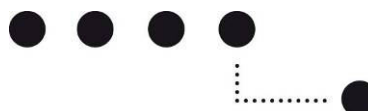


# U-Wert-Berechnung nach EN ISO 10077-1, EN ISO 10077-2 und SIA 331

## Prüfbericht

Berner Fachhochschule  
Architektur, Holz und Bau  
Burgdorf, Biel



<b>Bericht Nr.</b>	9193-PB-03
<b>Auftrag Nr.</b>	9193.DPE
<b>Klassifizierung</b>	Vertraulich
<b>Prüfgegenstand</b>	Zweiflügeliges Stulpfenster
<b>Typ, Modell oder Seriennummer</b>	System NEWI HM 86, $U_g=0.7 \text{ W/m}^2\text{K}$ , Randverbund Thermix
<b>Datum</b>	13.09.2011
<b>Auftraggeber</b>	Neururer-Wismer AG Herr André Neururer Freihofstrasse 1-3 8048 Zürich
<b>Adresse der Prüfstelle</b>	Berner Fachhochschule, Architektur, Holz und Bau Abteilung F+E, Fassadenelemente , Innenausbau und Möbel Solithurnstrasse 102, CH-2504 Biel Tel / Fax +41 (0)32 344 0 202 / 391 www.ahb.bfh.ch
<b>Sachbearbeiter</b>	 Andrea Uehlinger
<b>Stellvertretender Leiter F+E Fassadenelemente-, Innen- ausbau und Möbel</b>	 Marc Donzé



SCHWEIZERISCHER PRÜFSTELLENDIENST  
SERVICE SUISSE D'ESSAI  
SERVIZIO DI PROVA IN SVIZZERA  
SWISS TESTING SERVICE

Nach ISO/IEC 17025 akkreditiert, STS 317

**BFH** | Forschung und Entwicklung

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE</b>	<b>3</b>
	U-Wert Berechnung .....	3
<b>2</b>	<b>PRÜFGRUNDLAGEN</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PRÜFGEGENSTAND</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>NUMERISCHE BERECHNUNGEN</b>	<b>5</b>
	Kriterien zur U <sub>F</sub> -Wert-Berechnungen .....	5
<b>5</b>	<b>PRÜFERGEBNISSE</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>BESTIMMUNGEN ZUM VORLIEGENDEN BERICHT</b>	<b>8</b>
<b>ANHANG A: DETAILZEICHNUNGEN</b>		<b>9</b>
	A.1 Detail: oben/seitlich .....	9
	A.2 Detail: unten .....	10
	A.3 Detail: Mittelpartie .....	11
<b>ANHANG B: U<sub>F</sub>-WERT-BERECHNUNGEN</b>		<b>12</b>
	B.1 Detail: oben/seitlich .....	12
	B.2 Detail: unten .....	13
	B.3 Detail: Mittelpartie .....	14
<b>ANHANG C: <math>\psi</math>-WERT-BERECHNUNGEN</b>		<b>15</b>
	C.1 Detail: oben/seitlich .....	15
	C.2 Detail: unten .....	16
	C.3 Detail: Mittelpartie .....	17

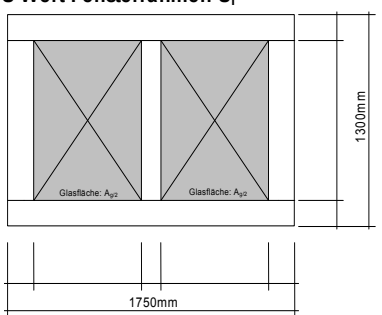
## 1 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

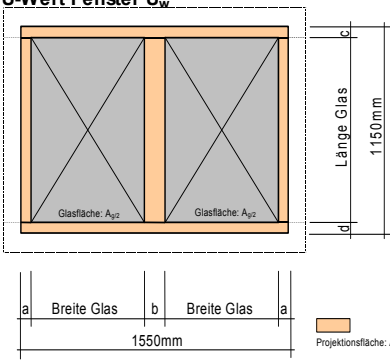
Die U-Wert-Berechnungen wurden an einem Holz-Alu-Fenster des Systems NEWI HM 86 der Firma Neururer-Wismer AG durchgeführt. Der Wärmedurchgangskoeffizient des 3-fach-Glases beträgt  $U_g = 0.7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ . Die Dicke der Verglasung beträgt 44 mm.

### U-Wert Berechnung

#### Fenstertyp

2-flüg. Fenster mit Stulpmittelpartie

U-Wert Fensterrahmen $U_f$	
	
Rahmen Breite	1750 mm
Rahmen Höhe	1300 mm
Profilbreite seitlich	109 mm
Profilbreite oben	109 mm
Profilbreite unten	146 mm
Profilbreite mitte	86 mm

U-Wert Fenster $U_w$	
	
Rahmen Breite im Licht	1550 mm
Rahmen Höhe im Licht	1150 mm
a_Profil seitlich	30 mm
c_Profil oben	30 mm
d_Profil unten	84 mm
b_Profil mitte	86 mm

#### Bezeichnung Modell

NEWI HM 86

<b>Rahmenprofil seitlich</b>	Fläche	0.228 m <sup>2</sup>
	U-Wert	1.279 W/m <sup>2</sup> K
<b>Rahmenprofil oben</b>	Fläche	0.191 m <sup>2</sup>
	U-Wert	1.279 W/m <sup>2</sup> K
<b>Rahmenprofil unten</b>	Fläche	0.256 m <sup>2</sup>
	U-Wert	1.458 W/m <sup>2</sup> K
<b>Rahmenprofil mitte</b>	Fläche	0.090 m <sup>2</sup>
	U-Wert	1.392 W/m <sup>2</sup> K
<b>Rahmenprofil total</b>	Fläche	0.764 m <sup>2</sup>
	<b>Mittlerer U-Wert <math>U_f</math></b>	<b>1.352 W/m<sup>2</sup>K</b>
<b>Verglasung</b>	U-Wert Glas	0.7 W/m <sup>2</sup> K
	$\Psi_g$ -Wert Verbund	0.046 W/mK
	sichtbare Höhe des Glases $g_l$	1.036 m
	sichtbare Breite des Glases $g_b$	0.702 m
	Glasfläche $A_g$	1.455 m <sup>2</sup>
	Perimeter Randverbund $l_g$	6.952 m'
<b>Rahmen im Licht</b>	Fläche	0.328 m <sup>2</sup>
	Glasanteil	81.6 %
<b>Fenster</b>	Projektionsfläche $A_w$	1.783 m <sup>2</sup>
	<b>deklarerierter U-Wert Fenster <math>U_w</math></b>	<b>1.0 W/m<sup>2</sup>K</b>

Der U-Wert des Fensters beträgt  $1.0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  und damit erfüllt das Fenster die Anforderungen eines Minergie<sup>®</sup>-Modul Fensters.

13.09.2011, Laboratorium der BFH, Biel

## 2 PRÜFGRUNDLAGEN

SN EN ISO 10077-1 (12/2006)	Berechnungen des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren.
SN EN ISO 10077-2 (08/2008)	Berechnungen des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen.
SN EN 12524 (11/2000)	Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte
SIA 180 (11/1999)	Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau.
SIA 331 (10/2008)	Fenster und Fenstertüren

Reglement und Nachweisverfahren zur Vergabe des Minergie® - Zertifikats für Minergie® -Modul Fenster im Wohnungsbau des Schweizerischen Fachverband des Fenster- und Fassadenbranche (FFF) und der Schweizerischen Zentralstelle für Fenster- und Fassadenbau (SZFF) (09/2011).

## 3 PRÜFGEGENSTAND

Die U-Wert-Berechnung erfolgte an einem zweiflügligen Normfenster gemäss SIA 331. In der unten liegenden Tabelle sind die Komponenten des Fensters dargestellt. Die Schnittzeichnungen des Fensters befinden sich im Anhang A.

Blendrahmen	
Rahmenmaterial:	Holz (Fichte) / Aluminium
Profildicke:	69 mm inkl. Alu
Profilbreite :	Seite / Oben: 89 mm inkl. Alu Unten: 95 mm ohne Wetterschenkel
Dichtungen:	Anzahl: 1, Material: EPDM

Flügelrahmen	
Rahmenmaterial:	Holz (Fichte) / Aluminium
Profildicke:	73 mm bzw. 80 mm inkl. Alu Mittelpartie: 87.5 mm inkl. Alu
Profilbreite :	Seite/Oben/Unten: 65 mm Mittelpartie: 86 mm
Dichtungen:	Anzahl: 1 im Mittelpartie, Material: EPDM

Verglasung, (Herstellerangaben)	
Hersteller	Joh. Sprinz GmbH & Co.KG
Glas Typ	Spritherm Top S
U <sub>g</sub> – Wert:	0.7 W/(m <sup>2</sup> K)
Elementdicke:	44 mm
Aufbau:	4-16-4-16-4 mm
Gasfüllung:	Argon
Material Abstandhalter / Randverbund	Kunststoff/Edelstahl; Thermix TX N

Glasabdichtung	
Abdichtung innen:	Silikon
Abdichtung aussen:	Silikon, Polyethylenschaum

## 4 NUMERISCHE BERECHNUNGEN

Der Wärmedurchgangskoeffizient ( $U_f$ ) und der Wärmestrom werden mit dem Programm flixo 6.10.504.1 der Firma Infomind GmbH, Zürich berechnet. Die Materialeigenschaften (Lambda-Werte) stammen aus den Normen SN EN ISO 10077-2 und SN EN 12524. Die Materialisierung der verschiedenen Oberflächenmodelle ist im Anhang B dargestellt.

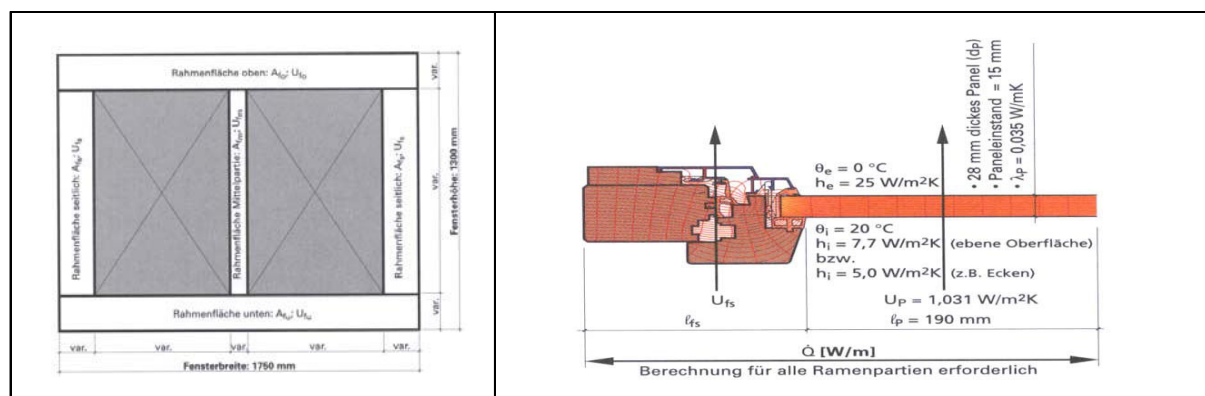
### Kriterien zur $U_f$ -Wert-Berechnungen

Bei der Berechnung des  $U_f$ -Wertes (U-Wert des Fensterrahmens) wird das Isolierglas durch ein fiktives Glaspaneel mit einem Lambda-Wert von 0.035 W/(mK) ersetzt. Die von der Norm SN EN ISO 10077-2 geforderten Randbedingungen sind in folgender Tabelle aufgelistet.

Bezeichnung	Temperatur $\theta$ [°C]	Wärmeübergangskoeffizient $h$ [W/m <sup>2</sup> K]
Außen Standard	0	25.0
Innen Standard	20	7.692
Innen Ecke	20	5.0

## 5 PRÜFERGEBNISSE

### U-Wert des Fensterrahmens nach EN ISO 10077-2



$$U_f = \frac{A_{fu} \cdot U_{fu} + A_{fo} \cdot U_{fo} + A_{fm} \cdot U_{fm} + A_{fs} \cdot U_{fs}}{A_f} \quad [W/m^2K]$$

$A_{fs}$	2 0.109 m	1.045 m =	0.228 m <sup>2</sup>
$A_{fo}$	1 0.109 m	1.75 m =	0.191 m <sup>2</sup>
$A_{fu}$	1 0.146 m	1.75 m =	0.256 m <sup>2</sup>
$A_{fm}$	1 0.086 m	1.045 m =	0.090 m <sup>2</sup>
$A_f$	x* Breite *	Länge =	0.764 m <sup>2</sup>

$U_{fs}$	gemäss Flixo Berechnung	1.279 W/m <sup>2</sup> K
$U_{fo}$	gemäss Flixo Berechnung	1.279 W/m <sup>2</sup> K
$U_{fu}$	gemäss Flixo Berechnung	1.458 W/m <sup>2</sup> K
$U_{fm}$	gemäss Flixo Berechnung	1.392 W/m <sup>2</sup> K

Mittlerer U-Wert über die Rahmenfläche	$U_f$	1.352 W/m <sup>2</sup> K
--	-------	--------------------------

Detaillierte Berechnung des  $U_f$ -Wertes siehe Anhang B.

**U-Wert des Glases**Der Glaskennwert  $U_g$  ist den Unterlagen des Glasherstellers entnommen

Gewählt:				Nach EN 673
Verglasung	Typ (Produktname)	Dimension [mm]	Gasfüllung	$U_g$ -Wert [ $W/m^2K$ ]
dreifach	Spritherm Top S	4-16-4-16-4	Argon	0.7

 **$\psi$ -Wert des Glasrandverbundes nach EN ISO 10077-2**Der Glaskennwert  $\Psi_g$  ist gemäss EN ISO 10077-2 gerechnet

Gewählt:	
Materialwahl des Abstandhalters	Typ (Produktname)
Kunststoff/Edelstahl	Thermix

$$\Psi_g = \frac{\Psi_s \cdot g_l \cdot 2 + \Psi_o \cdot g_b \cdot 2 + \Psi_u \cdot g_b \cdot 2 + \Psi_m \cdot g_l \cdot 2}{l_g} \quad [W/mK]$$

**Berechnung  $\psi$ -Wert des Glasrandverbundes**

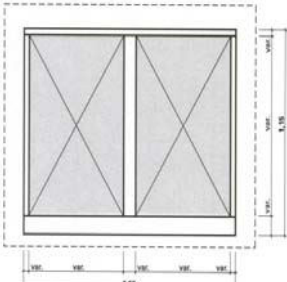
$2 \times g_l$	2 x sichtbare Höhe des Glases	2.072 m
$2 \times g_b$	2 x sichtbare Breite des Glases	1.404 m
$l_g$	Perimeter Randverbund	6.952 m

$\Psi_s$	gemäss Berechnung Flixo	0.047 W/mK
$\Psi_o$	gemäss Berechnung Flixo	0.047 W/mK
$\Psi_u$	gemäss Berechnung Flixo	0.047 W/mK
$\Psi_m$	gemäss Berechnung Flixo	0.045 W/mK

<b>Mittlerer <math>\Psi</math>-Wert des Glasrandverbundes</b>	<b><math>\Psi_g</math></b>	<b>0.046 W/mK</b>
---	----------------------------	-------------------

Detaillierte Berechnung des psi-Wertes siehe Anhang C.

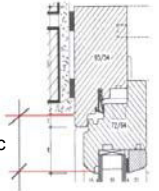
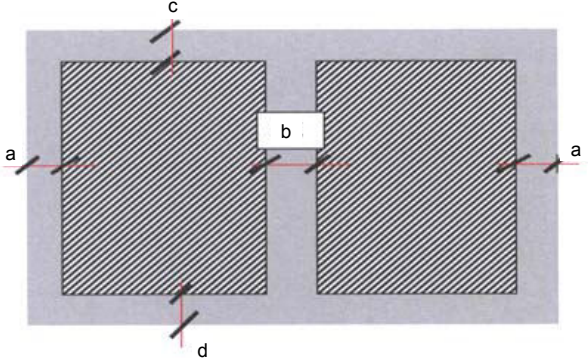
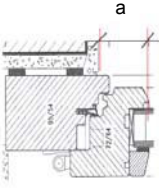
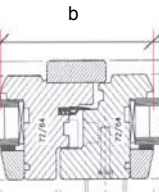
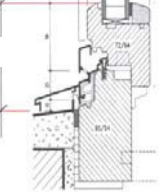
**U-Wert des Fensters nach SIA 331** $U_w$ -Wert des zweiflügeligen Referenzfensters, bezogen auf die Projektionsfläche in der äusseren, lichten Maueröffnung.

	$U_w = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_w} \quad [W/m^2K]$
---	---

$A_f$	0.328 m <sup>2</sup>
$A_g$	1.455 m <sup>2</sup>
$A_w$	1.783 m <sup>2</sup>
$l_g$	6.952 m
$U_f$	1.352 W/m <sup>2</sup> K
$U_g$	0.700 W/m <sup>2</sup> K
$\Psi_g$	0.046 W/m <sup>2</sup> K

<b>U-Wert Fenster:</b>	<b><math>U_w</math></b>	<b>1.001 W/m<sup>2</sup>K</b>
------------------------	-------------------------	-------------------------------

### Glasanteil des eingebauten Fensters

<b>oben</b> 	30 mm	
<b>seitlich</b> 	30 mm	
<b>Mittelpartie</b> 	86 mm	
<b>unten</b> 	84 mm	

**Glasanteil**

$$\frac{100 \cdot A_g}{A_w}$$

Projektionsfläche $A_w$	1.783 m <sup>2</sup>
Glasfläche $A_g$	1.455 m <sup>2</sup>
<b>Glasanteil</b>	<b>81.6 %</b>

## **6 BESTIMMUNGEN ZUM VORLIEGENDEN BERICHT**

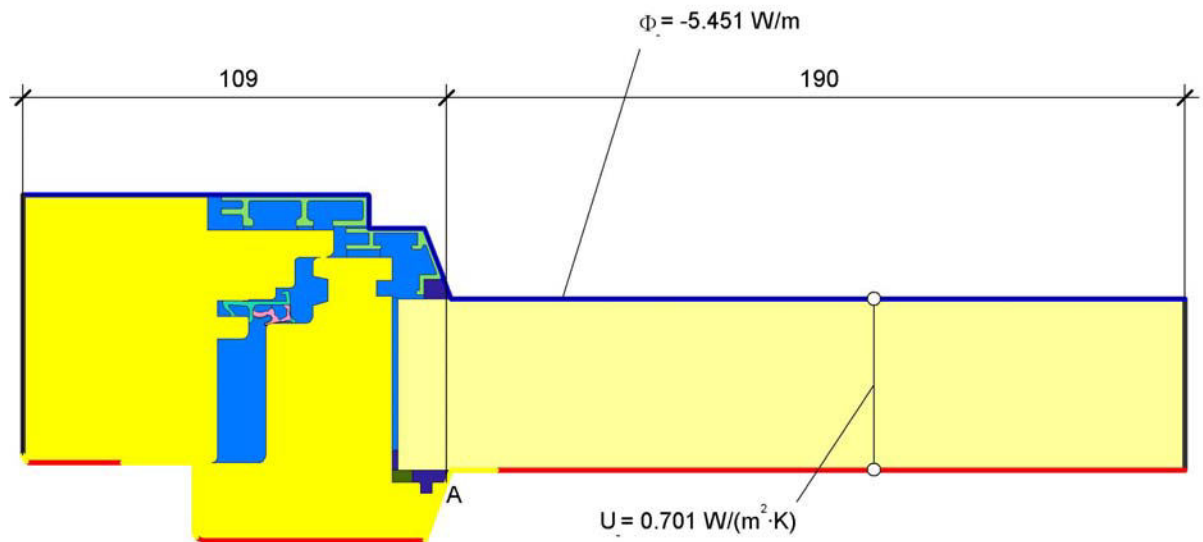
Die Prüfergebnisse dieses Berichts beziehen sich ausschliesslich auf die geprüften Gegenstände. Dieser Bericht darf nicht ohne Genehmigung der BFH auszugsweise vervielfältigt werden. Jegliche Veröffentlichung des Berichts oder von Teilen davon bedarf der schriftlichen Zustimmung der BFH. Angaben zur Messunsicherheit werden auf Anfrage gemacht. Ein Original dieses Berichts wird von der BFH für 5 Jahre aufbewahrt. Dieser Bericht ist nur mit den Unterschriften des Leiters F+E Fassadenelemente, Innenausbau und Möbel und des Sachbearbeiters gültig.

Dieser Bericht besteht aus 17 Seiten inkl. Anhang.



## Anhang B: U<sub>F</sub>-WERT-BERECHNUNGEN

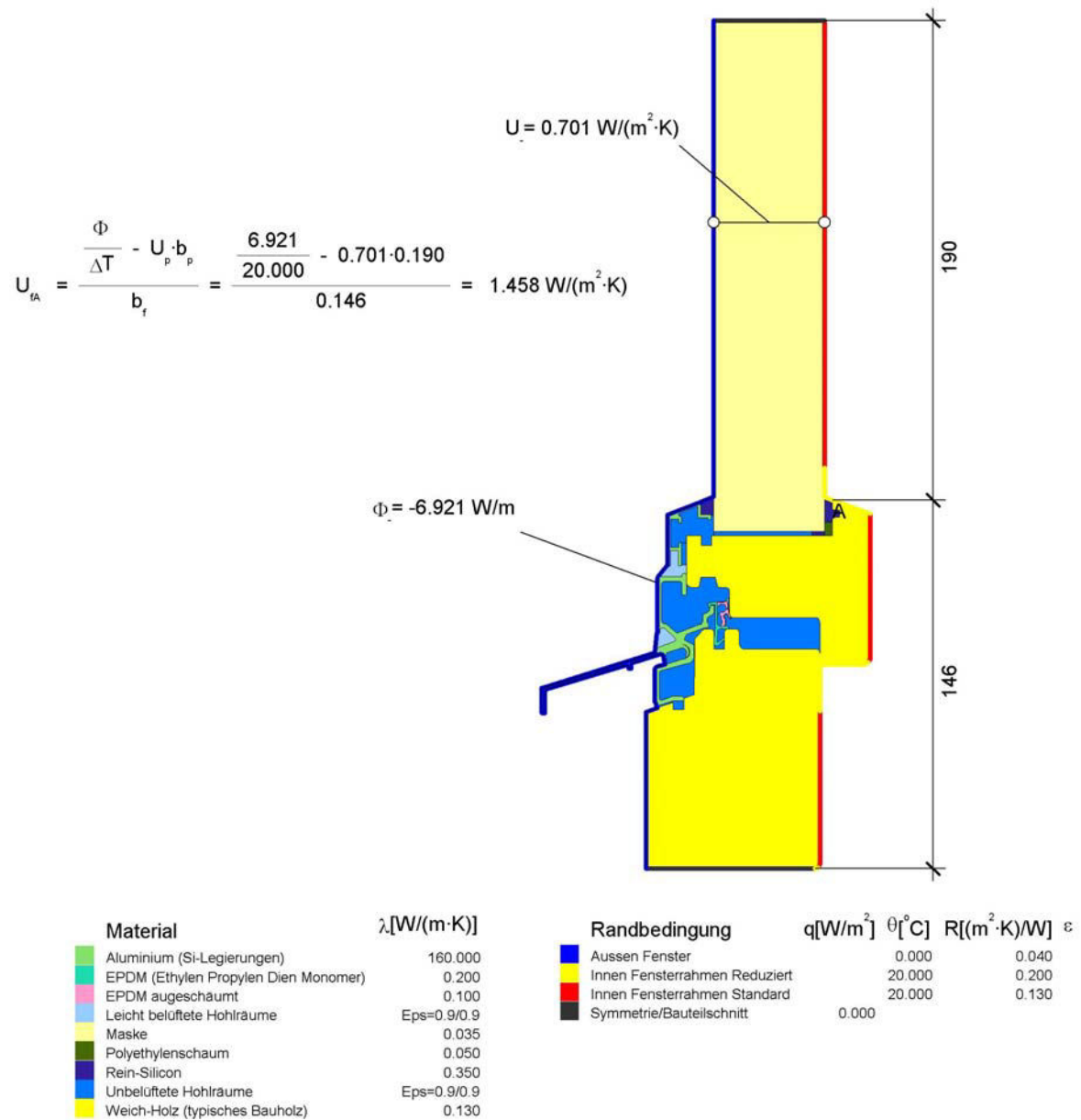
### B.1 Detail: oben/seitlich



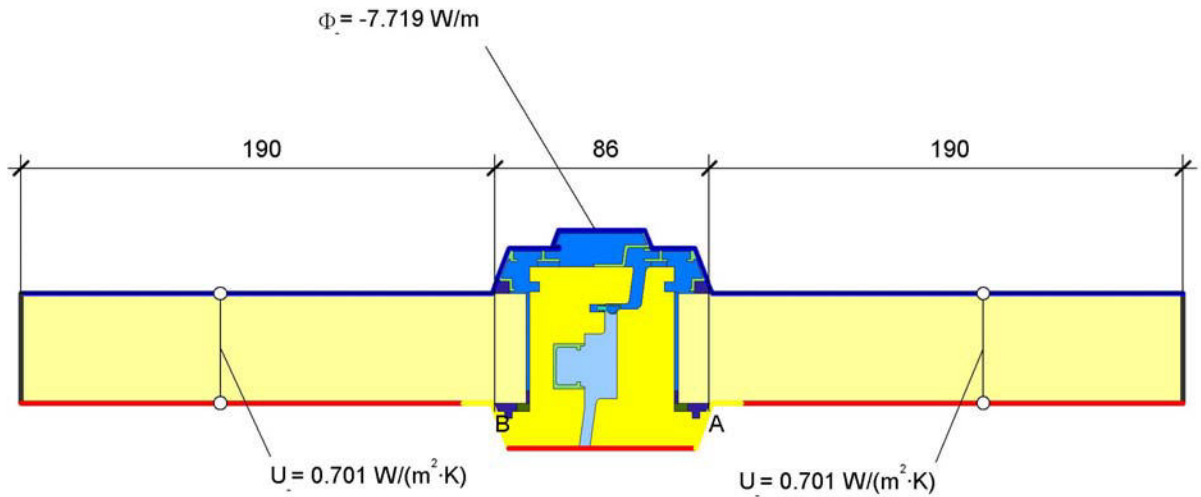
$$U_{fA} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{5.451}{20.000} - 0.701 \cdot 0.190}{0.109} = 1.279 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Material	$\lambda$ [W/(m·K)]	Randbedingung	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°C]	$R$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\varepsilon$
Aluminium (Si-Legierungen)	160.000	Aussen Fenster	0.000	0.000	0.040	
EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer)	0.200	Innen Fensterrahmen Reduziert	20.000	20.000	0.200	
EPDM augeschäumt	0.100	Innen Fensterrahmen Standard	20.000	20.000	0.130	
Maske	0.035	Symmetrie/Bauteilschnitt	0.000	0.000		
Polyethylenschaum	0.050					
Rein-Silicon	0.350					
Unbelüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9					
Weich-Holz (typisches Bauholz)	0.130					

## B.2 Detail: unten



## B.3 Detail: Mittelpartie

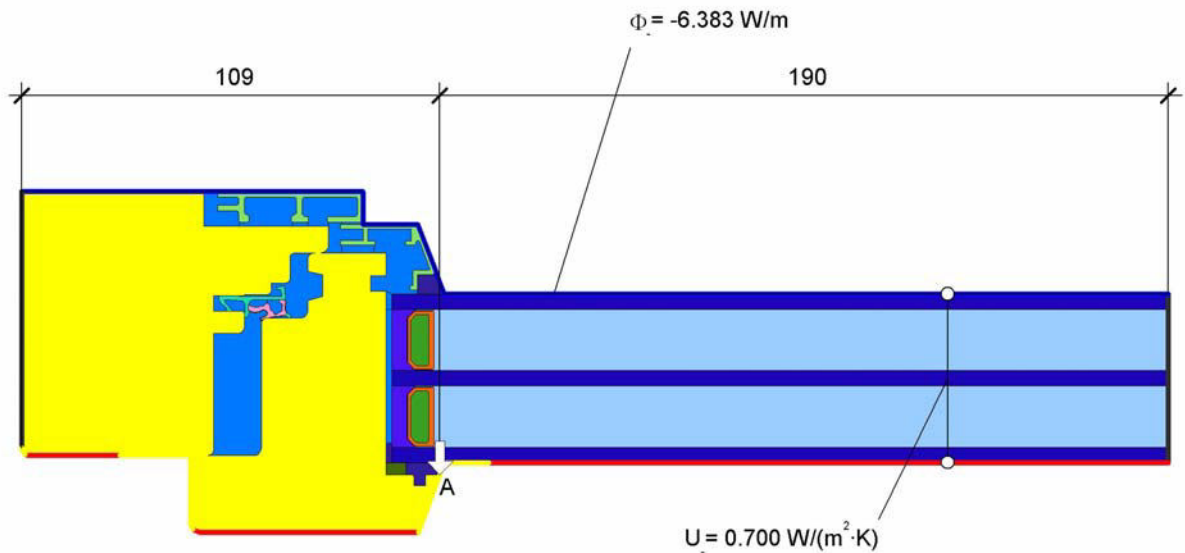


$$U_{fA,B} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{U_{p1} \cdot b_{p1}}{b_f} - \frac{U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{7.719}{20.000} - \frac{0.701 \cdot 0.190}{0.086} - \frac{0.701 \cdot 0.190}{0.086} = 1.392 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

Material	$\lambda$ [W/(m·K)]	Randbedingung	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°C]	$R$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\varepsilon$
Aluminium (Si-Legierungen)	160.000	Aussen Fenster	0.000	0.000	0.040	
EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer)	0.250	Innen Fensterrahmen Reduziert	20.000	20.000	0.200	
Leicht belüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9	Innen Fensterrahmen Standard	20.000	20.000	0.130	
Maske	0.035	Symmetrie/Bauteilschnitt	0.000			
Polyethylenschaum	0.050					
Rein-Silicon	0.350					
Unbelüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9					
Weich-Holz (typisches Bauholz)	0.130					

## Anhang C: $\Psi$ -WERT-BERECHNUNGEN

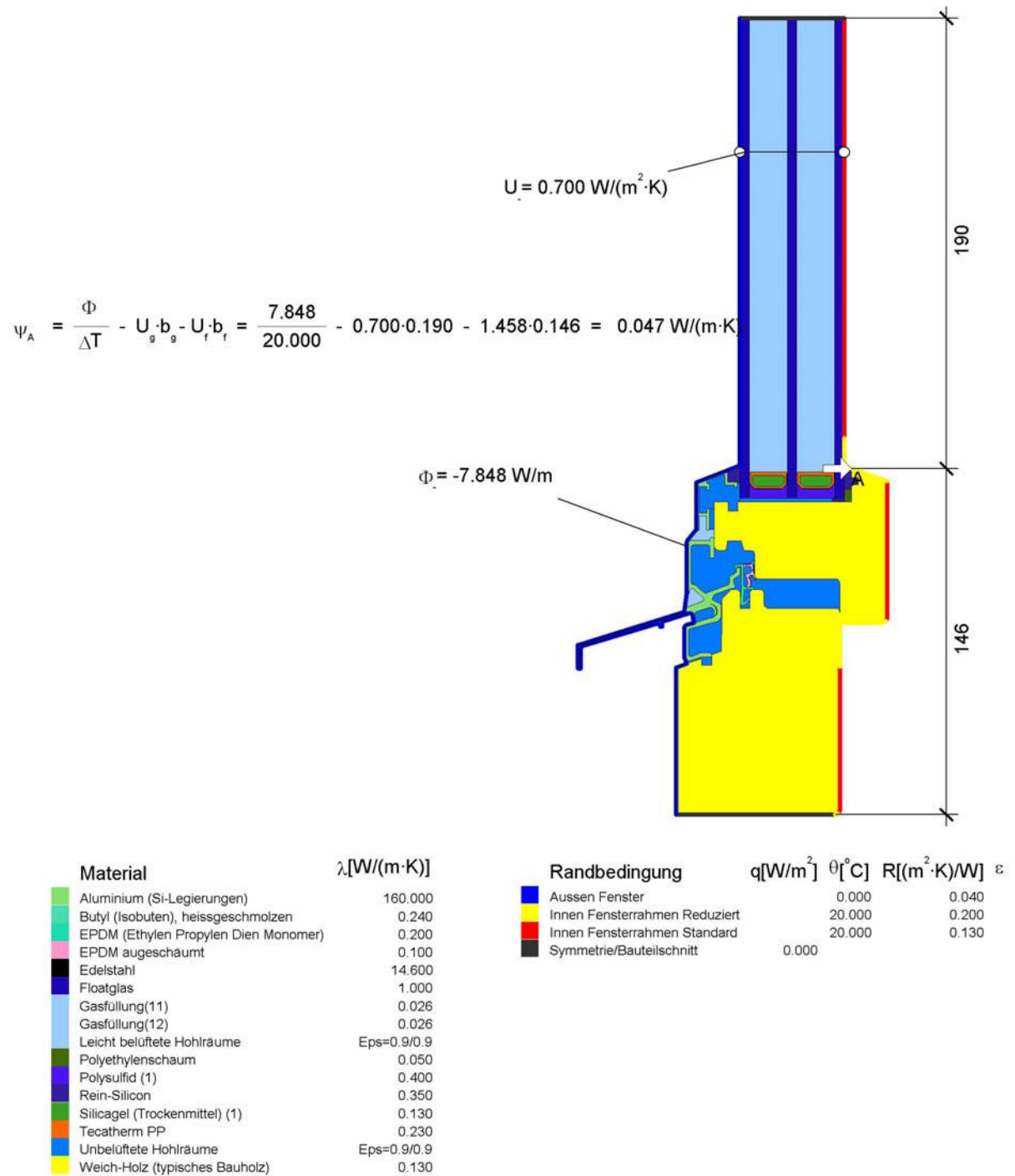
### C.1 Detail: oben/seitlich



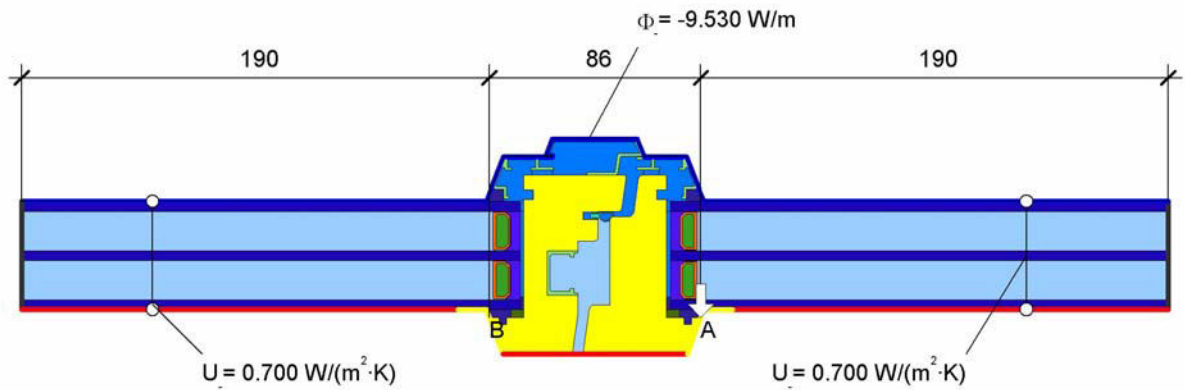
$$\Psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{6.383}{20.000} - 0.700 \cdot 0.190 - 1.279 \cdot 0.109 = 0.047 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Material	$\lambda$ [W/(m·K)]	Randbedingung	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°C]	$R$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\varepsilon$
Aluminium (Si-Legierungen)	160.000	Aussen Fenster	0.000	0.040		
Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen	0.240	Innen Fensterrahmen Reduziert	20.000	0.200		
EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer)	0.200	Innen Fensterrahmen Standard	20.000	0.130		
EPDM aufgeschäumt	0.100	Symmetrie/Bauteilschnitt	0.000			
Edelstahl	14.600					
Floatglas	1.000					
Gasfüllung(11)	0.026					
Gasfüllung(12)	0.026					
Polyethylenschaum	0.050					
Polysulfid (1)	0.400					
Rein-Silicon	0.350					
Silicagel (Trockenmittel) (1)	0.130					
Tecatherm PP	0.230					
Unbelüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9					
Weich-Holz (typisches Bauholz)	0.130					

## C.2 Detail: unten



### C.3 Detail: Mittelpartie



$$\Psi_{A,B} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{U_{g1} \cdot b_{g1} - U_f \cdot b_f - U_{g2} \cdot b_{g2}}{2} = \frac{9.530}{20.000} - \frac{0.700 \cdot 0.190 - 1.392 \cdot 0.086 - 0.700 \cdot 0.190}{2} = 0.045 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$$

Material	$\lambda$ [W/(m·K)]	Randbedingung	$q$ [W/m <sup>2</sup> ]	$\theta$ [°C]	$R$ [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\varepsilon$
Aluminium (Si-Legierungen)	160.000	Aussen Fenster	0.000	0.040		
Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen	0.240	Innen Fensterrahmen Reduziert	20.000	0.200		
EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer)	0.250	Innen Fensterrahmen Standard	20.000	0.130		
Edelstahl	14.600	Symmetrie/Bauteilschnitt	0.000			
Floatglas	1.000					
Gasfüllung(27)	0.026					
Gasfüllung(28)	0.026					
Gasfüllung(29)	0.026					
Gasfüllung(30)	0.026					
Leicht belüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9					
Polyethylenschaum	0.050					
Polysulfid (1)	0.400					
Rein-Silicon	0.350					
Silicagel (Trockenmittel) (1)	0.130					
Tecatherm PP	0.230					
Unbelüftete Hohlräume	Eps=0.9/0.9					
Weich-Holz (typisches Bauholz)	0.130					