

## **GUIDELINE 01**

### **Determination of thermal transmittance of rooflights**

edition 09/2011



## **Ermittlung des U-Wertes von Dachoberlichtern aus Kunststoffen nach DIN EN 1873 und DIN EN 14963**

Richtlinie 01:

Ausgabe September 2011

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

Herausgeber:

EUROLUX  
Rue Washingtonstraat 40,  
B - 1050 Brüssel

Ansprechpartner für Deutschland:

FVLR e.V.  
Ernst-Hiker-Str. 2  
32758 Detmold  
Tel.: 05231/30959-0  
Email: [info@fvlr.de](mailto:info@fvlr.de)  
Internet: [www.fvlr.de](http://www.fvlr.de)



**EUROLUX-Richtlinie 01**  
**Ermittlung des U-Wertes von Dachoberlichtern**  
**nach DIN EN 1873 und DIN EN 14963**

**September 2011**

Erarbeitet von  
Experten von EUROLUX

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Vorwort .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Anwendungsbereich.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Dokumentenverweise .....</b>	<b>7</b>
<b>4 Bestandteile und Definitionen .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Dachoberlicht aus Kunststoff.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2 Lichtdurchlässiger Teil.....</b>	<b>8</b>
<b>4.3 Aufsetzkranz.....</b>	<b>8</b>
<b>4.4 Zubehör.....</b>	<b>8</b>
<b>4.5 Einfassrahmen .....</b>	<b>8</b>
<b>4.6 Verbindungselement .....</b>	<b>8</b>
<b>4.7 Paneel .....</b>	<b>8</b>
<b>4.8 Dachoberlicht aus Kunststoff mit Aufsetzkranz .....</b>	<b>9</b>
<b>4.9 Familie von Dachoberlichtern.....</b>	<b>9</b>
<b>4.10 Bezugspunkt für eine Berechnung .....</b>	<b>9</b>
<b>5 Symbole .....</b>	<b>9</b>
<b>6 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizient U einer Lichtkuppel nach DIN EN 1873.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Dachoberlichtbestandteile .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.1. Bestimmung durch Messung.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2 Bestimmung durch Berechnung .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2.1 Wärmedurchgangskoeffizienten des Aufsetzkranzes <math>U_{up}</math> und <math>U_{up,e}</math>.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens <math>U_e</math>.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils <math>U_j</math>.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2.4 Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils <math>U_t</math> .....</b>	<b>12</b>
<b>6.1.2.5 Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten <math>\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t</math>.....</b>	<b>13</b>
<b>6.2.1 Bestandteile.....</b>	<b>13</b>
<b>6.2.2 Fläche des Dachoberlicht-Aufsetzkranzes .....</b>	<b>14</b>
<b>6.2.3 Fläche des Einfassrahmens.....</b>	<b>15</b>
<b>6.2.4 Fläche eines Verbindungsteils .....</b>	<b>16</b>
<b>6.2.5 Fläche des lichtdurchlässigen Teils <math>A_t</math> .....</b>	<b>17</b>
<b>6.2.6 Oberfläche eines Dachoberlichtes .....</b>	<b>18</b>
<b>6.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient einer Lichtkuppel <math>U_r</math>.....</b>	<b>18</b>
<b>6.3.1 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_r</math> einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen.....</b>	<b>19</b>
<b>6.3.2 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz .....</b>	<b>20</b>
<b>6.3.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz (Alternative zu 6.3.2) .....</b>	<b>21</b>

<b>6.3.4 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz ohne Einfassrahmen .....</b>	<b>22</b>
<b>6.3.5 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz mit mehr als einem lichtdurchlässigen Teil.....</b>	<b>23</b>
<b>7 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U für Dachlichtbänder nach DIN EN 14963 ..</b>	<b>24</b>
<b>7.1 Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Dachlichtbandbestandteile.....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.1. Bestimmung durch Messung.....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.2 Bestimmung durch Berechnung .....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.2.1 Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes <math>U_{up}</math> und <math>U_{up,e}</math> .....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens <math>U_e</math>.....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils <math>U_j</math>.....</b>	<b>24</b>
<b>7.1.2.4 Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils <math>U_t</math>.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.2.5 Wärmedurchgangskoeffizient eines Paneels <math>U_p</math>.....</b>	<b>25</b>
<b>7.1.2.6 Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten <math>\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t</math>.....</b>	<b>25</b>
<b>7.2 Bestimmung der Flächen eines Dachlichtbandes .....</b>	<b>25</b>
<b>7.2.1 Bestandteile.....</b>	<b>25</b>
<b>7.2.2 Fläche eines Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz.....</b>	<b>26</b>
<b>7.2.3 Fläche des Einfassrahmens.....</b>	<b>26</b>
<b>7.2.4 Fläche eines Verbindungsteils .....</b>	<b>29</b>
<b>7.2.5 Fläche des lichtdurchlässigen Teils .....</b>	<b>30</b>
<b>7.2.6 Fläche von Paneelen .....</b>	<b>31</b>
<b>7.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient eines Dachlichtbandes .....</b>	<b>31</b>
<b>7.3.1 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_r</math> eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen und Tragprofilen.....</b>	<b>32</b>
<b>7.3.2 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_r</math> eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen, Tragprofilen und Paneelen.....</b>	<b>34</b>
<b>7.3.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen, Tragprofilen, Paneelen und Aufsetzkranz.....</b>	<b>35</b>
<b>7.3.4 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_r</math> eines selbsttragenden Dachlichtbandes ohne Aufsetzkranz .....</b>	<b>36</b>
<b>7.3.5 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient <math>U_{rc}</math> eines selbsttragenden Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz .....</b>	<b>38</b>
<b>7.3.6 Rundungsregel für den Wärmedurchgangskoeffizienten bei Berechnung und Klassifizierung .....</b>	<b>39</b>
<b>8 Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Dachoberlichtern, die von EUROLUX-Mitgliedern hergestellt wurden.....</b>	<b>40</b>
<b>8.1 Allgemeines.....</b>	<b>40</b>
<b>8.2 Referenzmodell .....</b>	<b>40</b>
<b>8.2.1 Lichtkuppel ohne Aufsetzkranz.....</b>	<b>40</b>

<b>8.2.2 Lichtkuppel mit Aufsetzkranz .....</b>	<b>40</b>
<b>8.2.3 Dachlichtband ohne Aufsetzkranz .....</b>	<b>41</b>
<b>8.2.4 Dachlichtband mit Aufsetzkranz .....</b>	<b>41</b>
<b>Anhang 1: Methode zur Berechnung des Wärmestromes durch ein in ein Gebäude eingebautes Dachoberlicht unter Berücksichtigung der Einbindung des Aufsetzkranzes in den Dachaufbau..</b>	<b>43</b>
<b>Anhang 2: Berechnung des U-Wertes des transparenten Teils von Dachlichtbändern .....</b>	<b>45</b>
<b>bestehend aus massiven Acryl- (PMMA-) oder Polycarbonat- (PC-) Platten .....</b>	<b>45</b>
<b>A2.1 Grundlagen .....</b>	<b>45</b>
<b>A2.1.1 Allgemeiner Ansatz .....</b>	<b>45</b>
<b>A2.1.2 Stehende Luftschicht .....</b>	<b>46</b>
<b>A2.2 Berechnung .....</b>	<b>46</b>
<b>A2.2.1 Einzelne Platte .....</b>	<b>46</b>
<b>A2.2.2 Zwei Platten mit stehender Luftschicht .....</b>	<b>47</b>
<b>A2.2.3 Drei Platten .....</b>	<b>47</b>
<b>A2.2.4 Berechnung von Plattenkombinationen unter Verwendung verfügbarer U-Werte .....</b>	<b>48</b>

## **1 Vorwort**

Der Energieverbrauch für Gebäude beträgt gegenwärtig mehr als 40 % des gesamten Energieverbrauchs in Europa. Das ist der größte Anteil am Gesamtenergieverbrauch, noch vor dem Energieverbrauch für Transport und industrielle Fertigung.

Nach den Vorstellungen der EU-Kommission soll die Energieeffizienz von Gebäuden um 50 % gesteigert werden.

Um die Effizienz der Gebäudehülle zu steigern (Grenze zwischen klimatisiertem und nicht klimatisiertem Raum), ist eine bessere Wärmedämmung für alle Teile in Wänden und Dächern herzustellen.

Das Kyoto-Protokoll und die Europäische Energieeffizienz-Richtlinie geben Hinweise, um die Energieeffizienz zu steigern.

Alle Länder in Europa haben nationale Bestimmungen über das Wärmedämmverhalten von Produkten und den Regeln zur Berechnung des Wärmeverlustes von Gebäuden veröffentlicht.

Für den Europäischen Markt müssen Hersteller die Europäischen Normen verwenden, um die Leistungen von Produkten zu bestimmen und anzugeben, wobei einheitliche Regeln und Vorgehensweisen verwendet werden, die sofort einen Vergleich von deklarierten Leistungen (Klassen oder Werte) erlauben.

Es ist zu vermeiden, dass eine fehlerhafte Anwendung oder Deutung der Normen zu unterschiedlichen Werten der deklarierten Leistung führen.

EUROLUX hat diese Richtlinie erarbeitet, um alle relevanten Punkte für die Bestimmung des U-Wertes von Dachoberlichtern umfassend und physikalisch abgesichert einzubringen.

Diese Richtlinie erläutert die Anwendung der gegenwärtigen Fassungen der DIN EN 1873 und der DIN EN 14963 und dient für die Überarbeitung dieser Normen.

Dieses Dokument wurde von den wesentlichen Europäischen Fachleuten erarbeitet, die seit mehr als 20 Jahren mit der Erarbeitung der oben genannten Normen betraut sind.

## **2 Anwendungsbereich**

Diese Richtlinie legt die Anforderungen und speziellen Regeln für die Bestimmung des U-Wertes von Dachoberlichtern nach DIN EN 1873 oder DIN EN 14963 fest.

## **3 Dokumentenverweise**

Normen:

DIN EN 673: 2011-04, Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Berechnungsverfahren; Deutsche Fassung EN 673:2011

DIN EN 674: 2011-09, Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) - Verfahren mit dem Plattengerät; Deutsche Fassung EN 674:2011

DIN EN 1873, Vorgefertigte Zubehörteile für Dacheindeckungen - Lichtkuppeln aus Kunststoff - Produktfestlegungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 1873:2005

DIN EN 12412-2:2003-11, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens - Teil 2: Rahmen; Deutsche Fassung EN 12412-2:2003

DIN EN 14963, Dachdeckungen - Dachlichtbänder aus Kunststoff mit oder ohne Aufsetzkränzen - Klassifizierung, Anforderungen und Prüfverfahren; Deutsche Fassung EN 14963:2006

DIN EN ISO 6946:2008-04, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007

DIN EN ISO 10077-2:2008-08, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen (ISO/DIS 10077-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 10077-2:2003

EN ISO 10211, Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Detaillierte Berechnungen (ISO 10211:2007); Deutsche Fassung EN ISO 10211:2007

DIN EN ISO 12567-2, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern und Türen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels Heizkastenverfahrens - Teil 2: Dachflächenfenster und andere auskragende Fenster (ISO 12567-2:2005); Deutsche Fassung EN ISO 12567-2:2005

Nationale Bestimmung für Deutschland:

Für die Bestimmung des U-Wertes von Dachoberlichtern ist in Deutschland zusätzlich DIN V 4108-4 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte“ zu beachten.

## **4 Bestandteile und Definitionen**

### **4.1 Dachoberlicht aus Kunststoff**

Bauteil, das für die Beleuchtung mit Tageslicht gebraucht wird, und welches einen lichtdurchlässigen Teil hat und eventuell zusätzlich einen Einfaßrahmen und Verbindungsteile hat.

### **4.2 Lichtdurchlässiger Teil**

besteht mindestens aus einer äußeren Kunststoffschale und optional mehreren zusätzlichen durchscheinenden oder durchsichtigen Schalen darunter. Die zusätzlichen Schalen können auf die äußere Schale folgen oder integriert sein oder können eine zusätzliche flache Schale sein.

ANMERKUNG: Zusätzliche flache Schalen müssen immer nicht aus Kunststoff bestehen.

### **4.3 Aufsetzkranz**

ein- oder mehrschaliges oder sandwichartig aufgebautes Bauteil, mit lotrechten und/oder geneigten Wandungen, mit einer Wärmedämmung, sowie einem Bereich zur Befestigung des Lichtelementes/Kuppelschale aus Kunststoff und/oder der Tragelemente sowie zur Verbindung mit der Unterkonstruktion, der Dacheindeckung oder der Dachabdichtung. Der Aufsetzkranz überträgt die auf das Dachoberlicht wirkenden Lasten in die Unterkonstruktion.

ANMERKUNG: In die Aufsetzkranze können optional Lüftungsgeräte eingebaut sein. Diese bleiben im Berechnungsverfahren zur Bestimmung des U-Wertes nach dieser Richtlinie unberücksichtigt.

### **4.4 Zubehör**

Verbindungselemente, Öffnungs- und Verriegelungsvorrichtungen und Dichtungen für die Montage der Bauteile gemäß 4.1, 4.2 und 4.3.

### **4.5 Einfassrahmen**

jeder zusätzlicher Rahmen oder jedes Profil, der oder das notwendig ist, um den lichtdurchlässigen Teil des Dachoberlichtes zu befestigen und/oder zu öffnen.

ANMERKUNG: Einfassrahmen können aus Kunststoff hergestellt sein. Einfassrahmen befinden sich üblicherweise am (äußeren) Umfang des Dachoberlichtes.

### **4.6 Verbindungselement**

jedes zusätzliche Bauteil (z. B. Rahmen und/oder Profil), das in Verbindung mit dem Einfassrahmen gebraucht wird, um die Einzelteile der Lichtkuppel oder des Dachlichtbandes bei mehr als einem lichtdurchlässigen Teil zusammenzusetzen

ANMERKUNG: Verbindungselemente können aus Kunststoff hergestellt sein.

### **4.7 Paneel**

lichtundurchlässiges Bauteil, das vorzugsweise aus zwei Metalldeckschichten und einem formstabilen Wärmedämmmaterial zwischen diesen Schichten besteht

ANMERKUNG: Paneele können durch lichtdurchlässige Teile oder Giebelelemente ersetzt werden.



#### **4.8 Dachoberlicht aus Kunststoff mit Aufsetzkranz**

Bauteil, das mindestens aus den einzelnen Elementen gemäß den Abschnitten 4.1, 4.2, 4.3 und 4.4 besteht.

#### **4.9 Familie von Dachoberlichtern**

(Gruppe von) Dachoberlichter(n), für die die Leistungen über die benannten Nenngößen aus einem Prüfbericht herangezogen werden können. Familien können für verschiedene Eigenschaften unterschiedlich zugeordnet sein.

Zum Zwecke der Bestimmung des U-Wertes ist eine Familie festgelegt durch das gleiche Gestaltungskonzept, durch gleiche Materialien und Konstruktionseinzelheiten z. B. der Art des Einfassrahmens und der Verbindungsprofile (falls vorhanden), sowie dem gleichen lichtdurchlässigen Teil.

#### **4.10 Bezugspunkt für eine Berechnung**

Punkt oder horizontale Oberfläche, für den/die die adiabatischen Bedingungen bei der Berechnung zu berücksichtigen sind

### **5 Symbole**

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$
- $A_{ge}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Giebelelementes, in  $m^2$
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile, in  $m^2$
- $A_{j,b}$  Gesamtfläche der Tragprofile (Verbindungsprofile), in  $m^2$
- $A_{j,r}$  Fläche der Verbindungsprofile an den Giebelelementen, in  $m^2$
- $a_p$  Abstand gemessen zwischen den Tragprofilen (Regelabschnitt), in m  
(Breite des lichtdurchlässigen Teils)
- $A_P$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Paneele, in  $m^2$
- $A_{p,b}$  Fläche der Paneele gemessen zwischen den Tragprofilen, in  $m^2$
- $A_{p,ge}$  Fläche der Paneele an den Giebelelementen, in  $m^2$
- $A_{p,r}$  Fläche der Paneele gemessen zwischen dem Giebelelement und dem nächsten Tragprofil, in  $m^2$
- $a_r$  Abstand zwischen dem Giebelelement (Verbindungsteil) und dem nächsten Tragprofil, in m  
(Breite des lichtdurchlässigen Teils (Endabschnitt))
- $A_r$  Oberfläche des Dachoberlichtes ohne Aufsetzkranz, in  $m^2$
- $A_{rc}$  Oberfläche des Dachoberlichtes mit Aufsetzkranz, in  $m^2$
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, der vom Umfang des lichtdurchlässigen Teils begrenzt wird, in  $m^2$
- $A_{t,b}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen, in  $m^2$
- $A_{t,flat}$  Fläche der horizontalen Projektion der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils einer Lichtkuppel, in  $m^2$
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes, in  $m^2$

$A_{t,r}$	Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen Giebelelement und nächstem Tragprofil, in $m^2$
$A_{up}$	Fläche der außenseitigen Oberfläche des Dachoberlichtaufsetzkranzes, in $m^2$
$b_a$	Breite der Tragprofile, in m
$b_{r,h}$	horizontale Breite des Verbindungsteils am Giebelelement, in m
$b_{r,v}$	vertikale Höhe des Verbindungsteils am Giebelelement, in m
$e_e$	Breite des Einfassrahmens, in m
$e_{e,c}$	virtuelle Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m
$e_{e,g}$	virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m
$e_{e,h}$	horizontaler Abstand zwischen der oberen äußeren Ende der Wärmedämmung und der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils, in m
$e_{e,v}$	vertikaler Abstand zwischen dem oberen Niveau des lichtdurchlässigen Teils und dem oberen Niveau des Aufsetzkranzes, in m
$e_{es}$	Breite des Einfassrahmens in Querrichtung, in m
$e_{es,h}$	virtuelle Breite des Einfassrahmens in Querrichtung, in m
$e_{es,v}$	virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Querrichtung, in m
$e_{j,h}$	Breite des Verbindungsteils, in m
$e_l$	Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m
$e_{up}$	Höhe des Aufsetzkranzes, in m
$h$	horizontale Systemgrenze
$k$	Faktor zur Berücksichtigung der Wölbung des lichtdurchlässigen Teils
$k_t$	Koeffizient zur Berücksichtigung des Teils des Aufsetzkranzes, der durch die Wärmedämmung des Daches gebildet wird, in $W/(m \cdot K)$
$l_c$	Bogenlänge des Tragprofils, in m
$L_c$	Bogenlänge des lichtdurchlässigen Teils, in m
$l_e$	Länge der Dichtung des Einfassrahmens, in m
$L_e$	obere äußere Länge des Einfassrahmens, in m
$l_{es}$	obere äußere Breite des Einfassrahmens, in m
$l_j$	Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m
$l_o$	Länge der lichten Öffnung des Dachoberlichtes, in m
$l_t$	Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in m
$n_{b,p}$	Anzahl der Tragprofile
$P_e$	Umfang des Einfassrahmens, in m
$P_t$	Umfang des lichtdurchlässigen Teils, entspricht dem Umfang der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils, in m
$P_{up}$	Bezugsumfang des Aufsetzkranzes, in m
$P_{up,u}$	oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes, in m

$P_{up,l}$	unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes, in m
$r$	Ausrundungsradius des Systems, in m
$t_c$	Wanddicke des Aufsetzkranzes, in m
$t_i$	Dicke der Wärmedämmung des Aufsetzkranzes, in m
$t_{i,ge}$	Dicke der Wärmedämmung des Aufsetzkranzes im Bereich des Giebelelementes, in m
$U_e$	Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{ge}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Giebelelementes, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_j$	Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_p$	Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_r$	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient eines Dachoberlichtes einschließlich Einfassrahmen, falls vorhanden, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{r,ref}$	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient eines Dachoberlichtes ohne Aufsetzkranz (Referenzmodell), in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{rc}$	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient eines Dachoberlichtes einschließlich Einfassrahmen, falls vorhanden, und Aufsetzkranz, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{rc,inst}$	Wärmedurchgangskoeffizient eines in die Dachfläche eingebauten Dachoberlichtes, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{rc,ref300}$	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient eines Dachoberlichtes mit Aufsetzkranz (Höhe 300 mm, Referenzmodell), in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_t$	Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{up}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes, in $W/(m^2 \cdot K)$
$U_{up,e}$	Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschließlich des Einfassrahmens, falls vorhanden, in $W/(m^2 \cdot K)$
$v$	vertikale Systemgrenze
$w_o$	Breite der lichten Öffnung des Dachoberlichtes, in m
$\alpha$	Neigungswinkel am Aufsetzkranz, in Grad
$\beta$	Mittelwinkel ( $= 2\alpha$ ), in Grad
$\Psi_e$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von Einfassrahmen und Aufsetzkranz, in $W/(m \cdot K)$
$\Psi_j$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil, in $W/(m \cdot K)$
$\Psi_t$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen, in $W/(m \cdot K)$

## **6 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizient U einer Lichtkuppel nach DIN EN 1873**

Der Wärmedurchgangskoeffizient als U-Wert, in  $W/(m^2 \cdot K)$ , gibt den Wärmefluss durch Austausch-Oberflächen, in  $m^2$ , zwischen innen und außen aller Bestandteile einer Lichtkuppel, wie sie im Abschnitt 4 festgelegt sind (lichtdurchlässiger Teil, Aufsetzkranz usw.), an.

Der Wärmedurchgangskoeffizient als U-Wert wird bestimmt unter Bezugnahme auf die äußeren Oberflächen.

### **6.1 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Dachoberlichtbestandteile**

#### **6.1.1. Bestimmung durch Messung**

Der U-Wert kann nach der Prüfmethode aus DIN EN ISO 12567-2 gemessen werden, wobei hier der Prüfkörper in waagerechter Lage auf dem Testaufbau befestigt wird.

#### **6.1.2 Bestimmung durch Berechnung**

##### **6.1.2.1 Wärmedurchgangskoeffizienten des Aufsetzkranzes $U_{up}$ und $U_{up,e}$**

Der  $U_{up}$ -Wert als Bemessungswert eines Aufsetzkranzes wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach EN ISO 6946 für wärmetechnisch homogene Aufbauten oder in allen anderen Fällen nach DIN EN ISO 10077-2 und EN ISO 10211 berechnet.

Der  $U_{up,e}$ -Wert als Bemessungswert einer Kombination aus Aufsetzkranz und Einfassrahmen wird nach DIN EN ISO 10077-2 und DIN EN ISO 10211 berechnet.

##### **6.1.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens $U_e$**

Der  $U_e$ -Wert als Bemessungswert eines Einfassrahmens wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach DIN EN 10077-2 berechnet.

##### **6.1.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils $U_j$**

Der  $U_j$ -Wert als Bemessungswert eines Einfassrahmens wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach DIN EN 10077-2 berechnet.

##### **6.1.2.4 Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils $U_t$**

Im Allgemeinen kann der  $U_t$ -Wert als Bemessungswert des lichtdurchlässigen Teils nach Tabelle 1 entweder berechnet oder gemessen werden. In der Vorgehensweise ist zu berücksichtigen, ob die Platten horizontal oder nahezu horizontal eingebaut sind. Insoweit muss die Orientierung insbesondere von Stegplatten (vertikal oder horizontal) während einer Messung vermerkt werden.

Tabelle 1: Normative Bezüge für die Berechnung und die Messung des lichtdurchlässigen Teils

Bauteil	Berechnung	Messung
Einschaliger, doppelschaliger, dreischaliger usw. Aufbau aus Massivplatten	DIN EN 673	DIN EN 674
Stegplatten	Methoden beschrieben in DIN EN 10077-2 und DIN EN ISO 10211	DIN EN 674
Nicht parallel angeordnete lichtdurchlässige Bauteile	DIN EN 673 Methoden beschrieben in DIN EN 10077-2 und DIN EN ISO 10211	DIN EN 674

Zusätzliche Schichten - Mineralglas	DIN EN 673	DIN EN 674
-------------------------------------	------------	------------

**ANMERKUNG:**

Der  $U_t$ -Wert eines lichtdurchlässigen Teils hergestellt aus warmverformten Stegplatten ist vom Hersteller anzugeben und weicht vom  $U_t$ -Wert, der am Rohmaterial (ebener Platte) ermittelt wurde, ab. Falls keine geprüften Werte verfügbar sind, sind konservativ beurteilte Werte zu verwenden.

**6.1.2.5 Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten  $\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t$**

$\Psi_e$  ist nach DIN EN 10211 zu berechnen.

$\Psi_j$  und  $\Psi_t$  sind nach DIN EN 10077-2 zu berechnen.

$\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t$ -Werte sind mit zwei Werte anzeigenden Stellen anzugeben.

0,35 W/(m·K) ist ein vorsichtiger Wert für  $\Psi_e, \Psi_j$  and  $\Psi_t$ .

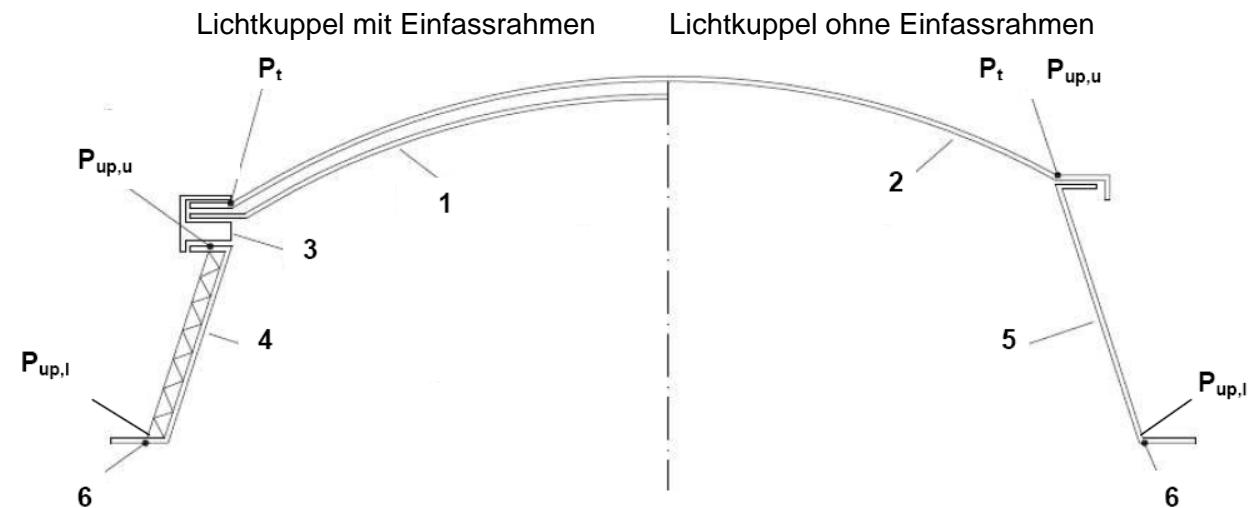
**ANMERKUNG:**

Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient  $\Psi_i$  berücksichtigt den erhöhten Wärmedurchgang im Randbereich z. B. bei Lichtkuppeln durch den Plattenabstandshalter und den Einstandsbereich des Lüfterrahmens.

Er hängt von der Randkonstruktion sowie dem Dämmniveau des verwendeten Rahmens oder der Sprosse ab.

**6.2 Bestimmung der Flächen eines Dachoberlichtes**

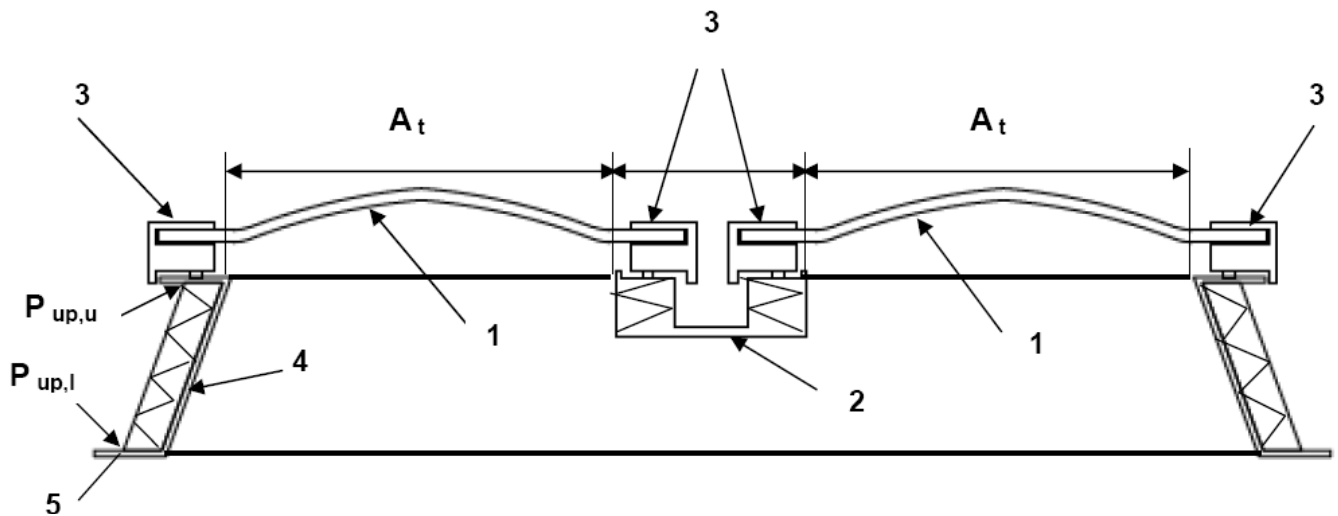
**6.2.1 Bestandteile**



**Legende:**

- 1 lichtdurchlässiger Teil
- 2 lichtdurchlässiger Teil, einschalig
- 3 Einfassrahmen
- 4 wärmegeprägter Aufsetzkranz
- 5 nicht wärmegeprägter Aufsetzkranz
- 6 Bezugspunkt für die Berechnung
- $P_t$  Umfang des lichtdurchlässigen Teils
- $P_{up,u}$  oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes
- $P_{up,l}$  unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes

Abbildung 1: Beispielhafte Übersicht der Bestandteile einer Lichtkuppel



Legende:

- 1 lichtdurchlässiger Teil
- 2 Verbindungsteil
- 3 Einfassrahmen
- 4 wärmeisoliertes Aufsetzkranz
- 5 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_t$  äußere Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, die vom Umfang des lichtdurchlässigen Teils begrenzt wird
- $P_{up,u}$  oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes
- $P_{up,l}$  unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes

Abbildung 2: Beispielhafte Übersicht der Bestandteile eines Dachoberlichtes mit einer Verbindung

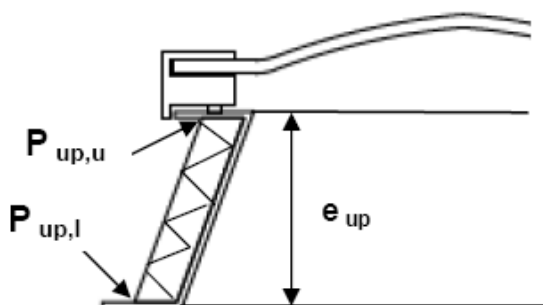
### 6.2.2 Fläche des Dachoberlicht-Aufsetzkranzes

Die Fläche eines Dachoberlicht-Aufsetzkranzes  $A_{up}$  ist die außenseitige Oberfläche. Nach dieser Richtlinie wird die äußere Oberfläche eines Dachoberlicht-Aufsetzkranzes festgelegt zu:

$$A_{up} = P_{up} \cdot e_{up} \quad [m^2] \quad (1)$$

Dabei ist

- $P_{up}$  Bezugsumfang des Aufsetzkranzes (berechnet als Mittelwert aus dem oberen äußeren Umfang  $P_{up,u}$  und dem unteren äußeren Umfang  $P_{up,l}$ )
- $e_{up}$  Höhe des Aufsetzkranzes, entspricht dem Abstand von  $P_{up,u}$  und  $P_{up,l}$



Legende:

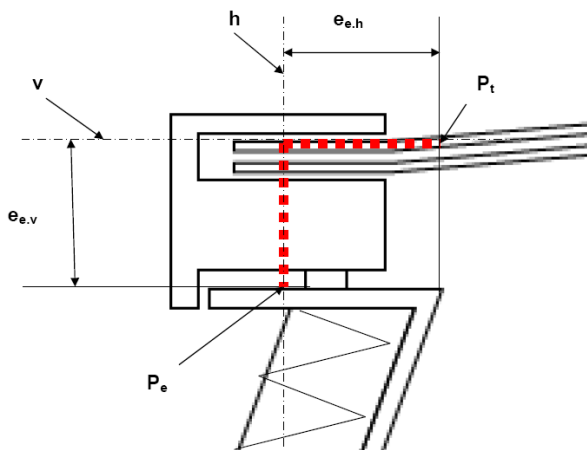
- $e_{up}$  Höhe des Aufsetzkranzes
- $P_{up,u}$  oberer äußerer Umfang des Aufsetzkranzes
- $P_{up,l}$  unterer äußerer Umfang des Aufsetzkranzes

Abbildung 3: Beispielhafte Übersicht zum Umfang und der Höhe des Aufsetzkranzes

### 6.2.3 Fläche des Einfassrahmens

Statt der tatsächlichen Geometrie des Einfassrahmens wird eine virtuell vereinfachte Geometrie, wie sie in den Abbildungen 4 und 5 dargestellt wird, für die Berechnung verwendet. Die Abmessungen  $e_{e,h}$  und  $e_{e,v}$  hängen von dem speziellen Entwurf der Konstruktion des Herstellers ab und sind im Einzelfall zu bestimmen. Entscheidend für die Lage der virtuellen Linien ist die Lage der Systemgrenze (----).

Lichtkuppel mit Einfassrahmen und Aufsetzkranz:

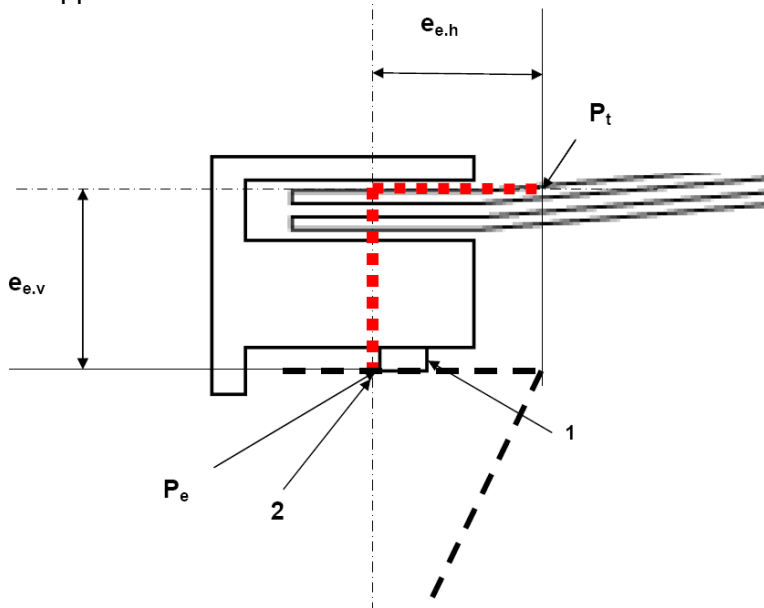


Legende:

- $e_{e,h}$  horizontaler Abstand zwischen der oberen außenseitigen Grenze der Wärmedämmung und der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils
- $e_{e,v}$  vertikaler Abstand zwischen der oberen Ebene des lichtdurchlässigen Teils und der oberen Ebene des Aufsetzkranzes
- $P_e$  Umfang des Einfassrahmens (=  $P_{up,u}$ )
- $P_t$  Umfang des lichtdurchlässigen Teils
- $h$  horizontale Systemgrenze (----)
- $v$  vertikale Systemgrenze (----)

Abbildung 4: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche mit Einfassrahmen und Aufsetzkranz

Lichtkuppel mit Einfassrahmen ohne Aufsetzkranz:



Legende:

- 1 Dichtung
- 2 Bezugspunkt für die Berechnung
- $e_{e,h}$  horizontaler Abstand zwischen der oberen außenseitigen Grenze der Dichtung und der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils
- $e_{e,v}$  vertikaler Abstand zwischen der oberen Ebene des lichtdurchlässigen Teils und der oberen Befestigungsebene
- $P_e$  Umfang des Einfassrahmens (=  $P_{up,u}$ )
- $P_t$  Umfang des lichtdurchlässigen Teils
- Systemgrenze

Abbildung 5: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche mit Einfassrahmen und ohne Aufsetzkranz

Die Fläche des Einfassrahmens ist definiert als:

$$A_e = P_e \cdot e_e \quad [m^2] \quad (2)$$

Dabei ist

- $P_e$  virtueller äußerer Umfang des Einfassrahmens
- $e_e$  Breite des Einfassrahmens

Die Breite des Einfassrahmens ist definiert als:

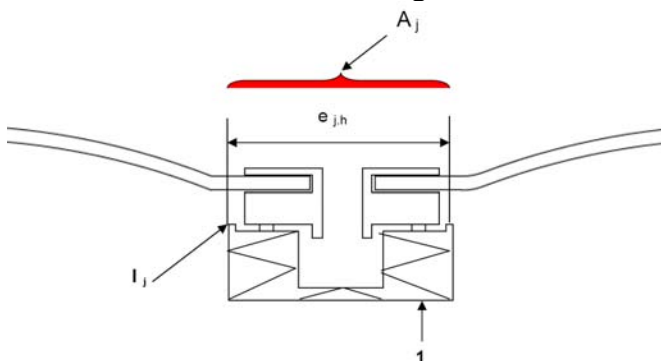
$$e_e = e_{e,h} + e_{e,v} \quad (3)$$

Dabei ist

- $e_{e,h}$  horizontaler Abstand zwischen der oberen äußeren Grenze der Wärmedämmung im Falle eines Aufsetzkranzes oder die obere äußere Grenze einer Dichtung, falls es keinen Aufsetzkranz gibt, und der lichten Öffnung des lichtdurchlässigen Teils
- $e_{e,v}$  vertikaler Abstand zwischen der oberen Ebene des lichtdurchlässigen Teils und der oberen Befestigungsebene

Bei Lichtkuppeln mit Aufsetzkranz ist der Umfang des Einfassrahmens gleichzusetzen mit dem oberen äußeren Umfang des Aufsetzkranzes  $P_{up,u}$ . Bei Lichtkuppeln ohne Aufsetzkranz ist er definiert als äußerer Umfang der Dichtung gemäß Abbildung 5.

### 6.2.4 Fläche eines Verbindungsteils



Legende:

- 1 Verbindungsteil
- $A_j$  Fläche des Verbindungsteils
- $e_{j,h}$  Breite des Verbindungsteils
- $l_j$  Länge des Verbindungsteils

Abbildung 6: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche eines Verbindungsteils



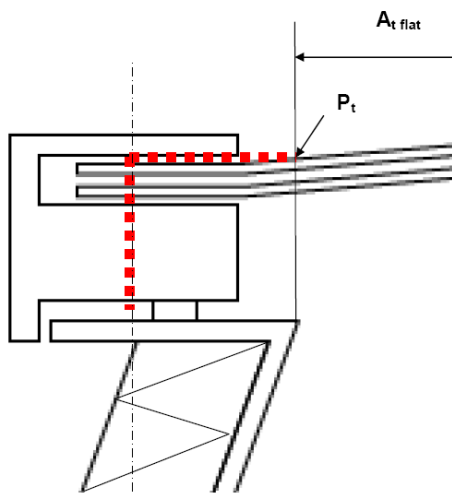
Die Fläche eines Verbindungsteils ist definiert als:

$$A_j = l_j \cdot e_{j,h} \quad [\text{m}^2] \quad (4)$$

Dabei ist

$l_j$       Länge des Verbindungsteils, in m  
 $e_{j,h}$     Breite des Verbindungsteils (siehe Abbildung 6), in m

### 6.2.5 Fläche des lichtdurchlässigen Teils $A_t$



Legende:

$P_t$       Umfang des lichtdurchlässigen Teils  
 $A_{t,flat}$    Fläche der horizontalen Projektion der äußeren freien Oberfläche, die vom Umfang des lichtdurchlässigen Teils  $P_t$  begrenzt wird  
 ----      Systemgrenze

Abbildung 7: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche des lichtdurchlässigen Teils

Die Fläche des lichtdurchlässigen Teils  $A_t$  ist die äußere freie Oberfläche, die vom Umfang des lichtdurchlässigen Teils  $P_t$  begrenzt wird. Im Rahmen dieser Richtlinie kann die Fläche des lichtdurchlässigen Teils vereinfacht wie folgt berechnet werden:

$$A_t = A_{t,flat} \cdot k \quad [\text{m}^2] \quad (5)$$

Dabei ist

$A_{t,flat}$     lichte Öffnung des lichtdurchlässigen Teils  
 $k$         Faktor zur Berücksichtigung der Form des lichtdurchlässigen Teils

$k = 1,12$       für normal gewölbte Kuppeln – für ein Höhen-/Längen-Verhältnis zwischen 1/6 und 1/4  
 $k = 1,0$         für leicht gewölbte Lichtkuppeln - für ein Höhen-/Längen-Verhältnis zwischen 1/40 und 1/6

Ohne Berechnung der äußeren Oberfläche ist es zulässig, den Faktor  $k$  zu verwenden.

Alternativ können auch die genau ermittelten äußeren Flächen des lichtdurchlässigen Teils verwendet werden.

### 6.2.6 Oberfläche eines Dachoberlichtes

Die Oberfläche einer Lichtkuppel ohne Aufsetzkranz  $A_r$  mit einem lichtdurchlässigen Teil ist definiert als:

$$A_r = A_e + A_t \quad [\text{m}^2] \quad (6)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$
- $A_t$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{m}^2$

Die Oberfläche einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz  $A_{rc}$  mit einem lichtdurchlässigen Teil ist definiert als:

$$A_{rc} = A_{up} + A_e + A_t \quad [\text{m}^2] \quad (7)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$
- $A_t$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{m}^2$
- $A_{up}$  Fläche des Aufsetzkranzes, in  $\text{m}^2$

Die Oberfläche einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz  $A_{rc}$  mit mehr als einem lichtdurchlässigen Teil ist definiert als:

$$A_{rc} = A_{up} + A_e + \sum A_j + \sum A_t \quad [\text{m}^2] \quad (8)$$

Dabei ist

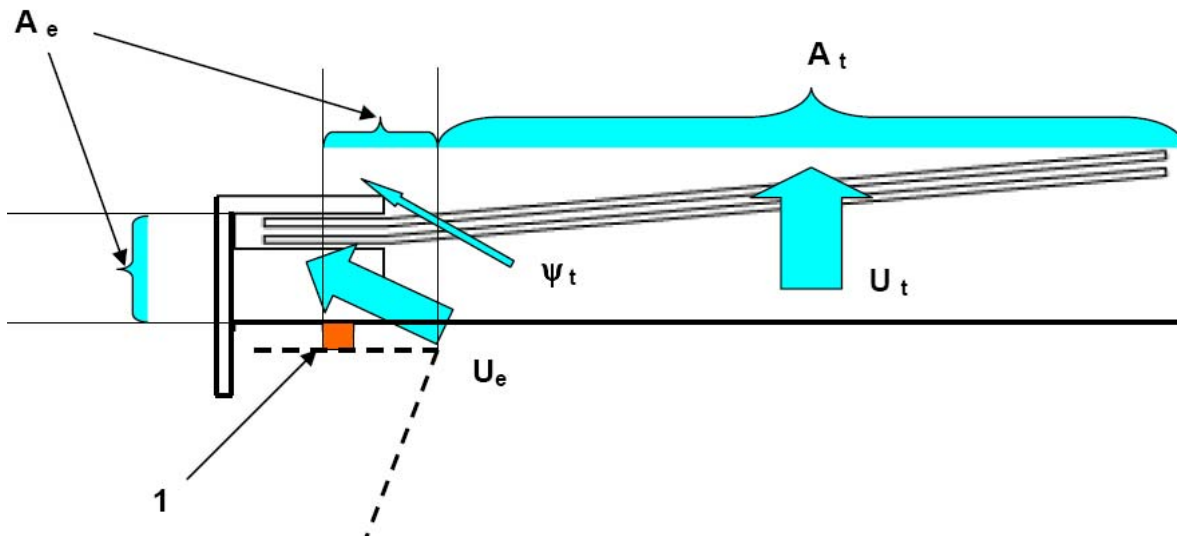
- $A_e$  Fläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$
- $\sum A_j$  Summe der Flächen der Verbindungsteile, in  $\text{m}^2$
- $\sum A_t$  Summe der Flächen der lichtdurchlässigen Teile, in  $\text{m}^2$
- $A_{up}$  Fläche des Aufsetzkranzes, in  $\text{m}^2$

### 6.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient einer Lichtkuppel $U_r$

Der Gesamt-U-Wert einer Lichtkuppel soll unter Berücksichtigung der Eigenschaften des lichtdurchlässigen Teils, des Einfassrahmens und des Aufsetzkranzes bewertet werden:

- Oberfläche der Lichtkuppel ohne Aufsetzkranz  $A_r$  wie in 6.2.6 festgelegt
- Oberfläche der Lichtkuppel mit Aufsetzkranz  $A_{rc}$  wie in 6.2.6 festgelegt
- Oberfläche des Aufsetzkranzes  $A_{up}$  wie in 6.2.2 festgelegt
- Oberfläche des Einfassrahmens  $A_e$  wie in 6.2.3 festgelegt
- Oberfläche des Verbindungsteils  $A_j$  wie in 6.2.4 festgelegt
- Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils  $A_t$  wie in 6.2.5 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes  $U_{up}$  wie in 6.1.2.1 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens  $U_e$  wie in 6.1.2.2 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils  $U_j$  wie in 6.1.2.3 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils  $U_t$  wie in 6.1.2.4 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen Einfassrahmen und Aufsetzkranz  $\Psi_e$  wie in 6.1.2.5 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil  $\Psi_j$  wie in 6.1.2.5 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen  $\Psi_t$  wie in 6.1.2.5 festgelegt

### 6.3.1 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_r$ einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen



Legende:

- 1 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen

Abbildung 8: Faktoren der Berechnung einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen

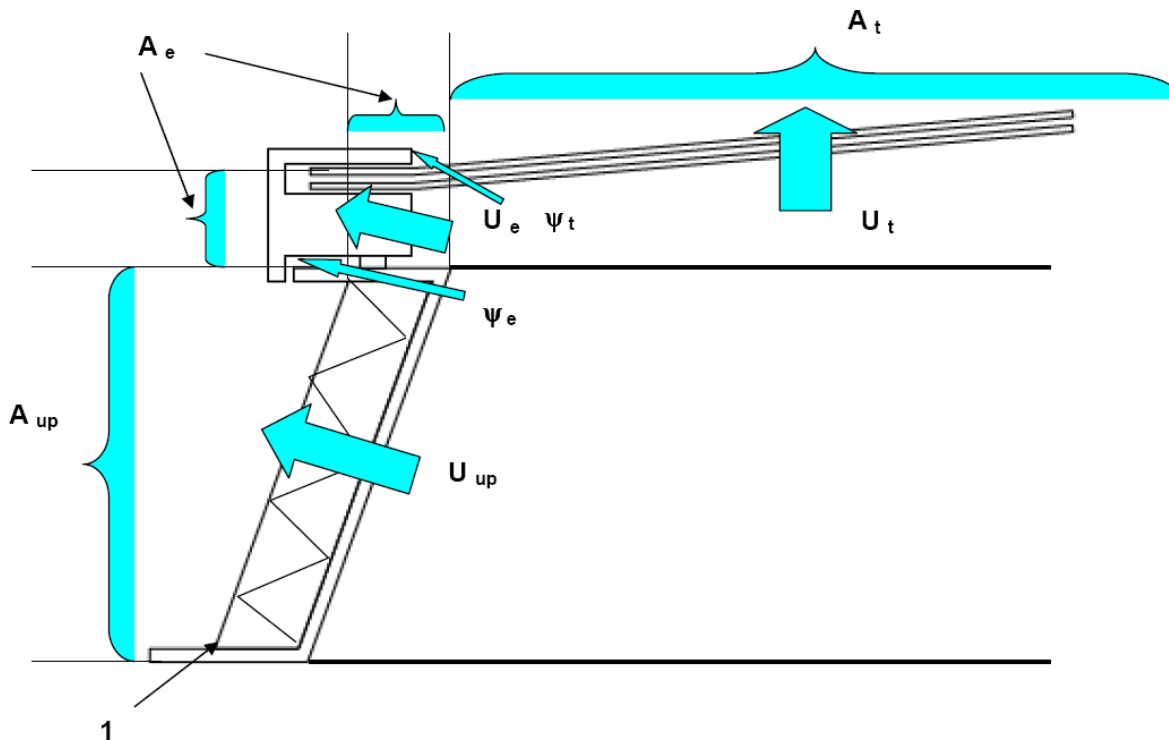
Der U-Wert  $U_r$  einer Lichtkuppel einschließlich eines Einfassrahmens wird unter Berücksichtigung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten im Dichtungsbereich wie folgt berechnet:

$$U_r = \frac{A_e \times U_e + A_t \times U_t + l_t \times \Psi_t}{A_e + A_t} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (9)$$

Dabei ist

- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$
- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{m}^2$
- $l_t$  Länge des Übergangsbereichs zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in m
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in  $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$

### 6.3.2 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_{rc}$ einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz



Legende:

- 1 Bezugspunkt für eine Berechnung
- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils
- $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes
- $\Psi_e$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen Einfassrahmen und Aufsetzkranz
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen

Abbildung 9: Faktoren der Berechnung einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz

Der U-Wert  $U_{rc}$  einer Lichtkuppel bestehend aus Lichtkuppel, Einfassrahmen und Aufsetzkranz wird wie folgt berechnet:

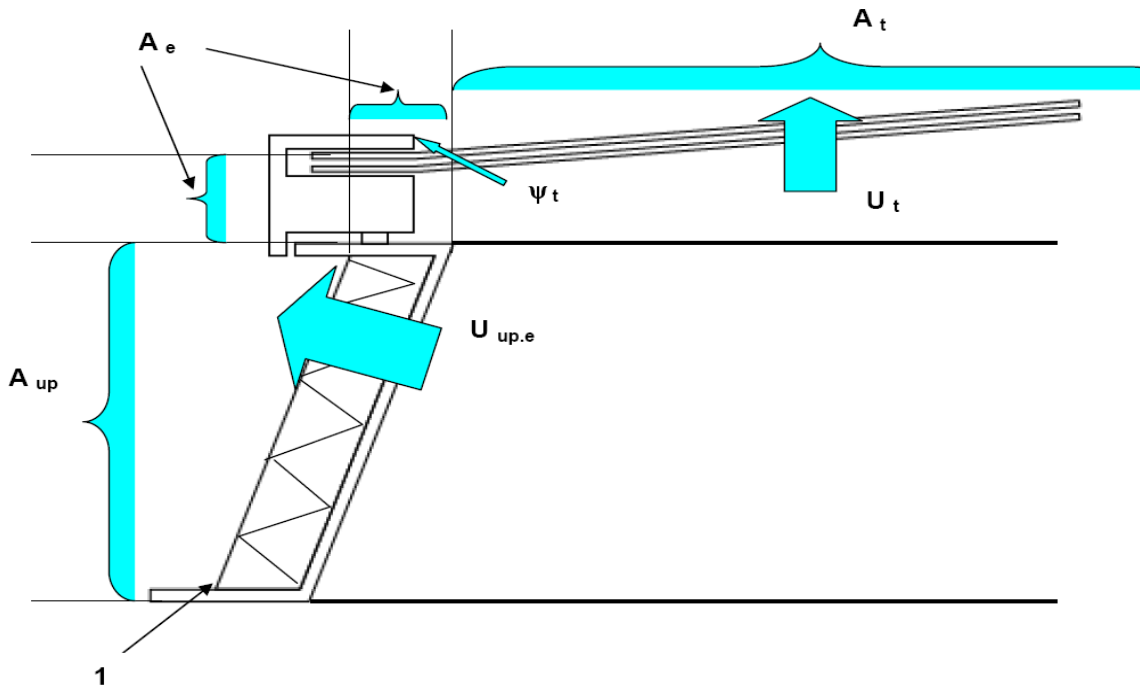
$$U_{rc} = \frac{A_{up} \times U_{up} + A_e \times U_e + A_t \times U_t + l_e \times \Psi_e + l_t \times \Psi_t}{A_{up} + A_e + A_t} \quad [\text{W} / (\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (10)$$

Dabei ist

- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$
- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{m}^2$
- $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes, in  $\text{m}^2$
- $l_e$  Länge der Dichtung des Einfassrahmens, entspricht dem Umfang des Einfassrahmens, in m
- $l_t$  Länge des Übergangsbereichs zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, gleichzusetzen mit dem Umfang des lichtdurchlässigen Teils, in m
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- $U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes, in  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- $\Psi_e$     längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen Einfassrahmen und Aufsetzkranz, in  $W/(m \cdot K)$
- $\Psi_t$     längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

### 6.3.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_{rc}$ einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz (Alternative zu 6.3.2)



Legende:

- 1        Bezugspunkt für eine Berechnung
- $A_e$     äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_t$     äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils
- $A_{up}$     äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_t$     Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $U_{up,e}$     Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschl. Einfassrahmens
- $\Psi_t$     längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen

Abbildung 10: Faktoren der Berechnung einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz (Alternative zu 6.3.2)

Der U-Wert  $U_{rc}$  einer Lichtkuppel bestehend aus Lichtkuppel, Einfassrahmen und Aufsetzkranz wird wie folgt berechnet:

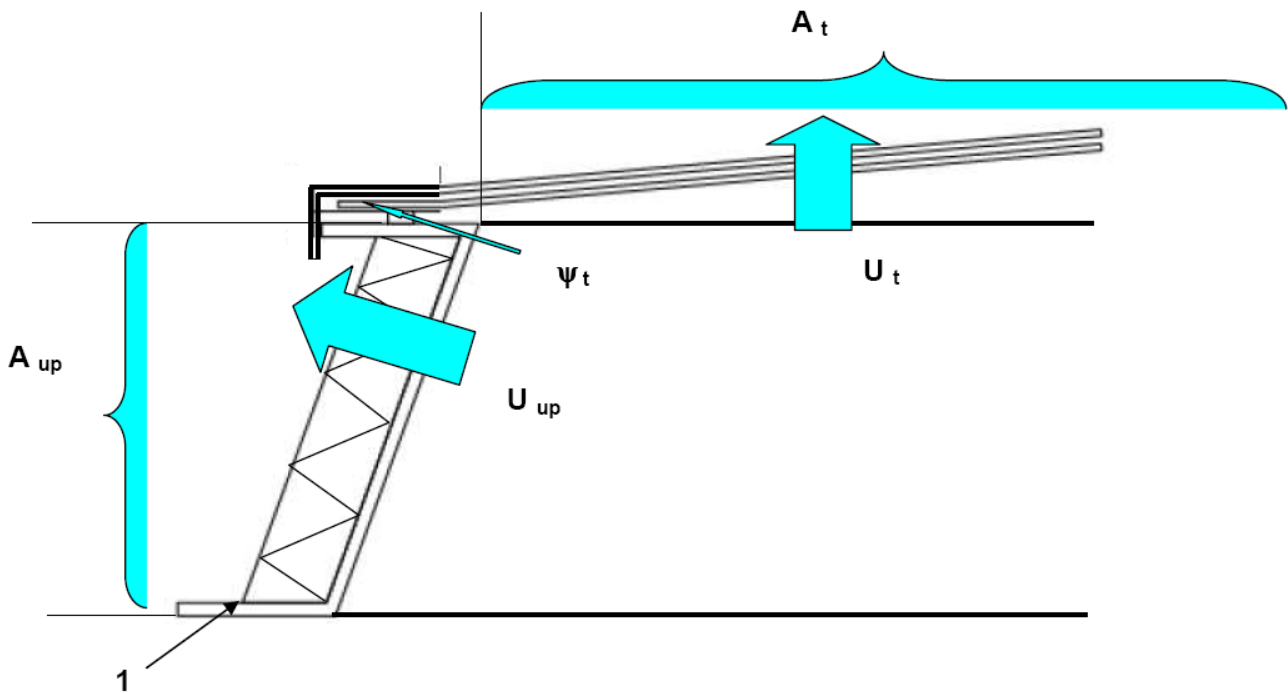
$$U_{rc} = \frac{(A_{up} + A_e) \times U_{up,e} + A_t \times U_t + l_t \times \Psi_t}{A_{up} + A_e + A_t} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (11)$$

Dabei ist

- $A_e$     äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$
- $A_{up}$     äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes, in  $m^2$
- $A_t$     äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $m^2$
- $l_t$     Länge des Übergangsbereichs zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen (=  $P_t$ ), in m

- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschl. Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$   
 $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$   
 $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

### 6.3.4 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_{rc}$ einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz ohne Einfassrahmen



Legende:

- 1 Bezugspunkt für eine Berechnung  
 $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils  
 $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes  
 $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils  
 $U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes  
 $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen

Abbildung 11: Faktoren der Berechnung einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz, aber ohne Einfassrahmen

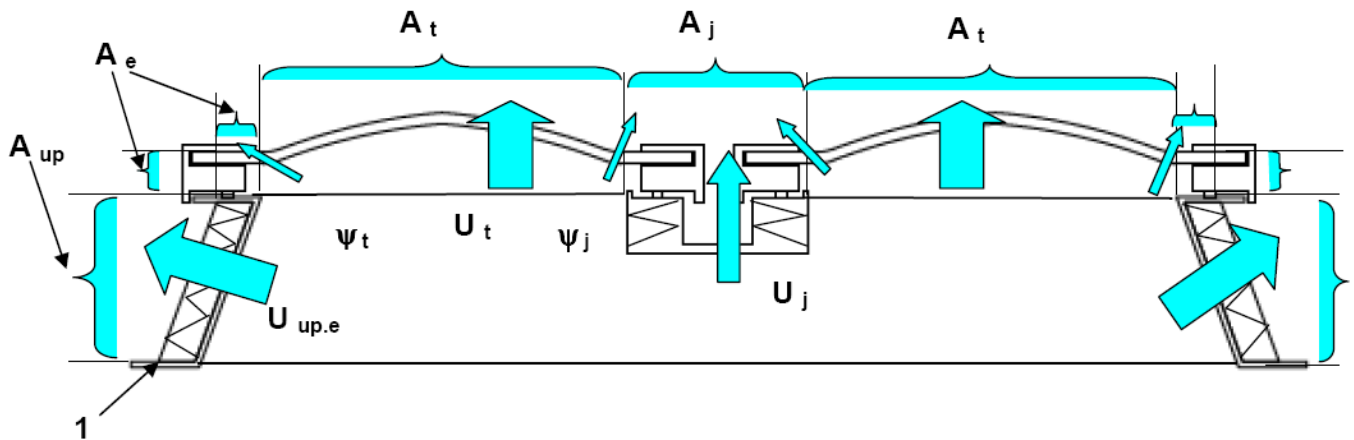
Der U-Wert  $U_{rc}$  einer Lichtkuppel mit Aufsetzkranz ohne Einfassrahmen wird wie folgt berechnet:

$$U_{rc} = \frac{A_{up} \times U_{up} + A_t \times U_t + l_t \times \Psi_t}{A_{up} + A_t} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (12)$$

Dabei ist

- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $m^2$   
 $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes, in  $m^2$   
 $l_t$  Länge des Übergangsbereichs zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, gleichzusetzen mit dem Umfang des lichtdurchlässigen Teils, in  $m$   
 $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$   
 $U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes, in  $W/(m^2 \cdot K)$   
 $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

### 6.3.5 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_{rc}$ einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz mit mehr als einem lichtdurchlässigen Teil



Legende:

- 1 Bezugspunkt für eine Berechnung
- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_j$  äußere freie Oberfläche des Verbindungsteils
- $A_t$  äußere freie Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils
- $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen

Abbildung 12: Faktoren der Berechnung einer Lichtkuppel einschl. Einfassrahmen und Aufsetzkranz und mehr als einem lichtdurchlässigen Teil (beispielhaft sind hier zwei Flügel dargestellt)

Der U-Wert  $U_{rc}$  einer Lichtkuppel bestehend aus Lichtkuppel, Einfassrahmen und Aufsetzkranz wird wie folgt berechnet:

$$U_{rc} = \frac{(A_{up} + A_e) \times U_{up,e} + \sum A_t \times U_t + \sum A_j \times U_j + \sum l_t \times \Psi_t + \sum l_j \times \Psi_j}{A_{up} + A_e + \sum A_t + \sum A_j} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (13)$$

Dabei ist

- $A_e$  äußere freie Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$
- $\sum A_j$  Summe der äußeren freien Oberflächen der Verbindungsteile, in  $m^2$
- $\sum A_t$  Summe der äußeren freien Oberflächen der lichtdurchlässigen Teile, in  $m^2$
- $A_{up}$  äußere freie Oberfläche des Aufsetzkranzes, in  $m^2$
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschl. Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\sum l_t$  Summe der Längen der Übergangsbereiche zwischen den lichtdurchlässigen Teilen und den Einfassrahmen, in m
- $\sum l_j$  Summe der Längen der Übergangsbereiche zwischen den lichtdurchlässigen Teilen und den Verbindungsteilen, in m
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen

$\Psi_t$  lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in  $W/(m \cdot K)$   
längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich zwischen  
lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

### 6.3.6 Rundungsregel für den Wärmedurchgangskoeffizienten bei Berechnung und Klassifizierung

Zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten sind die Werte von  $U_e$ ,  $U_{up}$  and  $\Psi$  und die Werte der Oberflächen als Eingabegrößen mit 3 wertgebenden Stellen zu verwenden.

Für die Ausgabe (Ergebnis der Klassifizierung) sind die Werte auf zwei wertgebende Stellen zu runden.

Beispiele:

Ergebnis der Berechnung = 1,41 wird zu 1,4  $W/(m^2 \cdot K)$   
Ergebnis der Berechnung = 1,45 wird zu 1,5  $W/(m^2 \cdot K)$   
Ergebnis der Berechnung = 0,741 wird zu 0,74  $W/(m^2 \cdot K)$   
Ergebnis der Berechnung = 0,745 wird zu 0,75  $W/(m^2 \cdot K)$

## 7 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten U für Dachlichtbänder nach DIN EN 14963

Der Wärmedurchgangskoeffizient U, in  $W/(m^2 \cdot K)$ , gibt den Wärmefluss durch Austausch-Oberflächen, in  $m^2$ , zwischen innen und außen aller Bestandteile eines Dachlichtbandes, wie sie im Abschnitt 4 festgelegt sind (lichtdurchlässiger Teil, Aufsetzkranz usw.), an.

Der Wärmedurchgangskoeffizient U wird bestimmt unter Bezugnahme auf die äußeren Oberflächen.

### 7.1 Bestimmung der Wärmedurchgangskoeffizienten der Dachlichtbandbestandteile

#### 7.1.1. Bestimmung durch Messung

Der U-Wert kann nach der Prüfmethode aus DIN EN ISO 12567-2 gemessen werden, wobei hier der Prüfkörper in waagerechter Lage auf dem Testaufbau befestigt wird.

#### 7.1.2 Bestimmung durch Berechnung

##### 7.1.2.1 Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes $U_{up}$ und $U_{up,e}$

Der  $U_{up}$ -Wert als Bemessungswert eines Aufsetzkranzes wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach DIN EN ISO 6946 für wärmetechnisch homogene Aufbauten oder in allen anderen Fällen nach DIN EN ISO 10077-2 und DIN EN ISO 10211 berechnet.

Der  $U_{up,e}$ -Wert als Bemessungswert einer Kombination aus Aufsetzkranz und Einfassrahmen wird nach DIN EN ISO 10077-2 und DIN EN ISO 10211 berechnet.

##### 7.1.2.2 Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens $U_e$

Der  $U_e$ -Wert als Bemessungswert eines Einfassrahmens wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach DIN EN 10077-2 berechnet.

##### 7.1.2.3 Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils $U_j$

Der  $U_j$ -Wert als Bemessungswert eines Einfassrahmens wird entweder nach DIN EN 12412-2 gemessen oder nach DIN EN 10077-2 berechnet.



### 7.1.2.4 Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils $U_t$

Im Allgemeinen kann der  $U_t$ -Wert als Bemessungswert des lichtdurchlässigen Teils nach Tabelle 1 entweder berechnet oder gemessen werden. In der Vorgehensweise ist zu berücksichtigen, ob die Platten horizontal oder nahezu horizontal eingebaut sind. Insoweit muss die Orientierung insbesondere von Stegplatten (vertikal oder horizontal) während einer Messung vermerkt werden.

### 7.1.2.5 Wärmedurchgangskoeffizient eines Paneels $U_p$

Der  $U_p$ -Wert als Bemessungswert eines lichtundurchlässigen Paneels wird nach DIN EN ISO 6946 berechnet. Grundlage der Berechnung sind die Schichtdicken in m und Wärmeleitfähigkeiten der einzelnen Materialien in  $W/(mK)$ .

### 7.1.2.6 Längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t$

$\Psi_e$  ist nach DIN EN 10211 zu berechnen.

$\Psi_j$  und  $\Psi_t$  sind nach DIN EN 10077-2 zu berechnen.

$\Psi_e, \Psi_j, \Psi_t$ -Werte sind mit zwei Werte anzeigenden Stellen anzugeben.

$0,35 W/(m \times K)$  ist ein vorsichtiger Wert für  $\Psi_e, \Psi_j$  and  $\Psi_t$ .

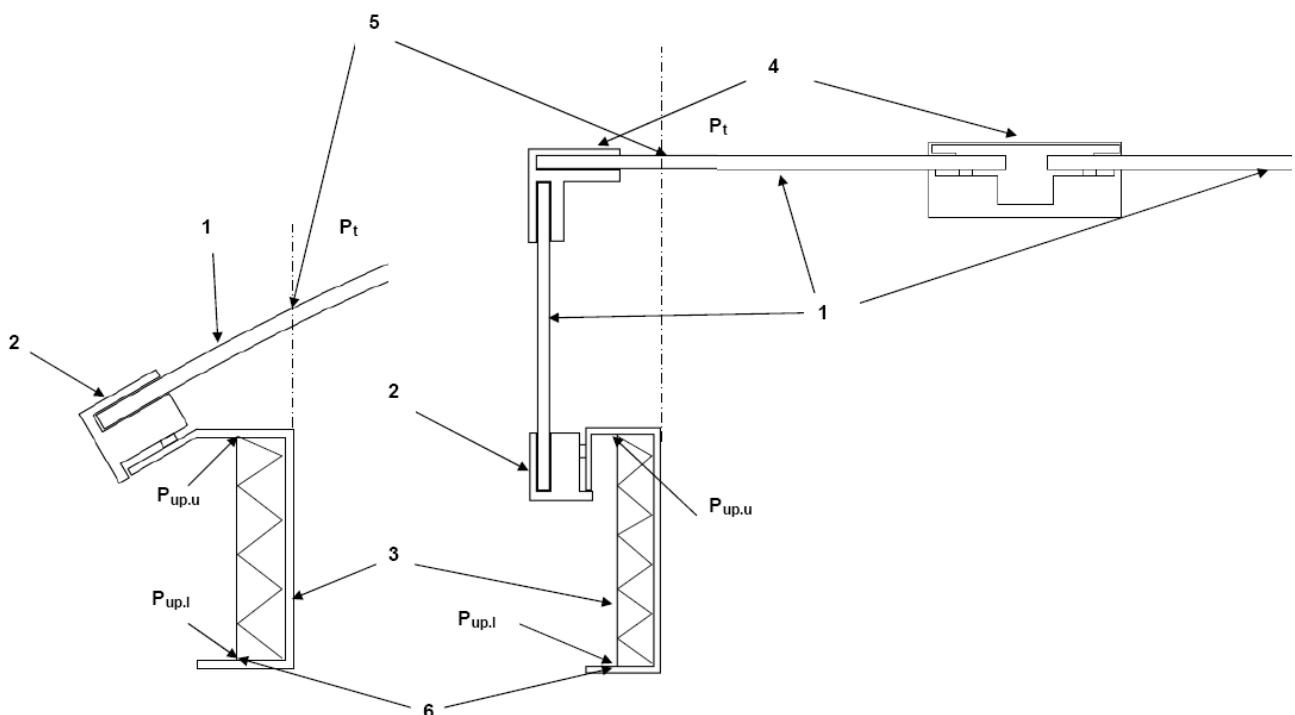
#### ANMERKUNG:

Der lineare Wärmedurchgangskoeffizient  $\Psi_i$  berücksichtigt den erhöhten Wärmedurchgang im Randbereich z. B. bei Lichtkuppeln durch den Plattenabstandshalter und den Einstandsbereich des Lüfterrahmens.

Er hängt von der Randkonstruktion sowie dem Dämmniveau des verwendeten Rahmens oder der Sprosse ab.

## 7.2 Bestimmung der Flächen eines Dachlichtbandes

### 7.2.1 Bestandteile

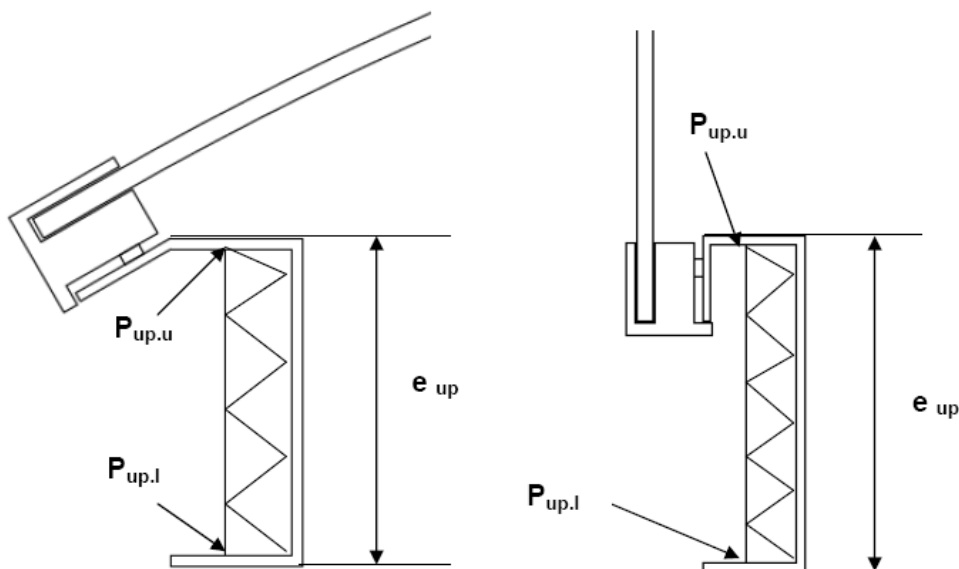


Legende:

- 1 lichtdurchlässige Fläche
- 2 Einfassrahmen
- 3 wärmegeämmter Aufsetzkranz
- 4 Verbindungsteil
- 5 Grenze der lichten Öffnung
- 6 Bezugspunkt für die Berechnung
- $P_t$  Umfang des lichtdurchlässigen Teils
- $P_{up,u}$  oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes
- $P_{up,l}$  unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes

Abbildung 13: Beispielhafte Übersicht der Bestandteile eines Dachlichtbandes

### 7.2.2 Fläche eines Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz



Legende:

- $e_{up}$  Höhe des Aufsetzkranzes
- $P_{up,l}$  unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes
- $P_{up,u}$  oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes

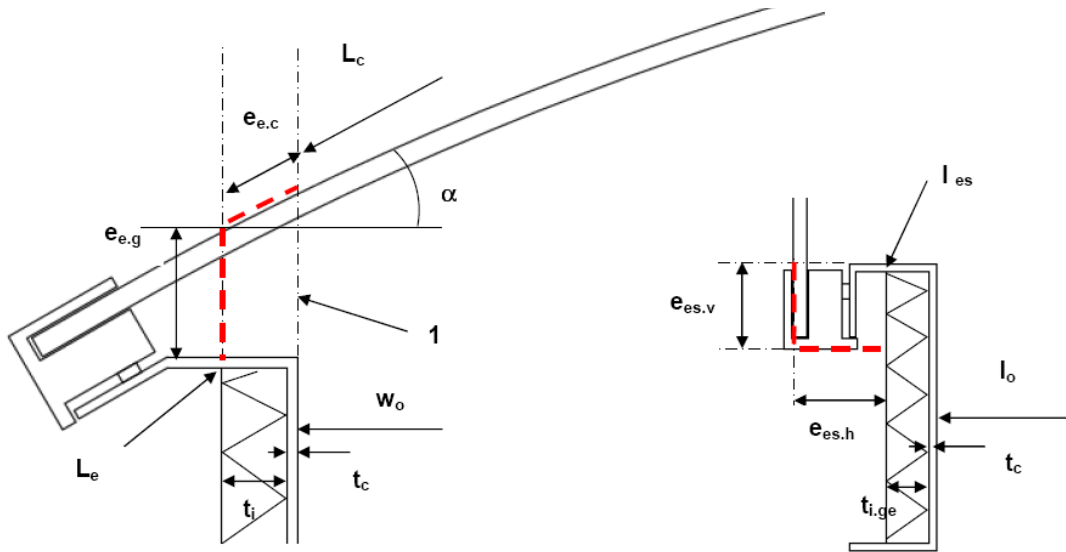
Abbildung 14: Beispielhafte Übersicht zum Umfang und der Höhe des Aufsetzkranzes

Die Fläche eines Dachoberlicht-Aufsetzkranzes  $A_{up}$  ist die außenseitige Oberfläche. Im Rahmen dieser Richtlinie ist die freie außenseitige Oberfläche eines Dachoberlicht-Aufsetzkranzes nach Gleichung (1) definiert. Alternativ ist es zulässig, eine genau ermittelte Oberfläche zu verwenden.

### 7.2.3 Fläche des Einfassrahmens

Statt der tatsächlichen Geometrie des Einfassrahmens wird eine virtuell vereinfachte Geometrie, wie sie in den Abbildungen 15 und 16 dargestellt wird, für die Berechnung verwendet. Die Abmessungen  $e_{e,c}$ ,  $e_{e,v}$ ,  $e_{es,h}$  und  $e_{es,v}$  hängen von dem speziellen Entwurf der Konstruktion des Herstellers ab und sind im Einzelfall zu bestimmen. Entscheidend für die Lage der virtuellen Linien ist die Lage der Systemgrenze.

Dachlichtband mit Einfassrahmen und Aufsetzkranz:



Legende:

- 1 Grenze der lichten Öffnung
- $\alpha$  Neigungswinkel am Aufsetzkranz
- $e_{e,c}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung
- $e_{e,g}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Längsrichtung
- $e_{es,h}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Querrichtung
- $e_{es,v}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Querrichtung
- $L_c$  Bogenlänge des lichtdurchlässigen Teils
- $L_e$  obere äußere Länge des Einfassrahmens
- $l_{es}$  obere äußere Breite des Einfassrahmens
- $l_o$  Länge der lichten Öffnung des Dachoberlichtes
- $t_c$  Wanddicke des Aufsetzkranzes
- $t_i$  Dicke der Wärmedämmung des Aufsetzkranzes
- $t_{i,ge}$  Dicke der Wärmedämmung des Aufsetzkranzes am Giebelelement
- $w_o$  Breite der lichten Öffnung des Dachoberlichtes

Abbildung 15: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche von Einfassrahmen und Aufsetzkranz von Dachlichtbändern

Bei Dachoberlichtern mit Aufsetzkranz ist der Umfang des Einfassrahmens gleichzusetzen mit dem oberen äußeren Umfang des Aufsetzkranzes  $P_{up,u}$ .

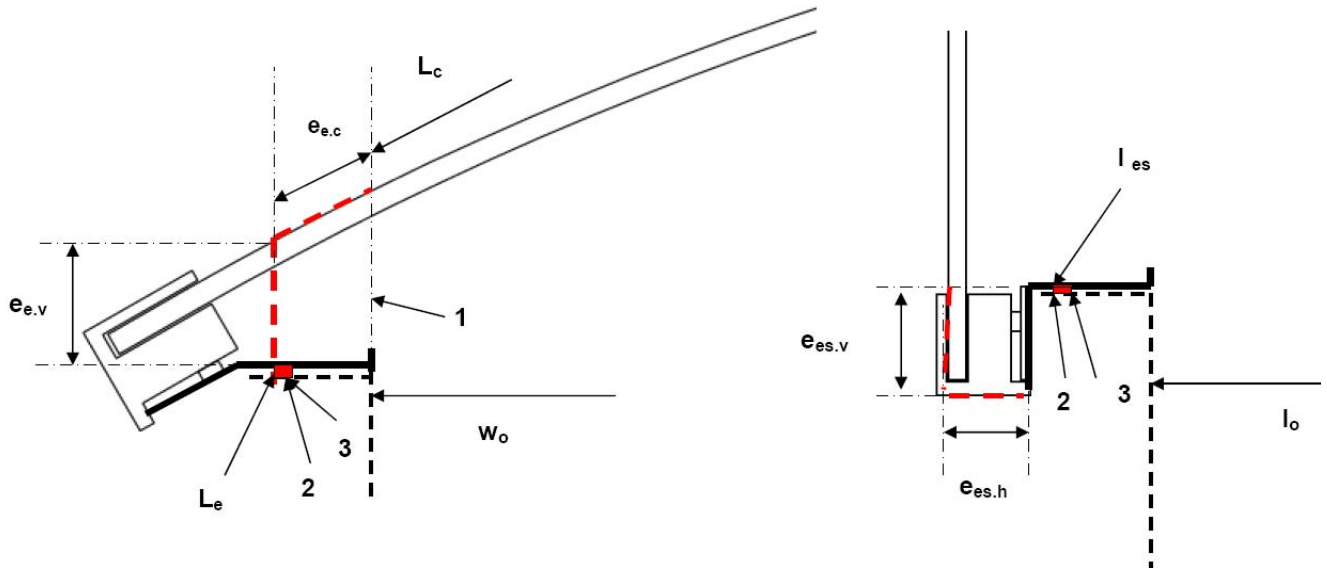
Für die oben gezeigte Situation ist die virtuelle Breite des Einfassrahmens  $e_{e,c}$  definiert als:

$$e_{e,c} = \frac{t_c + t_i}{\cos \alpha} \quad [\text{m}] \quad (14)$$

Dabei ist

- $\alpha$  Neigungswinkel am Aufsetzkranz (Neigung gegen die Horizontale), in Grad
- $t_c$  Wanddicke des Aufsetzkranzes, in m
- $t_i$  Dicke der Wärmedämmung des Aufsetzkranzes, in m

Dachlichtband mit Einfassrahmen ohne Aufsetzkranz:



Legende:

- 1 Grenze der lichten Öffnung
- 2 Dichtung
- 3 Bezugspunkt für die Berechnung
- $e_{e,c}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung
- $e_{e,g}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Längsrichtung
- $e_{es,h}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Querrichtung
- $e_{es,v}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Querrichtung
- $L_c$  Bogenlänge des lichtdurchlässigen Teils
- $L_e$  obere äußere Länge des Einfassrahmens
- $l_{es}$  obere äußere Breite des Einfassrahmens
- $l_o$  Länge der lichten Öffnung des Dachoberlichtes
- $w_o$  Breite der lichten Öffnung des Dachoberlichtes

Abbildung 16: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche mit Einfassrahmen ohne Aufsetzkranz für Dachlichtbänder

Bei Dachlichtbändern ohne Aufsetzkranz ist die vertikale Systemgrenze üblicherweise der äußere Kante der Dichtung (siehe Abbildung 16).

Die Gesamtfläche der Einfassrahmen ist definiert als:

$$A_e = 2 \cdot L_e \cdot e_l + 2 \cdot l_{es} \cdot e_{es} \quad [m^2] \quad (15)$$

Dabei ist (nach den Abbildungen 15 und 16)

- $e_{es}$  Breite des Einfassrahmens in Querrichtung, in m
- $e_l$  Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m
- $L_e$  obere äußere Länge des Einfassrahmens, in m
- $l_{es}$  obere äußere Breite des Einfassrahmens, in m

$e_e$  ist definiert als:

$$e_l = e_{e,c} + e_{e,g} \quad [m] \quad (16)$$

Dabei ist

$e_{e,c}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m

$e_{e,g}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Längsrichtung, in m

$e_{es}$  ist definiert als:

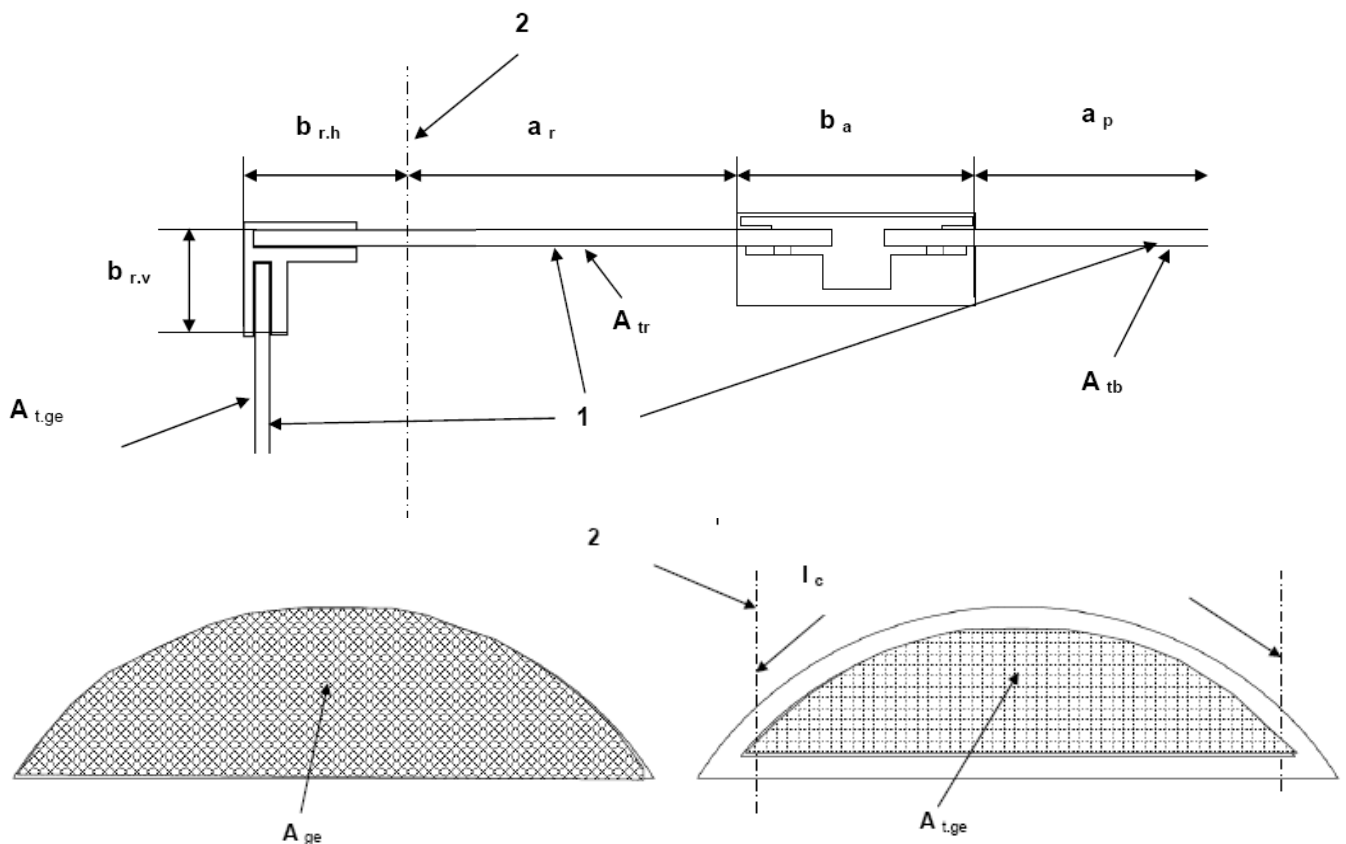
$$e_{es} = e_{es,h} + e_{es,v} \quad [m] \quad (17)$$

Dabei ist

$e_{es,h}$  virtuelle Breite des Einfassrahmens in Querrichtung, in m

$e_{es,v}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Querrichtung, in m

### 7.2.4 Fläche eines Verbindungsteils



Legende:

- 1 lichtdurchlässiges Teil
- 2 Grenze der lichten Öffnung
- $a_p$  Breite des lichtdurchlässigen Teils (Regelabschnitt)
- $a_r$  Breite des lichtdurchlässigen Teils (Endabschnitt)
- $A_{tb}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen (Regelabschnitt)
- $A_{tr}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen (Endabschnitt)
- $A_{ge}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Giebelelementes
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes
- $b_a$  Breite der Tragprofile (Verbindungsteil)
- $b_{r,h}$  horizontale Breite des Verbindungsteils am Giebelelement
- $b_{r,v}$  vertikale Höhe des Verbindungsteils am Giebelelement
- $l_c$  Bogenlänge des lichtdurchlässigen Teils (= Bogenlänge des Tragprofils)

Abbildung 17: Beispielhafte Übersicht zu der Fläche am Giebelelement mit Einfassrahmen ohne Aufsetzkranz für Dachlichtbänder

Die Fläche der Verbindungsteile als Tragprofile  $A_j$  ist definiert als:

$$A_j = A_{j,b} + A_{j,r} \quad [\text{m}^2] \quad (18)$$

Dabei ist

$A_{j,b}$  Gesamtfläche der Tragprofile (Verbindungsteile)

$A_{j,r}$  Fläche der Verbindungsteile am Giebelelement

Die Gesamtfläche der Tragprofile ist definiert als:

$$A_{j,b} = n_{b,p} \cdot l_c \cdot b_a \quad [\text{m}^2] \quad (19)$$

Dabei ist

$n_{b,p}$  Anzahl der Tragprofile

$l_c$  Bogenlänge der Tragprofile, in m

$b_a$  Breite der Tragprofile, in m

Die Fläche der Verbindungsteile am Giebelelement ist definiert als:

$$A_{j,r} = 2 \cdot l_c \cdot (b_{r,h} + b_{r,v}) \quad [\text{m}^2] \quad (20)$$

Dabei ist

$b_{r,h}$  horizontale Breite des Verbindungsteils am Giebelelement, in m

$b_{r,v}$  vertikale Höhe des Verbindungsteils am Giebelelement, in m

$l_c$  Bogenlänge der Tragprofile, in m

### 7.2.5 Fläche des lichtdurchlässigen Teils

Die Fläche des lichtdurchlässigen Teils  $A_t$  ist die freie äußere Oberfläche und ist für symmetrische Dachlichtbänder definiert als:

$$A_t = A_{t,b} + A_{t,r} + 2 \cdot A_{t,ge} \quad [\text{m}^2] \quad (21)$$

Dabei ist

$A_{t,b}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen, in  $\text{m}^2$

$A_{t,r}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen Giebelelement und nächstem Tragprofil, in  $\text{m}^2$

$A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes, in  $\text{m}^2$

Die Fläche des lichtdurchlässigen Teils zwischen Tragprofilen ist definiert als:

$$A_{t,b} = (n_{b,p} - 1) \cdot l_c \cdot a_p \quad [\text{m}^2] \quad (22)$$

Dabei ist

$a_p$  Abstand gemessen zwischen den Tragprofilen nach Abbildung 17 (Regelplatte), in m

$l_c$  Bogenlänge der Tragprofile, in m

$n_{b,p}$  Anzahl der Tragprofile

Die Gesamtfläche des lichtdurchlässigen Teils zwischen Giebelelement (Verbindungsteil) und nächstem Tragprofil ist definiert als:

$$A_{t,r} = 2 \cdot l_c \cdot a_r \quad [\text{m}^2] \quad (23)$$

Dabei ist

- $a_r$  Abstand zwischen dem Giebelelement (Verbindungsteil) und dem nächsten Tragprofil (Passplatte), in m  
 $l_c$  Bogenlänge des Tragprofils, in m

Die Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes ist definiert als:

$$A_{t,ge} = 2 \cdot (A_{ge} - b_{r,h} \cdot l_c - e_{es,v} \cdot l_o) \quad (24)$$

Dabei ist

- $A_{ge}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Giebelelementes, in  $m^2$   
 $b_{r,h}$  horizontale Breite des Verbindungsteils am Giebelelement, in m  
 $e_{es,v}$  virtuelle Höhe des Einfassrahmens in Querrichtung, in m  
 $l_c$  Bogenlänge der Tragprofile, in m  
 $l_o$  Länge der lichten Öffnung des Dachoberlichtes, in m

Beispielhaft ist hier die Gesamtfläche eines Giebelelementes  $A_{ge}$  für ein Dachlichtband in gebogener Form (Kreissegment) definiert als:

$$A_{ge} = \pi \cdot r^2 \cdot \left( \frac{\beta}{360^\circ} \right) - \frac{r^2}{2} \sin \beta \quad [m^2] \quad (25)$$

ANMERKUNG: Winkel in Grad.

Dabei ist

- $\beta$  Mittelwinkel (=  $2\alpha$ ), in Grad  
 $r$  Ausrundungsradius des Systems, in m

### 7.2.6 Fläche von Paneelen

Falls lichtdurchlässige Teile oder Giebelelemente von Dachlichtbändern durch lichtundurchlässige Paneele ersetzt werden, müssen die betroffenen Flächen  $A_{t,b}$ ,  $A_{t,r}$  oder  $A_{t,ge}$  in Gleichung 21 durch gleichwertige Flächen  $A_{p,b}$ ,  $A_{p,r}$  oder  $A_{p,ge}$  ersetzt werden.

Dabei ist

- $A_{p,b}$  Fläche der Paneele gemessen zwischen den Tragprofilen, in  $m^2$   
 $A_{p,r}$  Fläche der Paneele gemessen zwischen dem Giebelelement und dem nächsten Tragprofil, in  $m^2$   
 $A_{p,ge}$  Fläche der Paneele an den Giebelelementen, in  $m^2$

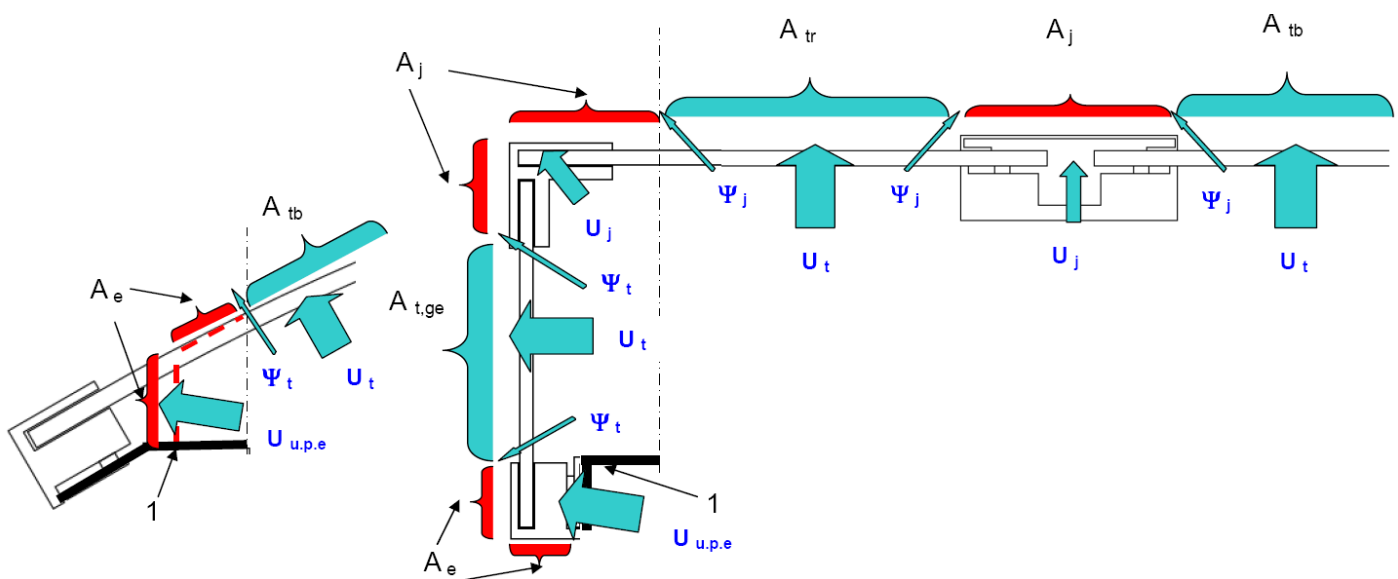
### 7.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient eines Dachlichtbandes

Der Gesamt-U-Wert eines Dachlichtbandes soll unter Berücksichtigung der Eigenschaften des lichtdurchlässigen Teils, des Einfassrahmens, des Aufsetzkranzes und eventueller Paneele bewertet werden:

- Fläche des Aufsetzkranzes  $A_{up}$  wie in 7.2.2 festgelegt
- Fläche der Einfassrahmen  $A_e$  wie in 7.2.3 festgelegt
- Fläche der Verbindungsteile  $A_t$  wie in 7.2.4 festgelegt
- Fläche der lichtdurchlässigen Teile  $A_t$  wie in 7.2.5 festgelegt
- Fläche der Paneele  $A_p$  wie in 7.2.6 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes  $U_{up}$  und in Verbindung mit einem Einfassrahmen  $U_{up,e}$  wie in 7.1.2.1 festgelegt

- Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils  $U_j$  wie in 7.1.2.3 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils  $U_t$  wie in 7.1.2.4 festgelegt
- Wärmedurchgangskoeffizient lichtundurchlässiger Paneele  $U_p$  wie in 7.1.2.5 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen Einfassrahmen und Aufsetzkranz  $\Psi_e$  wie in 7.1.2.6 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil  $\Psi_j$  wie in 7.1.2.6 festgelegt
- längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient des Übergangsbereiches zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen  $\Psi_t$  wie in 7.1.2.6 festgelegt

### 7.3.1 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_r$ eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen und Tragprofilen



Legende:

- 1 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile
- $A_{tb}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen (Regelplatte)
- $A_{tr}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen der Begrenzung des Lichtbandes in Längsrichtung und dem nächsten Tragprofil (Passplatte)
- $A_{u.p.e}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen

Abbildung 18: Faktoren der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Dachlichtbandes

Der U-Wert eines Dachlichtbandes  $U_r$  einschließlich eines Einfassrahmens ohne Aufsetzkranz wird unter Berücksichtigung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten im Dichtungsbereich wie folgt berechnet:



$$U_r = \frac{A_e \times U_e + A_j \times U_j + A_t \times U_t + l_j \times \Psi_j + l_t \times \Psi_t}{A_e + A_j + A_t} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (26)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$  (siehe 7.2.3)
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile, in  $m^2$  (siehe 7.2.4)
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $l_j$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m
- $l_t$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in m
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil, in  $W/(m \cdot K)$
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

Die Gesamtlänge der Verbindungsteile ist definiert als:

$$l_j = (n_{b,p} + 1) \cdot l_c \quad [m] \quad (27)$$

Dabei ist

- $l_c$  Bogenlänge der Tragprofile, in m
- $n_{b,p}$  Anzahl der Tragprofile

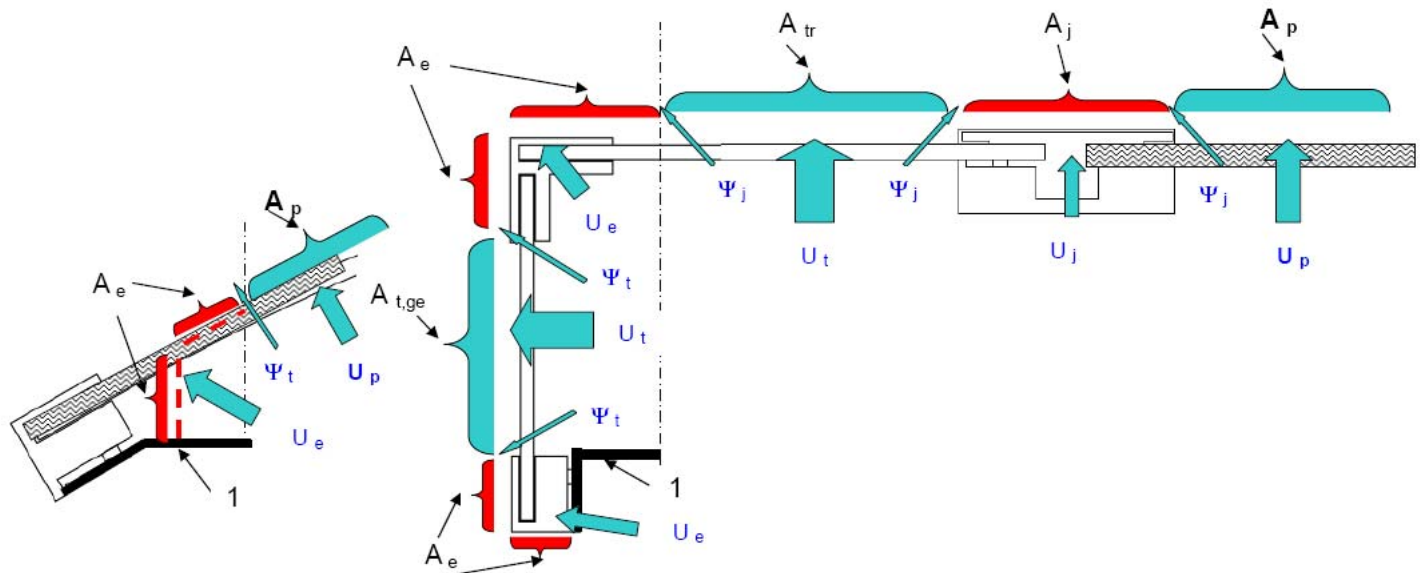
Die Gesamtlänge des Übergangsbereichs zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen ist definiert als:

$$l_t = 2 \cdot [(n_{b,p} - 1) \cdot a_p + 2 \cdot a_r + w_o] \quad [m] \quad (28)$$

Dabei ist

- $a_p$  Breite des lichtdurchlässigen Teils, in m
- $a_r$  Breite des lichtdurchlässigen Teils (Passplatte), in m
- $w_o$  Breite der lichten Öffnung, in m
- $n_{b,p}$  Anzahl der Tragprofile

### 7.3.2 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U_r$ eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen, Tragprofilen und Paneelen



Legende:

- 1 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile
- $A_{p,b}$  Fläche der Paneele gemessen zwischen den Tragprofilen (Regelplatte)
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes
- $A_{t,b}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen den Tragprofilen (Regelplatte)
- $A_{t,r}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen der Begrenzung des Lichtbandes in Längsrichtung und dem nächsten Tragprofil (Passplatte)
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils
- $U_p$  Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen

Abbildung 19: Faktoren der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Dachlichtbandes mit Paneelen

Der U-Wert eines Dachlichtbandes  $U_r$  einschließlich eines Einfassrahmens und Paneelen ohne Aufsetzkrans wird unter Berücksichtigung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten im Dichtungsbereich wie folgt berechnet:

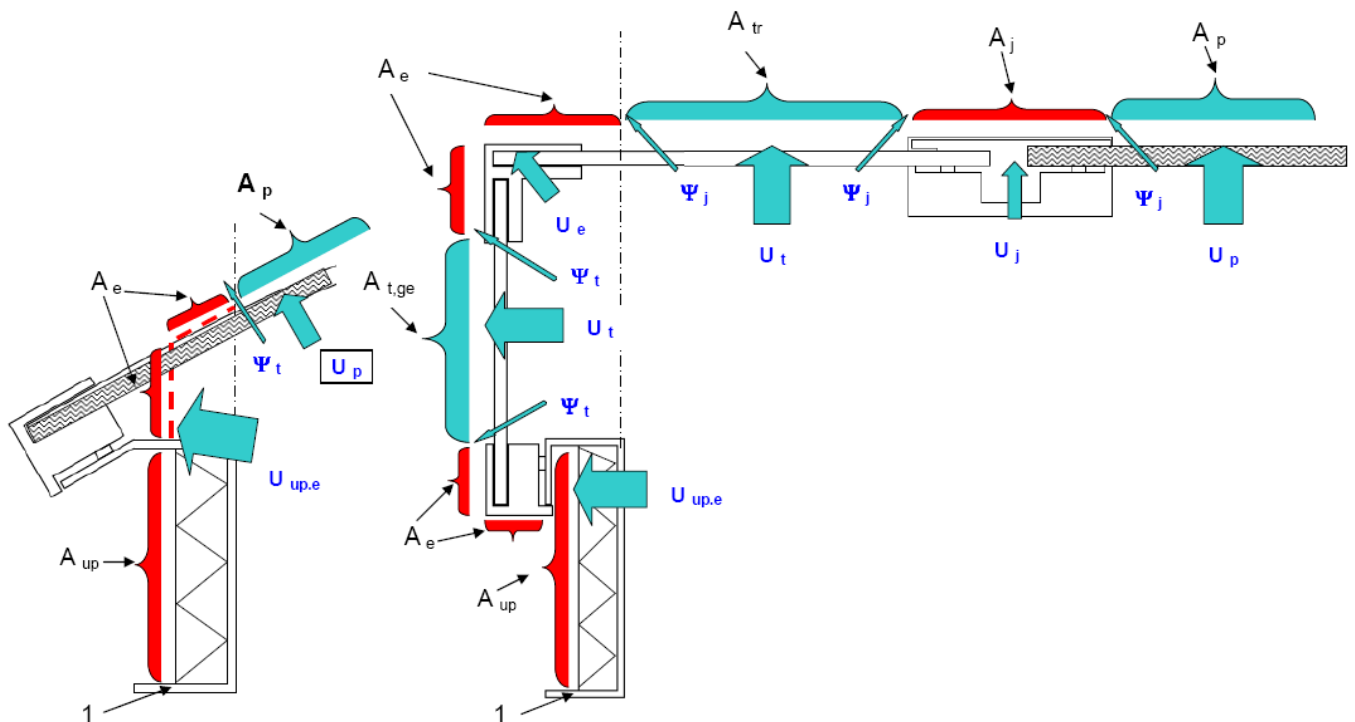
$$U_r = \frac{A_e \times U_e + A_j \times U_j + A_p \times U_p + A_t \times U_t + l_j \times \Psi_j + l_t \times \Psi_t}{A_e + A_j + A_p + A_t} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})] \quad (29)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $\text{m}^2$  (siehe 7.2.3)
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile, in  $\text{m}^2$  (siehe 7.2.4)
- $A_p$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Paneele, in  $\text{m}^2$  (siehe 7.2.6)
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $\text{m}^2$  (siehe 7.2.5)
- $l_j$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m
- $l_t$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in m

- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_p$  Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil, in  $W/(m \cdot K)$
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

**7.3.3 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient  $U_{rc}$  eines Dachlichtbandes einschl. Einfassrahmen, Tragprofilen, Paneelen und Aufsetzkranz**



Legende:

- 1 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile
- $A_p$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Paneele / the outer exposed surface of panels
- $A_{t,r}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils gemessen zwischen Giebelelement und nächstem Tragprofil
- $A_{up}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_j$  Wärmedurchgangskoeffizient des Verbindungsteils
- $U_p$  Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschließlich des Einfassrahmens
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen

Abbildung 20: Faktoren der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz

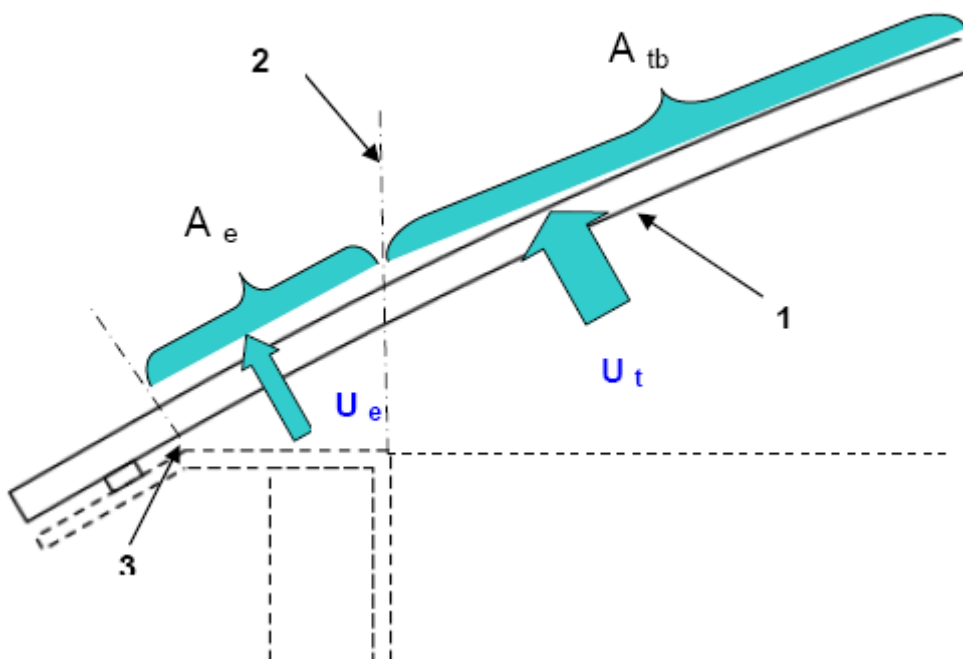
Der U-Wert eines Dachlichtbandes  $U_{rc}$  aus lichtdurchlässigen Teilen, Einfassrahmens, Paneelen und Aufsetzkranz wird wie folgt berechnet:

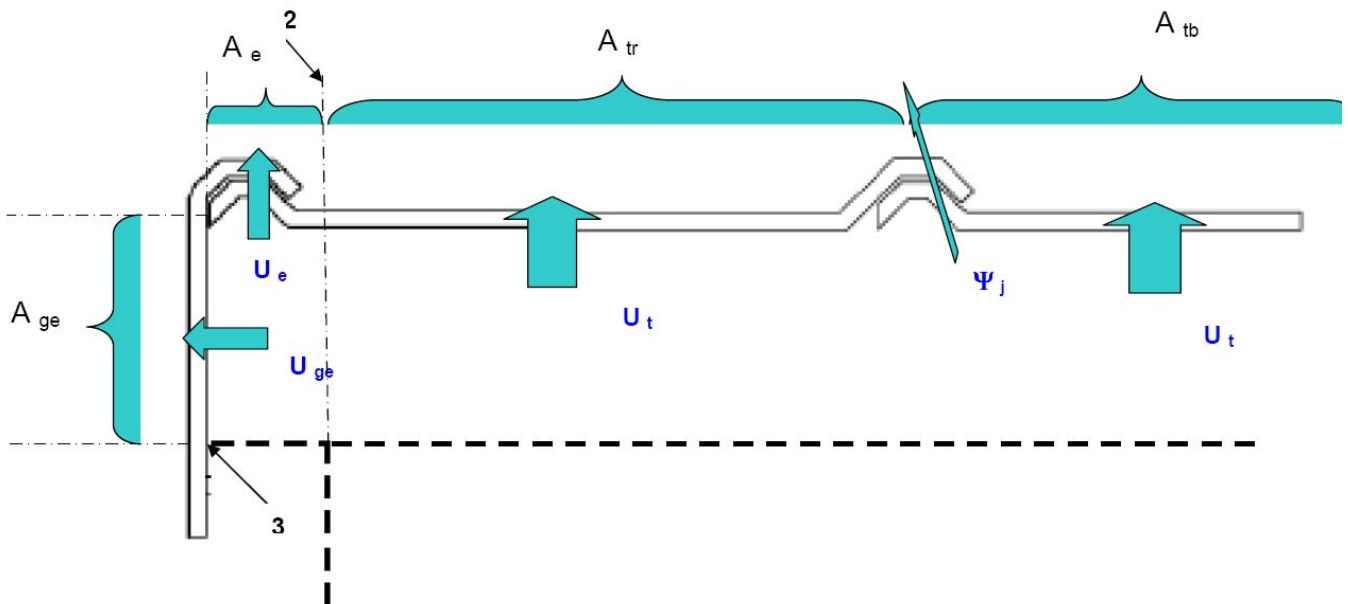
$$U_{rc} = \frac{(A_{up} + A_e) \times U_{up,e} + A_j \times U_j + A_p \times U_p + A_t \times U_t + l_j \times \Psi_j + l_t \times \Psi_t}{A_{up} + A_e + A_j + A_p + A_t} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (30)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$  (siehe 7.2.3)
- $A_{up}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Aufsetzkranzes, in  $m^2$  (siehe 7.2.2)
- $A_j$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Verbindungsteile, in  $m^2$  (siehe 7.2.4)
- $A_p$  Fläche der außenseitigen Oberfläche der Paneele, in  $m^2$  (siehe 7.2.6)
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $l_j$  Länge der Übergangzone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m (nach Gleichung 27)
- $l_t$  Länge der Übergangzone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Einfassrahmen, in m (nach Gleichung 28)
- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschließlich des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_p$  Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von lichtdurchlässigem Teil oder Paneelen und Verbindungsteil, in  $W/(m \cdot K)$
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale oder Paneelen und Einfass-/Lüftungsrahmen, in  $W/(m \cdot K)$

### 7.3.4 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient $U$ , eines selbsttragenden Dachlichtbandes ohne Aufsetzkranz





Legende:

- 1 lichtdurchlässiges Teil
- 2 Grenze der lichten Öffnung
- 3 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_{t,b}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils (Regelplatte)
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes
- $A_{t,r}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils (Passplatte)
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens
- $U_{ge}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Giebelelementes
- $U_p$  Wärmedurchgangskoeffizient der Paneele
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von nebeneinander liegenden transparenten Teilen

Abbildung 21: Faktoren der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines selbsttragenden Dachlichtbandes ohne Aufsetzkranz

Der U-Wert eines selbsttragenden Dachlichtbandes  $U_r$  ohne Aufsetzkranz wird unter Berücksichtigung des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten im Dichtungsbereich wie folgt berechnet:

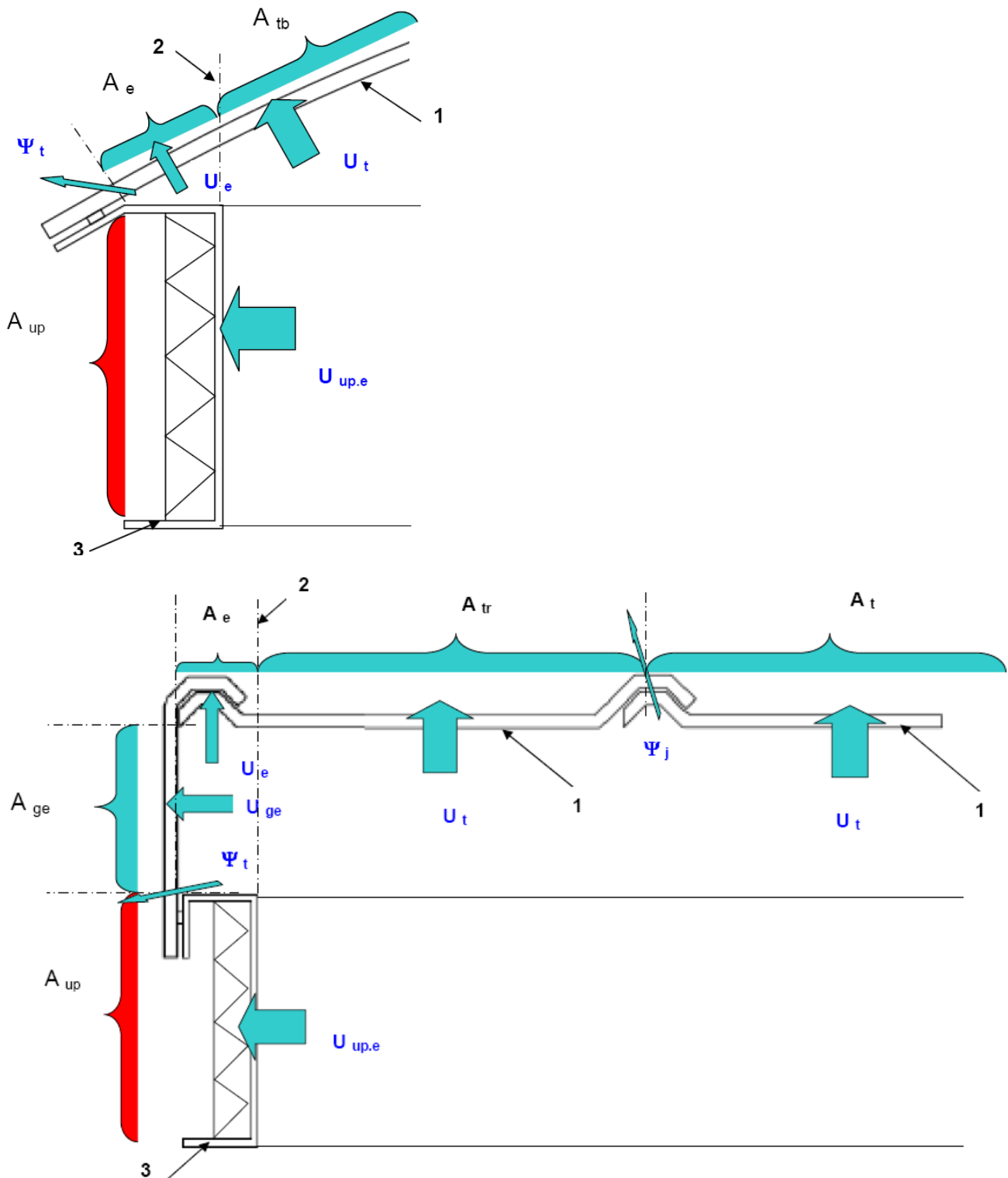
$$U_r = \frac{A_t \times U_t + A_e \times U_e + A_{t,ge} \times U_{ge} + l_j \times \Psi_j}{A_t + A_{t,ge} + A_e} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (31)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$  (siehe 7.2.3)
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils, in  $m^2$
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $l_j$  Länge der Übergangzone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m (nach Gleichung 27)
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$

$U_{ge}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Giebelelementes, in  $W/(m^2 \cdot K)$   
 $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von nebeneinander liegenden lichtdurchlässigen Teilen, in  $W/(m \cdot K)$

**7.3.5 Gesamtwärmedurchgangskoeffizient  $U_{rc}$  eines selbsttragenden Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz**



Legende:

- 1 lichtdurchlässiges Teil
- 2 Grenze der lichten Öffnung
- 3 Bezugspunkt für die Berechnung
- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens
- $A_{ge}$  Fläche des Giebelelementes
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils
- $A_{t,r}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils (Passplatte)
- $A_{up}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Aufsetzkranzes
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils
- $U_{ge}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Giebelelementes
- $U_{up,e}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes einschließlich des Einfassrahmens
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von nebeneinander liegenden transparenten Teilen
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenter Schale und Aufsetzkranz

Abbildung 22: Faktoren der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten eines selbsttragenden Dachlichtbandes mit Aufsetzkranz

Der U-Wert eines selbsttragenden Dachlichtbandes  $U_{rc}$  mit Aufsetzkranz wird wie folgt berechnet:

$$U_{rc} = \frac{A_{up} \times U_{up,e} + A_e \times U_e + A_{ge} \times U_{ge} + A_t \times U_t + l_j \times \Psi_j + l_t \times \Psi_t}{A_{up} + A_e + A_{ge} + A_t} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad (32)$$

Dabei ist

- $A_e$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Einfassrahmens, in  $m^2$  (siehe 7.2.3)
- $A_{ge}$  Fläche des Giebelelementes, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $A_{up}$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des Aufsetzkranzes (siehe 7.2.2)  
the outer exposed surface of the upstand, in  $m^2$  (siehe 7.2.2)
- $A_t$  Fläche der außenseitigen Oberfläche des lichtdurchlässigen Teils (siehe 7.2.5)  
the outer exposed surface of the translucent part, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $A_{t,ge}$  Fläche des lichtdurchlässigen Teils des Giebelelementes, in  $m^2$  (siehe 7.2.5)
- $l_j$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Verbindungsteil, in m (nach Gleichung 27)
- $l_t$  Länge der Übergangszone zwischen lichtdurchlässigem Teil und Aufsetzkranz, in m (nach Gleichung 28)
- $U_e$  Wärmedurchgangskoeffizient des Einfassrahmens, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_{ge}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Giebelelementes, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_t$  Wärmedurchgangskoeffizient des lichtdurchlässigen Teils, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $U_{up,e}$  thermal transmittance of the upstand and junction with translucent part, in  $W/(m^2 \cdot K)$
- $\Psi_j$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von nebeneinander liegenden lichtdurchlässigen Teilen, in  $W/(m \cdot K)$
- $\Psi_t$  längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient im Übergangsbereich von transparenten Teilen und Aufsetzkranz

### 7.3.6 Rundungsregel für den Wärmedurchgangskoeffizienten bei Berechnung und Klassifizierung

Zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten sind die Werte von  $U_e$ ,  $U_{up}$  and  $\Psi$  und die Werte der Oberflächen als Eingabegrößen mit 3 wertgebenden Stellen zu verwenden.

Für die Ausgabe (Ergebnis der Klassifizierung) sind die Werte auf zwei wertgebende Stellen zu runden.

Beispiele:

Ergebnis der Berechnung = 1,41    wird zu 1,4 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Ergebnis der Berechnung = 1,45    wird zu 1,5 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Ergebnis der Berechnung = 0,741    wird zu 0,74 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Ergebnis der Berechnung = 0,745    wird zu 0,75 W/(m<sup>2</sup>·K)

## **8 Bewertung der Wärmedurchgangskoeffizienten von Dachoberlichtern, die von EUROLUX-Mitgliedern hergestellt wurden**

### **8.1 Allgemeines**

Um die Leistungen des Produktes eines jeden Hersteller untereinander vergleichen zu können, empfiehlt EUROLUX den U-Wert des Referenzmodells für jeden Familie zu bestimmen, wie es in den nachstehenden Abschnitten angegeben ist.

Dieser Referenzwert sollte durch ein unabhängiges Prüfinstitut zertifiziert werden.

Das Referenzmodell hängt nur von der Nenngröße der lichten Dachöffnung und der Höhe des Aufsetzkranzes ab. Die gelieferten Produkte können andere Abmessungen haben.

Die in dieser Richtlinie beschriebene Berechnungsmethode ermöglicht den spezifischen U-Wert für das gelieferte Produkt zu bestimmen und zu erklären.

### **8.2 Referenzmodell**

#### **8.2.1 Lichtkuppel ohne Aufsetzkranz**

Tabelle 2: Übersicht über die Referenzmodelle für Lichtkuppeln ohne Aufsetzkranz

<b>Typ A</b>	<b>Typ B</b>
Nenngröße der Dachöffnung 1.20 m x 1.20 m	Nenngröße der Dachöffnung 1.50 m x 1.50 m
$U_{r,ref}, A_{r,ref}$	$U_{r,ref}, A_{r,ref}$

Um das Lichtkuppel-Referenzmodell zu charakterisieren, sind die folgenden Angaben mit Bezug auf die  $U_{r,ref}$ -Wert-Erklärung zu machen:

Typ:                                    A oder B

Lichtdurchlässiger

Teil:                                    Verglasungsmaterial; Anzahl der Schalen; Lichttransmissionsgrad; Abmessung des lichtdurchlässigen Teils

Einfassrahmen:                    JA oder NEIN; falls JA ist das Material anzugeben; fest oder offenbar; falls offenbar ist die Anzahl der Dichtungen anzugeben

#### **8.2.2 Lichtkuppel mit Aufsetzkranz**

Aufsetzkranzhöhe: 300 mm

Tabelle 3: Übersicht über die Referenzmodelle für Lichtkuppeln mit Aufsetzkranz

<b>Typ A</b>	<b>Typ B</b>
Lichtkuppel mit Aufsetzkranz mit nur einem lichtdurchlässigen Teil	Lichtkuppel mit Aufsetzkranz mit zwei oder mehr lichtdurchlässigen Teilen
Nenngröße der Dachöffnung 1.20 m x 1.20 m	Nenngröße der Dachöffnung 1.50 m x 1.50 m
$U_{rc,ref300}, A_{r,ref300}$	$U_{rc,ref300}, A_{r,ref300}$



Um das Lichtkuppel-Referenzmodell zu charakterisieren, sind die folgenden Angaben mit Bezug auf die  $U_{rc,ref300}$ -Wert-Erklärung zu machen:

- Typ: A oder B
- Lichtdurchlässiger Teil: Verglasungsmaterial; Anzahl der Schalen; Lichttransmissionsgrad; Abmessung des lichtdurchlässigen Teils
- Einfassrahmen: JA oder NEIN; falls JA ist das Material anzugeben; fest oder öffnenbar; falls öffnenbar ist die Anzahl der Dichtungen anzugeben
- Aufsetzkranz: Wandungsmaterial; Material der Wärmedämmung; Dicke der Wärmedämmung

### 8.2.3 Dachlichtband ohne Aufsetzkranz

Tabelle 4: Übersicht über die Referenzmodelle für Dachlichtbänder ohne Aufsetzkranz

<b>Typ A</b>
Dachlichtband mit nur einem lichtdurchlässigen Teil
Nenngröße der Dachöffnung 2 m x 5 m
$U_{r,ref}$ , $A_{r,ref}$

Um das Lichtkuppel-Referenzmodell zu charakterisieren, sind die folgenden Angaben mit Bezug auf die  $U_{r,ref}$ -Wert-Erklärung zu machen:

- Typ: A
- Lichtdurchlässiger Teil: Verglasungsmaterial; Anzahl der Schalen; Lichttransmissionsgrad; Abmessung des lichtdurchlässigen Teils
- Einfassrahmen: JA oder NEIN; falls JA ist das Material anzugeben; fest oder öffnenbar; falls öffnenbar ist die Anzahl der Dichtungen anzugeben

### 8.2.4 Dachlichtband mit Aufsetzkranz

Aufsetzkranzhöhe: 300 mm

Tabelle 5: Übersicht über die Referenzmodelle für Dachlichtbänder mit Aufsetzkranz

<b>Typ A</b>
Dachlichtband mit Aufsetzkranz und lichtdurchlässigen Teilen
Nenngröße der Dachöffnung 2 m x 5 m
$U_{rc,ref300}$ , $A_{r,ref300}$

Um das Lichtkuppel-Referenzmodell zu charakterisieren, sind die folgenden Angaben mit Bezug auf die  $U_{rc,ref300}$ -Wert-Erklärung zu machen:

- Typ: A
- Lichtdurchlässiger Teil: Verglasungsmaterial; Anzahl der Schalen; Lichttransmissionsgrad; Abmessung des lichtdurchlässigen Teils

	<b>EUROLUX-Richtlinie 01</b> <b>Ermittlung des U-Wertes von Dachoberlichtern</b> <b>nach DIN EN 1873 und DIN EN 14963</b>	<b>September 2011</b>
--	---	-----------------------

Einfassrahmen: JA oder NEIN; falls JA ist das Material anzugeben;  
fest oder öffenbar; falls öffenbar ist die Anzahl der Dichtungen anzugeben  
Aufsetzkranz: Wandungsmaterial; Material der Wärmedämmung; Dicke der Wärmedämmung

## Anhang 1:

### Methode zur Berechnung des Wärmestromes durch ein in ein Gebäude eingebautes Dachoberlicht unter Berücksichtigung der Einbindung des Aufsetzkranzes in den Dachaufbau

Dieser Anhang kann in einer Entwurfs- oder Planungsphase verwendet werden, um die Energieeffizienz eines eingebauten Dachoberlichtes zu berechnen.

Der Hersteller sollte die folgenden Eigenschaften des gelieferten Dachoberlichtes angeben.

$U_{r,ref}$ - $A_{r,ref}$ oder $U_{rc,ref300}$ - $A_{rc,ref300}$ Werte für das Referenzmodell,
$U_r$ - $A_r$ oder $U_{rc}$ - $A_{rc}$ Werte, Nenngröße, $k_t$ für jedes gelieferte Dachoberlicht

Der Planer hat den Teil des Aufsetzkranzes zu berücksichtigen, der Teil der Wärmedämmung des Daches darstellt sowie die Nenngrößen der Öffnungen für die Dachoberlichter innerhalb der Dachfläche.

Die Güte des eingebauten Dachoberlichtes ist eine Funktion:

- des  $U_{rc}$ -Wertes des Dachoberlichtes und
- der Tiefe der Einbindung des Aufsetzkranzes in den Dachaufbau.

Dieser Anhang definiert, wie der Bemessungs-U-Wert,  $U_{rc,inst}$ , einer Lichtkuppel oder eines Dachlichtbandes aus dem  $U_{rc}$  (Wert für die CE-Kennzeichnung) für jede spezielle Anwendung der Gebäudehülle berechnet wird.

Dieser Anhang liefert Informationen, wie ein äquivalenter U-Wert für die Dachöffnung in Abhängigkeit von den Abmessungen und der Ausführung des Dachoberlichtes berechnet wird.

Der U-Wert eines in ein Dach eingebauten Dachlichtbandes  $U_{rc,inst}$  wird wie folgt berechnet:

$$U_{rc,inst} = U_{rc} - (h_{insulat} \times k_t) \quad \text{W/[m}^2 \times \text{K]} \quad (\text{A1.1})$$

Dabei ist:

$h_{insulat}$	Höhe der Wärmedämmung der Dachfläche, in m
$k_t$	Koeffizient zur Berücksichtigung des Teiles des Aufsetzkranzes, der zur Wärmedämmung des Daches gehört, in W/(m·K)
$U_{rc}$	Gesamt-Wärmedurchgangskoeffizient eines Dachoberlichtes

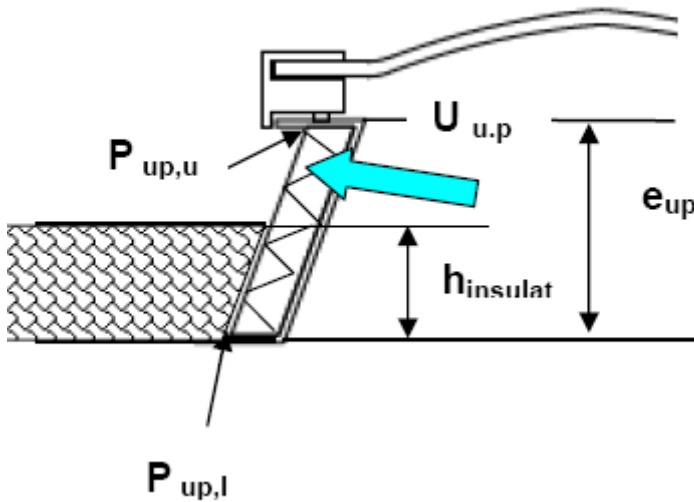
Der Koeffizient  $k_t$  ist definiert als:

$$k_t = \frac{U_{up} \times P_{up}}{A_{rc}} \quad \text{W/[m}^3 \times \text{K]} \quad (\text{A1.2})$$

Dabei ist:

$A_{rc}$	Oberfläche des Dachoberlichtes mit Aufsetzkranz, in m <sup>2</sup>
$P_{up}$	Bezugsumfang des Aufsetzkranzes (berechnet als Mittelwert aus oberem, äußeren Umfang $P_{up,u}$ und unterem, äußeren Umfang $P_{up,l}$ ), in m

$U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes, in  $W/(m^2 \cdot K)$



Legende:

$e_{up}$  Höhe des Aufsetzkranzes, in m

$h_{insulat}$  Höhe der Wärmedämmung der Dachfläche / height of insulating part of the roof

$P_{up,u}$  oberer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes, in m / upper outer perimeter of the upstand

$P_{up,l}$  unterer, äußerer Umfang des Aufsetzkranzes, in m / lower outer perimeter of the upstand

$U_{up}$  Wärmedurchgangskoeffizient des Aufsetzkranzes / the thermal transmittance of the upstand

Der Bemessungswärmestrom  $H_{rc}$  durch ein eingebautes Dachoberlicht wird wie folgt berechnet:

$$H_{rc} = A_{rc} \times U_{rc,inst} \quad [W/K] \quad (A1.3)$$

Dabei ist

$A_{rc}$  Oberfläche des Dachoberlichtes mit Aufsetzkranz, in  $m^2$

$U_{rc,inst}$  Wärmedurchgangskoeffizient eines in die Dachfläche eingebauten Dachoberlichtes, in  $W/[m^2 \times K]$

## Anhang 2:

### Berechnung des U-Wertes des transparenten Teils von Dachlichtbändern bestehend aus massiven Acryl- (PMMA-) oder Polycarbonat- (PC-) Platten

#### A2.1 Grundlagen

##### A2.1.1 Allgemeiner Ansatz

Gemäß DIN EN 673 ist die Berechnung des U-Wertes festgelegt durch

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_t} \quad (\text{A2.1})$$

Dabei ist

$h_e$      äußerer Wärmeübergangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$

$h_i$      innerer Wärmeübergangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$

$h_t$      Gesamtwärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in  $W/(m^2 \cdot K)$

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \sum_{i=1}^n r_i + \frac{1}{h_e} \quad (\text{A2.2})$$

Dabei ist

$h_e$      äußerer Wärmeübergangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$

$h_i$      innerer Wärmeübergangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$

$r_i$      Einzel-Wärmedurchgangswiderstand in  $(m^2 \cdot K)/W$

$R$      Gesamt-Wärmedurchgangswiderstand in  $(m^2 \cdot K)/W$

$U$      U-Wert in  $W/(m^2 \cdot K)$

Bei einem horizontalem Wärmestrom beträgt der Wert des inneren Wärmeübergangskoeffizienten  $h_i$   $8 W/(m^2 \cdot K)$  und  $1/h_i$  ist gerundet gleich  $0,13 (m^2K)/W$ .

Gemäß DIN EN ISO 10077-1 beträgt der Wert des inneren Wärmeübergangskoeffizienten  $h_i$  bei einem vertikalem Wärmestrom  $10 W/(m^2 \cdot K)$  und  $1/h_i$  ist gerundet gleich  $0,10 (m^2K)/W$ .

Der Wert des äußeren Wärmeübergangskoeffizienten  $h_e$  ist gleich  $23 W/(m^2 \cdot K)$  und  $1/h_e$  ist gerundet gleich  $0,04 (m^2K)/W$ .

Für massive, homogene Materialien ist der Einzel-Wärmewiderstand  $r_i$  definiert als:

$$r_i = \frac{d_i}{\lambda_i} \quad (\text{A2.3})$$

Dabei ist

$d_i$      Dicke des Material i in m

$\lambda_i$      Wärmeleitfähigkeitskoeffizient des Materials i in  $W/(m \cdot K)$

Für gewöhnliche Anwendungen können die folgenden Werte gemäß DIN EN ISO 10456, Tabelle 3, verwendet werden:

$$\lambda_{\text{PMMA}} = 0,18 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\lambda_{\text{PC}} = 0,20 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

### A2.1.2 Stehende Luftschicht

Eine Luftschicht stellt einen besonders hohen Wärmedurchgangswiderstand dar, der nicht linear von der Dicke der Schicht abhängt. In dünnen Schichten wächst der Widerstand schnell mit der Dicke, in dicken Schichten verändert sich der Widerstand nur geringfügig aufgrund der Luftbewegung innerhalb der Schicht (siehe Abbildung 1).

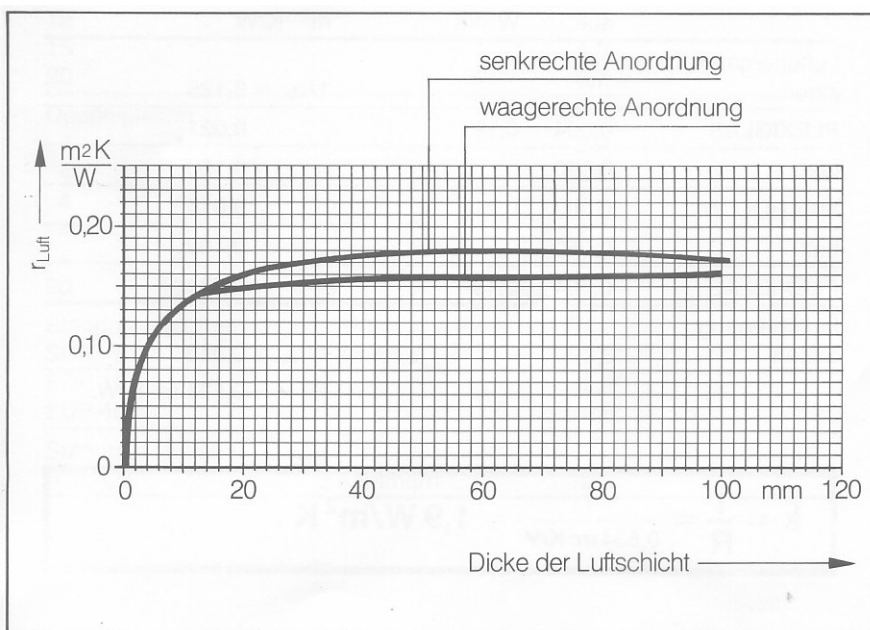


Abbildung 1: Wärmedurchgangswiderstand  $r$  für stehende Luftschichten, die horizontal oder vertikal angeordnet sind (einschließlich des Wärmeübergangskoeffizienten im Luftspalt)

(Quelle: Röhm-Architektenordner, Abschnitt PU 3, HRSG. Baurat Amtor Schwabe)

## A2.2 Berechnung

### A2.2.1 Einzelne Platte

$$R = \frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{h_e} \tag{A2.4}$$

#### Beispiel 1:

Wie groß ist der  $U_T$ -Wert für den transparenten Teil eines Dachlichtbandes aus einer 4 mm Acrylplatte?

**Werte:**

$$d = 0,004 \text{ m}$$

$$1/h_e = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$1/h_i = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$\lambda_{\text{PMMA}} = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

**Ergebnis:**

$$R = \frac{1}{U_i} = \frac{1}{10 \text{ W / m}^2 \text{K}} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,18 \text{ W / mK}} + \frac{1}{25 \text{ W / m}^2 \text{K}} = 0,162 \text{ m}^2 \text{K / W} \quad (\text{A2.5})$$

$$U_i = 6,2 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (\text{A2.6})$$

**A2.2.2 Zwei Platten mit stehender Luftschicht**

$$R = \frac{1}{U_i} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{h_e} = \frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + r_{\text{air}} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{1}{h_e} \quad (\text{A2.7})$$

**Beispiel 2:**

Wie groß ist der U-Wert für den transparenten Teil eines Dachlichtbandes bestehend aus einer Kombination von je zwei 4 mm dicken Acrylplatten und einer Luftschicht der Dicke 40 mm?

**Werte:**

$$d_{1,2} = 0,004 \text{ m}$$

$$1/h_e = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$1/h_i = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$r_{\text{air}} = 0,15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

$$\lambda_{1,2} = \lambda_{\text{PMMA}} = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

**Ergebnis:**

$$R = \frac{1}{U_i} = 0,10 \text{ m}^2 \text{K / W} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,18 \text{ W / mK}} + 0,15 \text{ m}^2 \text{K / W} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,18 \text{ W / m}^2 \text{K}} + 0,04 \text{ m}^2 \text{K / W} = 0,334 \text{ m}^2 \text{K / W} \quad (\text{A2.8})$$

$$U_i = 3,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (\text{A2.9})$$

**A2.2.3 Drei Platten**

$$R = \frac{1}{U_i} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{\Lambda} + \frac{1}{h_e} = \frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + r_{1,\text{air}} + \frac{d_2}{\lambda_2} + r_{2,\text{air}} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \frac{1}{h_e} \quad (\text{A2.10})$$

**Beispiel 3:**

Wie groß ist der U-Wert für den transparenten Teil eines Dachlichtbandes bestehend aus zwei Acrylplatten (je 4 mm dick), einer PC-Platte 3 mm dick und Luftschichtdicken von 50 mm und 20 mm?

**Werte:**

- $d_{1,3} = 0,004 \text{ m}$
- $d_2 = 0,003 \text{ m}$
- $1/h_e = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $1/h_i = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $r_{1,\text{air}} = 0,15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $r_{2,\text{air}} = 0,16 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $\lambda_{1,3} = \lambda_{\text{PMMA}} = 0,18 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$
- $\lambda_2 = \lambda_{\text{PC}} = 0,20 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

**Ergebnis:**

$$R = \frac{1}{U_i} = 0,10 \text{ m}^2 \text{K / W} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,18 \text{ W / mK}} + 0,15 \text{ m}^2 \text{K / W} + \frac{0,003 \text{ m}}{0,20 \text{ W / m}^2 \text{K}} + 0,16 \text{ m}^2 \text{K} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,18 \text{ W / mK}} + 0,04 \text{ m}^2 \text{K / W} = 0,509 \text{ m}^2 \text{K / W} \quad (\text{A2.11})$$

$$U_i = 1,96 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \quad (\text{A2.12})$$

**A2.2.4 Berechnung von Plattenkombinationen unter Verwendung verfügbarer U-Werte**

**Beispiel 4:**

Wie groß ist der U-Wert für den transparenten Teil eines Dachlichtbandes bestehend aus einer Kombination aus einer massiven PC-Platte (4 mm), einer PC-Stegsechsfachplatte 16 mm (S6P16) und einer Luftschichtdicke von 50 mm?

**Werte:**

- $d_1 = 0,004 \text{ m}$
- $1/h_e = 0,04 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $1/h_i = 0,10 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $r_{1,\text{air}} = 0,16 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$
- $U_{\text{S6P16}} = 1,85 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  (siehe DIN EN 15193, Tabelle C.3a)
- $\lambda_2 = \lambda_{\text{PC}} = 0,20 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$

**Ergebnis:**

Unter Verwendung von Gleichung (2) zur Bestimmung von  $r_{\text{S6P16}}$ :



	<b>EUROLUX-Richtlinie 01</b> <b>Ermittlung des U-Wertes von Dachoberlichtern</b> <b>nach DIN EN 1873 und DIN EN 14963</b>	<b>September 2011</b>
--	---	-----------------------

$$r_{s_{6P16}} = \frac{1}{1,85 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})} - 0,1 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} - 0,04 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} = 0,401 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} \quad (\text{A2.13})$$

$$R = \frac{1}{U_t} = 0,10 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} + \frac{0,004 \text{ m}}{0,20 \text{ W}/\text{mK}} + 0,16 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} + 0,401 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} + 0,04 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} = 0,72 \text{ m}^2 \text{ K}/\text{W} \quad (\text{A2.14})$$

$$U_t = 1,39 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \quad (\text{A2.15})$$