

## **Der U-Wert bei Dachoberlichtern**

### **Begriffe, Normen, Prüfungen**

Merkblatt 06:                      Ausgabe Mai 2015

Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.

Technische Angaben und Empfehlungen dieses Merkblattes beruhen auf dem Kenntnisstand bei Drucklegung. Eine Rechtsverbindlichkeit oder eine irgendwie gear- tete Haftung können daraus nicht abgeleitet werden.

Herausgeber:  
Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.  
Ernst-Hilker-Straße 2  
32758 Detmold

© FVLR, Detmold 2015



Fachverband Tageslicht und Rauchschutz e.V.

Erarbeitet durch den  
Arbeitskreis Technik des FVLR

## Was ist der U-Wert?

Sucht man nach einer Definition für den „U-Wert“ findet man im Internet bei Wikipedia folgende Erklärung:

*Der Wärmedurchgangskoeffizient, auch U-Wert (in der Bauphysik früher k-Wert) genannt, ist ein Maß für den Wärmedurchgang von einem Fluid (ein Gas oder eine Flüssigkeit) durch einen festen Körper (etwa eine Wand) in ein zweites Fluid aufgrund eines Temperaturunterschiedes zwischen den Fluiden. Im Fall einer ebenen Wand gibt er den Wärmestrom (Wärmeenergie pro Zeit) je Fläche der Wand und je Kelvin Temperaturunterschied der beiden Fluide an. Seine SI-Einheit ist daher  $W/(m^2 \cdot K)$  (Watt pro Quadratmeter und Kelvin). Als Formelzeichen wird in der Regel  $k$  (vor allem in Maschinenbau und Verfahrenstechnik) oder  $U$  (vor allem im Bauwesen) verwendet. Der Wärmedurchgangskoeffizient ist abhängig von den Wärmeübergangskoeffizienten zwischen dem festen Körper und den Fluiden sowie der Wärmeleitfähigkeit und Geometrie des festen Körpers. ...*

*Der Wärmedurchgangskoeffizient ist ein spezifischer Kennwert eines Bauteils. Er wird im Wesentlichen durch die Wärmeleitfähigkeit und Dicke der verwendeten Materialien bestimmt, aber auch durch die Wärmestrahlung und Konvektion an den Oberflächen. ...*

*Besonders weit verbreitete Anwendung findet der Wärmedurchgangskoeffizient im Bauwesen, wo er zur Bestimmung der Transmissionswärmeverluste durch Bauteile hindurch dient.*

*Quelle:(<http://de.wikipedia.org/wiki/Wärmedurchgangskoeffizient>)*

Übersetzt man diese Definition in eine allgemein verständliche Sprache, heißt das:

Der U-Wert gibt die Energie an, die in Folge von Wärmeleitung pro  $m^2$  Oberfläche durch ein Bauteil strömt, wenn auf beiden Seiten des Bauteils unterschiedliche Temperaturen vorliegen. Der zugrunde liegende Wärmestrom gleicht dabei die Energieunterschiede vom warmen zum kühleren Bereich aus. Darüber hinausgehende Wärmeverluste durch Luftaustausch (Konvektion – Wärmeübergang an Grenzschichten) infolge Lüftung oder Undichtigkeiten wie auch solare Wärmegewinne (Wärmestrahlung) sind im U-Wert nicht enthalten.

### Oder kurz und knapp:

Der U-Wert beschreibt, wie viel Energie durch Wärmeleitung je Quadratmeter Fläche von der warmen zur kalten Seite durch ein dicht raumabschließendes Bauteil fließt, wenn eine Temperaturdifferenz von einem Grad zwischen kalter und warmer Seite vorliegt.

Für Gebäude bedeutet dies also, dass die Wärme aus dem beheizten Halleninnenraum durch die Bauteile ins kühlere Freie strömt. Bei Kühlhallen läuft dieser Vorgang dann natürlich anders herum ab. Bei beheizten Gebäuden muss dieser Wärmeverlust im Winter durch die Heizung ausgeglichen werden.

Der U-Wert wird grundsätzlich in  $W/(m^2 \cdot K)$  angegeben. Der Buchstabe „W“ steht hier für die notwendige Heizleistung in Watt, die notwendig ist, um die Energieverluste aus Wärmeleitung infolge des Temperaturunterschiedes von einem Grad Kelvin, also z. B. eine Temperatursenkung von  $21^\circ C$  auf  $20^\circ C$ , auszugleichen. Diese Angabe ist immer bezogen auf eine Fläche von  $1 m^2$ . Somit kann man verschiedene Konstruktionen und Produkte miteinander

vergleichen und diesen Wert zusammen mit weiteren z. B. auch für die Auslegung einer Heizungsanlage nutzen.

Der U-Wert ist somit eine wichtige Kenngröße u. a. im Rahmen der Energieeffizienz von Gebäuden als Maß für die Energieverluste durch eine Konstruktionen oder ein Bauteil, z. B. durch eine Lichtkuppel. Je kleiner der U-Wert ist, umso geringer ist bei gleicher Bauteiloberfläche die Wärmemenge, die nach außen abströmt, und sind damit die Energieverluste. Ein Bauteil mit einem U-Wert von  $2,0 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$  hat also einen geringeren Wärmeverlust als ein Bauteil mit einem U-Wert von  $3,7 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$ . Insofern ist die Größe des U-Wertes natürlich auch eine wesentliche Einflussgröße für die Auswahl von Produkten und die Konstruktion und Planung eines Gebäudes!

Da der Wärmestrom durch ein Bauteil von einer Vielzahl von Faktoren abhängt, wie z. B. dem Material, der Einbaulage, der thermischen Trennung der einzelnen Komponenten, der Anströmung usw. hat jedes Bauteil auch einen speziellen, spezifischen U-Wert.

### ***Wie wird der U-Wert bei zusammengesetzten Bauteilen ermittelt?***

Eine Ziegelwand hat zum Beispiel einen U-Wert von ca.  $0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  bei einer Dicke von 24 cm. Wenn in diese Wand ein Fenster eingebaut wird, sind zwei Bauteile mit unterschiedlichen U-Werten zu berücksichtigen, wenn ein Gesamt-U-Wert der gesamten Wandfläche bestimmt werden soll:

- ca.  $0,8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  U-Wert Ziegelwand,
- ca.  $1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  U-Wert Fenster.

Da der U-Wert jeweils auf eine Fläche bezogen wird, verändert sich jetzt der Gesamt-U-Wert der Wand in Abhängigkeit des Flächenanteils der beiden Produkte.

Bei der Wand und dem in der gleichen Ebene eingebauten Fenster ist dies relativ einfach zu bestimmen. Hier kann man jeweils die tatsächlichen ebenen Flächen für die Berechnung heranziehen.

Lichtkuppeln und Lichtbänder ragen dagegen weit aus der Dachoberfläche heraus. Die Oberfläche dieser Bauteile, über die der Wärmestrom fließt, ist deutlich größer als die Öffnungsfläche im Dach.

Da es in der Vergangenheit für Lichtkuppeln und Lichtbänder keine eigenständigen Vorgaben für die Ermittlung der U-Werte gab, wurden häufig die unten aufgeführten Begriffe aus dem Fensterbereich verwendet.

### **Fenster**

Der U-Wert eines Fensters als zusammengesetztes Bauteil aus Verglasung und Rahmen wird aus einer Kombination der Einzel-U-Werte des Rahmens, des U-Wertes der Verglasung sowie der Einflüsse der linienförmigen Verbindungen ( $\psi$ -Werte) an den Rändern berechnet.

Als Bezeichnungen sind in der Fensterbranche eingeführt:

$U_f$ -Wert ( $f$  für engl. *frame*): Kennwert für Fensterrahmen (typischer Wert:  $1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ )

$U_g$ -Wert ( $g$  für engl. *glazing*): Kennwert für Fensterglas (Berechnungsverfahren nach EN 673)

$U_w$ -Wert ( $w$  für engl. *window*): Kennwert des gesamten Fensters

$\psi_g$ -Wert: Wärmebrücke zwischen Glasscheiben

$\psi_e$ -Wert: Wärmebrücke zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk

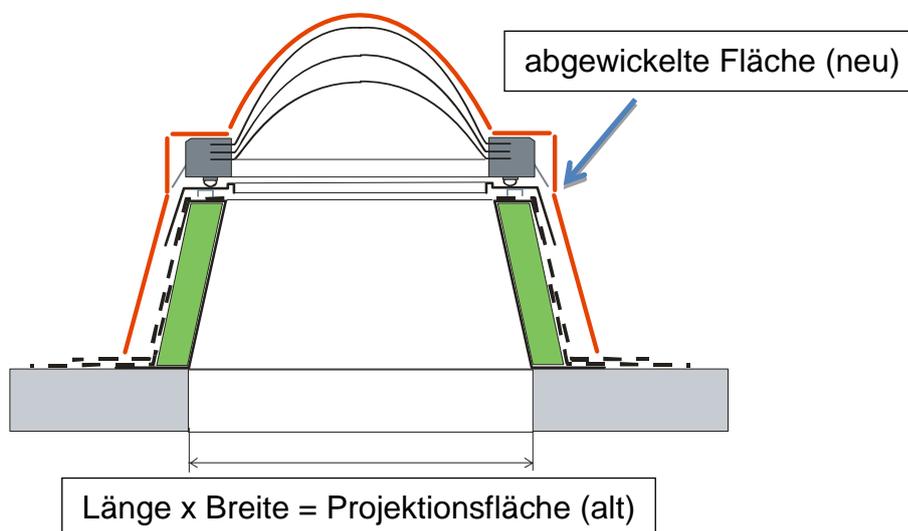
### Lichtkuppeln/Dachlichtbänder

Übertragen wir die Situation „Fenster in Ziegelwand“ nun auf Dachoberlichter im Flachdach.

Die wärmeabgebende Fläche ist bei Lichtkuppeln bzw. Lichtbändern tatsächlich viel größer als die ebene Projektionsfläche. Lichtkuppeln und Dachlichtbänder sind nun keine ebenen, sondern räumliche Bauteile, die

a) über einen Aufsetzkranz unterschiedlicher Höhe und Ausführung (mit/ohne Wärmedämmung) an die Dachkonstruktion angeschlossen sind und

b) in sich selbst gewölbt sind (meist einachsig bei Dachlichtbändern, oder zweiachsig bei Lichtkuppeln).



Da diese besondere Geometrie nach Auffassung der Experten im europäischen Normausschuss CEN/TC 128/SC 9/WG 2 nicht exakt genau mit den oben genannten Rechenmethoden für Fenster erfasst werden kann, wurde im Jahre 2014 in EN 1873 für Lichtkuppeln (deutsche Fassung DIN EN 1873:2014-08) im normativen Anhang D ein eigenständiger Rechengang für die Berechnung des U-Wertes für Lichtkuppeln festgelegt.

Dabei wurden - auch zur Abgrenzung gegenüber den Benennungen für Fenster – neue Indizes für die einzelnen Komponenten eingeführt:

- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(e für engl. edge profile)
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(j für engl. junction)
- $U_r$  Gesamtwärmedurchgangskoeffizient von Lichtkuppeln einschließlich des Einfassrahmens, sofern vorhanden, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(r für engl. rooflight)  
Kennwert der gesamten Lichtkuppel (ohne Aufsetzkranz)
- $U_{r,ref}$  Gesamtwärmedurchgangskoeffizient einer Lichtkuppel ohne Aufsetzkranz (Referenzmodell), in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(r,ref für engl. rooflight, reference size)
- $U_{rc}$  Gesamtwärmedurchgangskoeffizient von Lichtkuppeln einschließlich des Einfassrahmens, sofern vorhanden, sowie des Aufsetzkranzes, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(rc für engl. rooflight, curb)  
Kennwert der gesamten Lichtkuppel (mit Aufsetzkranz)
- $U_{rc,ref300}$   
Gesamtwärmedurchgangskoeffizient einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz (300 mm Höhe, Referenzmodell), in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(rc,ref300 für engl. rooflight, curb, reference size, 300 mm height)
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(t für engl. transparent part)
- $U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes, in  $W/(m^2 \cdot K)$ ;  
(up für engl. upstand)

Daher wird der U-Wert nicht mehr mit der horizontalen Projektionsfläche, sondern mit der abgewickelten Oberfläche der Lichtkuppeln bzw. Lichtbänder errechnet.

Zudem wurden im Anhang D erstmalig für Lichtkuppeln Referenzgrößen festgelegt. Dies geschah in Anlehnung an die Situation bei Fenstern, bei denen sich auch alle veröffentlichten Werte auf Referenzgrößen (1,23 m \* 1,48 m, bzw. wahlweise Referenzgröße von 1,48 m x 2,18 m bei Gesamtfläche > 2,3 m<sup>2</sup>) beziehen.

Da aber die Oberfläche bei den räumlichen Bauteilen eine entscheidende Rolle spielt, fordert DIN EN 1873 in Abschnitt D.6 im Anhang D zusätzlich, dass beide Größen (U-Wert und A-Wert für die Fläche) vom Hersteller genannt werden sollten.

Auszug aus DIN EN 1873:

## D.5.2 Referenzmodelle

### D.5.2.2 Lichtkuppel mit Aufsetzkranz

Höhe des Aufsetzkranzes: 300 mm

**Tabelle D.3 —Darstellung der Referenzmodelle von Lichtkuppeln mit Aufsetzkranzen**

Typ A	Typ B
<b>Lichtkuppel-Produktfamilie mit ausschließlich einem lichtdurchlässigen Teil</b>	<b>Lichtkuppel-Produktfamilie mit zwei oder mehr lichtdurchlässigen Teilen</b>
Nennweite der Dachöffnung 1,20 m × 1,20 m	Nennweite der Dachöffnung 1,50 m × 1,50 m
$U_{rc,ref300} A_{rc,ref300}$	$U_{rc,ref300} A_{rc,ref300}$

Zur Charakterisierung des einzelnen Referenzmodells der Lichtkuppel mit Aufsetzkranz, sind folgende Angaben bezüglich der Erklärung des  $U_{rc,ref300}$ -Werts zu machen:

Typ:	A oder B
lichtdurchlässiger Teil:	Verglasungsmaterial; Anzahl der Schalen; Lichttransmission; Maße der lichtdurchlässigen Teile
Einfassrahmen:	Ja oder Nein; bei Ja ist für das Material anzugeben, ob befestigt oder öffnenbar; bei Öffenbarkeit ist die Anzahl der Dichtungen anzugeben
Aufsetzkranz	Auflagermaterial, Dämmstoff, Dicke der Dämmung

## D.6 Kenngrößen für gelieferte Lichtkuppeln

Die Hersteller sollten angeben:

- den Wert  $U_{r,ref} - A_{r,ref}$  oder  $U_{rc,ref300} - A_{rc,ref300}$  des Referenzmodells;
- den Wert  $U_f - A_f$  oder  $U_{rc} - A_{rc}$ , Nennweite.

Ende des Zitats

*Hinweis:*

*DIN-Normen können beim Beuth-Verlag in Berlin käuflich erworben werden ([www.beuth.de](http://www.beuth.de)).*

Es ist nun wichtig, die entsprechenden U-Werte mit den jeweiligen Indizes bei Lichtkuppeln zu verwenden, da sich die U-Werte des transparenten Teil, des Einfassrahmens sowie eines wärme gedämmten Aufsetzkranzes größenordnungsmäßig unterscheiden. Hierbei kann es fast um eine 10er-Potenz gehen.

Damit zukünftig eine eindeutige Vergleichbarkeit der Produkte untereinander sichergestellt ist, gibt die neue Norm vor, dass in Prospekten und Werbeschriften sowie im Internetauftritt nur noch Werte für Referenzgrößen anzugeben sind. So soll sichergestellt werden, dass es z. B. bei unterschiedlichen Abmessungsangaben (Hersteller 1: Nenngröße 60/60, Hersteller 2: Nenngröße 150/250) keine Missverständnisse hinsichtlich des jeweiligen U-Wertes beim Kunden gibt. In der objektspezifischen Ausführung und für den Nachweis zum Bauvorhaben sind die tatsächlich zur Ausführung kommenden Nenngrößen mit ihren jeweiligen U-Werten zu berücksichtigen.

Die korrespondierende europäische Norm für Dachlichtbänder EN 14963 (deutsche Fassung DIN EN 14963) befindet sich gegenwärtig in der Überarbeitung. Auch hier wird, wie in EN 1873, ein normativer Anhang D eingefügt, der das besondere Berechnungsverfahren für diese räumlichen Bauteile enthalten wird.

**Anforderungsniveau für Dachoberlichter nach EnEV 2014**

Nachstehend geben wir einen Auszug aus der Anlage 2/Tabelle 2 der EnEV 2014 wieder. In der Tabelle 2 der Anlage 2 werden für Nichtwohngebäude die Mindestanforderungen definiert, denen ein Lichtband, Lichtkuppeln und Glasdächer mindestens genügen müssen. Die Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche eines zu errichtenden Nichtwohngebäudes dürfen die in Tabelle 2 angegebenen Werte nicht überschreiten.

**„Tabelle 2**

Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche von Nichtwohngebäuden

Zeile	Bauteile	Anforderungsniveau	Höchstwerte der nach Nummer 2.3 bestimmten Mittelwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten	
			Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall $\geq 19\text{ °C}$	Zonen mit Raum-Solltemperaturen im Heizfall von 12 bis $< 19\text{ °C}$
4a	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	nach EnEV 2009*	$\bar{U} = 3,1\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	$\bar{U} = 3,1\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
4b		für Neubauvorhaben bis zum 31. Dezember 2015**	$\bar{U} = 3,1\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	
4c		für Neubauvorhaben ab dem 1. Januar 2016**	$\bar{U} = 2,5\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$	

Die EnEV 2014 legt hinsichtlich „ $\bar{U}$ “ (U-Strich für Mittelwert) in Anlage 2 fest:

*„2.3 Berechnung des Mittelwerts des Wärmedurchgangskoeffizienten  $\bar{U}$*

*Bei der Berechnung des Mittelwerts des jeweiligen Bauteils sind die Bauteile nach Maßgabe ihres Flächenanteils zu berücksichtigen.“*

Der  $\bar{U}$ -Wert aus der EnEV 2014 entspricht damit dem  $U_{rc}$ -Wert der DIN EN 1873.

Bis Ende Dezember 2015 ist noch der  $\bar{U}$ -Wert von  $3,1\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  als Höchstwert maßgebend. Ab Januar 2016 muss dieser U-Wert für beheizte Gebäude mit einer Innentemperatur  $\geq 19\text{ °C}$  mindestens  $2,5\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  betragen.

Für Gebäude, deren Raumtemperatur bei Betrieb der Heizung unter  $19\text{ °C}$  bleiben, ist auch danach der  $\bar{U}$ -Wert von  $3,1\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  ausreichend.

Je nach Anwendung ergeben sich in der Regel aber bereits heute deutlich höhere Anforderungen an die U-Werte der Bauteile, da in der Regel eine Auslegung in Bezug auf das sogenannte Referenzgebäude erfolgt.