Dieses Gebäude ist konzipiert, um Versuche an Fassadensystemen im Zusammenwirken mit den verwendeten Anlagensystemtechniken sowie deren Auswirkung auf die dahinterliegenden Räume durchführen zu können. Hierbei steht insbesondere die integrale Auswirkung von Energieaus- und -einträgen durch Fassaden, Energieverbrauch durch Heizung, Kühlung und Beleuchtung sowie die thermische und visuelle Behaglichkeit im Vordergrund der Untersuchungen.



Bild 1: Versuchsfassade an der Ostseite des VERU-Versuchsgebäudes

Im Bereich der Ostfassade dieses Gebäudes – siehe **Bild 1** – wird unter winterlichen Bedingungen die Auswirkung von geschlossenen Rollläden mit IR-reflektierenden Oberflächen auf den Wärmedurchgang messtechnisch ermittelt. Die Untersuchungen werden an einem Versuchsraum im Erdgeschoss durchgeführt. Der Raum besitzt zwei Fenster mit Wärmeschutzverglasung. Der vom Hersteller angegebene Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasungen (U_g) beträgt $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. An den Holzfenstern befinden sich außen liegende Rollladensysteme. Da diese außen auf die Fensterrahmen aufgesetzt sind, treten keine Wärmebrückeneffekte auf wie z.B. bei in den Fenstersturz integrierten Systemen. **Bild 2** zeigt die Außenansicht eines Fensters mit halb geöffnetem Rollladen.



Bild 2: Außenansicht eines halb geöffneten Rollladens

Zur Untersuchung des Einflusses von IR-reflektierenden Oberflächenbeschichtungen wird bei einem der beiden Rollläden innenseitig an den Lamellen eine Alufolie aufgeklebt, deren Reflexionsgrad im thermischen Bereich bei etwa 95 Prozent liegen. Der zweite Rollladen bleibt unverändert. Aus dem unmittelbaren Vergleich des wärmetechnischen Verhaltens der beiden Rollläden kann der Einfluss der IR-Beschichtung dargestellt werden. Zur Erfassung der Wärmeverluste über die Fenster werden an den Innenseiten der Verglasung Wärmeflussmessscheiben angebracht. Die Oberflächentemperaturen von Verglasung und Rahmen innen und außen sowie die Raumlufttemperatur und die Außenlufttemperatur vor der Fassade werden gemessen. Um den Einfluss der Solarstrahlung auszuschließen, werden die Messungen ausschließlich während der Nachtstunden ausgewertet.

Ergebnisse der Untersuchungen

Während eines ersten Nullversuchs werden zunächst die Temperatur- und Wärmestromverläufe an den beiden Fenstern bei offenen Rollläden miteinander verglichen. Hierbei zeigt sich, dass beide Fenster ein annähernd identisches wärmetechnisches Verhalten aufweisen. Dieser Versuch wird bei beidseitig geschlossenen Rollläden wiederholt. Auch hier verhalten sich beide Systeme identisch. Durch den geschlossenen Rollläden verringert sich der aus den Messdaten ermittelte U-Wert der Verglasung (U_g) von etwa $1,05 \text{ W/m}^2\text{K}$ (ohne Rollläden) auf $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Verglasung und Rollläden). Die Voruntersuchungen zeigen, dass die Fenster bzw. die Kombination von Rollläden und Fenster in beiden Fällen ein identisches energetisches Verhalten aufweisen.

Für die folgenden Untersuchungen wird an der Innenoberfläche an einem der beiden Rollläden eine Aluminiumfolie aufgebracht, die im langwelligen thermischen Bereich hoch reflektierend wirkt. Die folgenden **Bilder 3 und 4** zeigen die Temperatur- und Wärmestromverläufe an den beiden Verglasungen sowie an der Innenoberfläche der geschlossenen Rollläden während einer kalten Winter nacht. Die mittlere Außenlufttemperatur liegt in diesem Zeitraum bei $-2,9^\circ\text{C}$, die mittlere Lufttemperatur im beheizten Versuchsraum beträgt $20,9^\circ\text{C}$. Deutliche Unterschiede zeigen sich bei den gemessenen Wärmeverlusten über die Verglasungen. Beim Rollläden ohne IR-Beschichtung (**Bild 3**) beträgt die mittlere Wärmestromdichte $-20,3 \text{ W/m}^2$ (schwarze Kurve). Das negative Vorzeichen beschreibt hierbei die Richtung des Wärmestromes von innen nach außen. Bei der Variante mit IR-Beschichtung reduzieren sich die Verluste auf $-14,9 \text{ W/m}^2$. Unterschiede ergeben sich auch im Bereich der Oberflächentemperaturen an den Verglasungen. Beim Standardsystem mit konventionellem Rollläden liegt die mittlere Oberflächentemperatur an der Außenseite der Verglasung bei $3,2^\circ\text{C}$. Durch die IR-Beschichtung auf der Innenseite des thermisch verbesserten Rollladens erhöht sich die Oberflächentemperatur außen an der Verglasung auf $7,2^\circ\text{C}$. Die Innenoberflächen der Verglasungen unterscheiden sich ebenfalls hinsichtlich des Temperaturverhaltens. So liegt die innere Glasoberflächentemperatur beim Rollladensystem mit IR-Beschichtung um $0,8 \text{ K}$ über der des Standardsystems. Der aus den Messdaten errechnete U-Wert reduziert sich im Falle der IR-reflektierend beschichteten inneren Rollladenoberfläche von $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ (konventionelles System) auf $0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$ (**Tabelle 1**).

Dies entspricht einer Verringerung des U-Wertes um 26 Prozent. In Bezug auf ein Fenster ohne Rollläden lassen sich durch

Tabelle 1: Zusammenstellung der Messergebnisse

Untersuchungszeitraum 22./23.11.2008; 18 bis 6 Uhr		Rollläden ohne IR	Rollläden mit IR
Wärmeverluste	$[\text{W/m}^2]$	-20,3	-14,9
Außenoberfläche Verglasung	$[\text{C}^\circ]$	3,2	7,2
Innenoberfläche Verglasung	$[\text{C}^\circ]$	17,9	18,7
U-Wert Gesamtsystem	$[\text{W/m}^2\text{K}]$	0,85	0,63

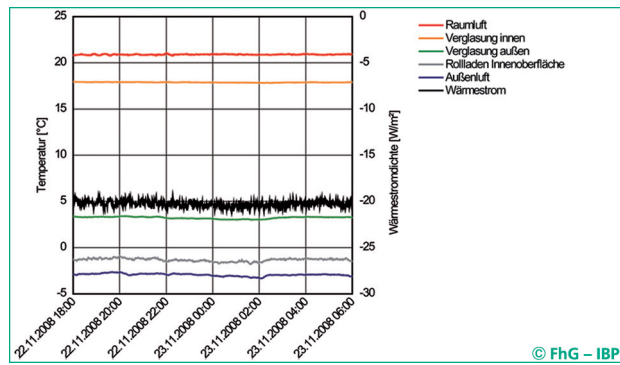


Bild 3: Temperatur- und Wärmestromverläufe bei geschlossenem Rollläden ohne IR-Beschichtung.

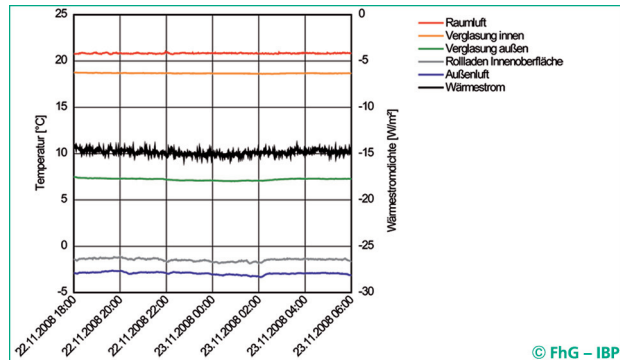


Bild 4: Temperatur- und Wärmestromverläufe bei geschlossenem Rollläden mit IR-Beschichtung.

das hier beschriebene System eines IR-reflektierend beschichteten Rollladens die Wärmeverluste während der Nacht sogar um ca. 40 Prozent und damit der Jahres-Heizwärmebedarf gemäß [1] um 16 % verringern.

Zusammenfassung

Die Untersuchungen an den beiden Rollladensystemen zeigen, in welchem Maße eine IR-reflektierende Beschichtung an der Innenseite von Rolllädenlamellen das wärmetechnische Verhalten verbessern kann. So lassen sich durch während der Nachtstunden geschlossene Rollläden mit IR-Beschichtung in Bezug auf ein geschlossenes konventionelles System die momentanen Wärmeverluste um etwa 26 Prozent reduzieren. Durch dicht schließende Rollläden können zusätzlich temporäre Lüftungswärmeverluste bei undichten Fenstern reduziert werden. Durch eine konsequente Nutzung von Rollläden während der Nacht kann der Wärmeverlust über die Fenster deutlich gemindert werden. Weiterführende Untersuchungen sollen zeigen, inwieweit sich durch eine zusätzliche, außen am Rollladen aufgebrachte IR-Beschichtung das wärmetechnische Verhalten weiter optimieren lässt. Darüber hinaus können Rolllädenlamellen mit einer geringen Wärmeleitfähigkeit das Gesamtsystem weiter verbessern.

Literatur

- [1] Hauser, G.: Passive Sonnenenergienutzung durch Fenster, Außenwände und temporäre Wärmeschutzmaßnahmen - Eine einfache Methode zur Quantifizierung durch k_{eq} -Werte. HLH 34 (1983), H. 3, S. 111-112, H. 4, S. 144-153, H. 5, S. 200-204, H. 6, S. 259-265.