

# Nachweis

## Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten



Prüfbericht  
Nr. 13-000494-PR01  
(PB 01-A01-06-de-02)

Auftraggeber REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen  
Ytterbium 4  
91058 Erlangen-Eltersdorf  
Deutschland

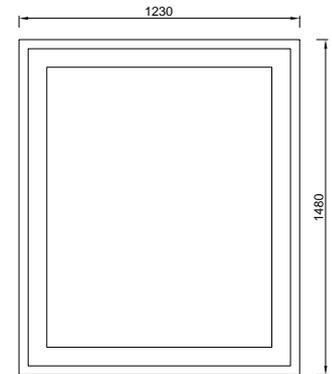
### Grundlagen \*)

EN 14351-1:2006+A1:2010  
EN ISO 10077-1:2006-09  
EN ISO 10077-2:2012-02  
EN ISO 10211:2007-12  
SG 06-verpflichtend  
NB-CPD/SG06/11/083 2011-09  
ift-Richtlinie WA-15/2 2011-02  
ift-Prüfbericht 13-001212-PR02  
(PB-K20-06-de-02)  
ift-Prüfbericht 13-000494-PR01  
(PB 01-A01-06-de-01)

\*) und entsprechende nationale Fassungen  
(z.B. DIN EN)

Produkt **Einflügeliges Kunststoff Fenster**  
Bezeichnung System: **GENEO**  
Leistungsrelevante Produktdetails Material **Polyvinylchlorid (PVC-U) hart**; Öffnungsrichtung **nach innen**; Breite in mm **1230**; Höhe in mm **1480**; **Flügelrahmen-Blendrahmen**; Ansichtsbreite B in mm **115**; **Flügelrahmen**; Artikel-Nummer **1532036**; Breite in mm **77**; Dicke in mm **86**; **Füllung der Kammer**; Lieferbezeichnung **Thermomodul EPS**; Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) **0,031**; **Blendrahmen**; Artikel-Nummer **1532015**; Breite in mm **72**; Dicke in mm **86**; **Füllung der Kammer**; Lieferbezeichnung **Thermomodul EPS**; Wärmeleitfähigkeit in W/(m K) **0,031**; **Mehrscheibenisoliervglas**; Aufbau in mm **4/12/4/12/4**; Einstand in mm **17**; Wärmedurchgangskoeffizient  $U_g$  in W/(m<sup>2</sup> K) **0,6** (Angabe des Auftraggebers); Abstandhalter; Lieferbezeichnung **Thermix TX.N plus**  
Besonderheiten **Tennung des Glasfalzbereichs durch PVC-weich Lippe**

### Darstellung



### Ergebnis

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  
nach EN ISO 10077-1:2006-09



$$U_W = 0,79 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

### Verwendungshinweise

Die ermittelten Ergebnisse können vom Hersteller als Grundlage für den herstellereigenen zusammenfassenden ITT-Bericht verwendet werden. Die Festlegungen der geltenden Produktnorm sind zu beachten.

### Gültigkeit

Die genannten Daten und Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf den geprüften und beschriebenen Probekörper.

Diese Prüfung ermöglicht keine Aussage über weitere leistungs- und qualitätsbestimmende Eigenschaften der vorliegenden Konstruktion.

### Veröffentlichungshinweise

Es gilt das "Merkblatt zur Benutzung von ift-Prüfdokumentationen". Das Deckblatt kann als Kurzfassung verwendet werden.

### Inhalt

Der Nachweis umfasst insgesamt 7 Seiten und Anlagen (3 Seiten).

ift Rosenheim  
08.07.2013

Manuel Demel, M.BP. Dipl.-Ing. (FH)  
Stv. Prüfstellenleiter  
Bauphysik

Maurice Mayer, Dipl.-Ing. (FH)  
Prüfingenieur  
Rechnergestützte Simulation

## 1 Gegenstand

### 1.1 Probekörperbeschreibung

#### Einflügeliges Kunststoff Fenster

Hersteller	REHAU AG + Co., Verwaltung Erlangen - Erlangen-Eltersdorf
Systembezeichnung	GENEO
Material	Polyvinylchlorid (PVC-U) hart
Öffnungsrichtung	nach innen
Breite in mm	1230
Höhe in mm	1480
<b>Flügelrahmen-Blendrahmen</b>	
Ansichtsbreite B in mm	115
Summe b in mm	0
Verhältnis b / B	nicht definiert
Abwicklung, innen, Länge in mm	160
Abwicklung, außen, Länge in mm	155
Dichtungssystem	1 x Anschlagdichtung 1 x Mitteldichtung 1 x Überschlafdichtung
Besonderheit	Trennung des Glasfalzbereichs durch PVC-weich Lippe

#### Flügelrahmen

Artikel-Nummer	1532036
Profilquerschnitt, Breite in mm	77
Profilquerschnitt, Dicke in mm	86

#### Füllung der Kammer

Lieferbezeichnung	Thermomodul EPS
Wärmeleitfähigkeit in W/(m K)	0,031
Breite in mm	28
Dicke in mm	36

#### Blendrahmen

Artikel-Nummer	1532015
Profilquerschnitt, Breite in mm	72
Profilquerschnitt, Dicke in mm	86

#### Füllung der Kammer

Lieferbezeichnung	Thermomodul EPS
Wärmeleitfähigkeit in W/(m K)	0,031
Breite in mm	28
Dicke in mm	36

Prüfbericht Nr. 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-02) vom 08.07.2013

Auftraggeber: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

### Mehrscheibenisolierverglasung

Gesamtdicke in mm	36
Aufbau in mm	4/12/4/12/4
Wärmedurchgangskoeffizient $U_g$ in $W/(m^2 K)$	0,6 (Angabe des Auftraggebers)
Einstand in mm	17

### Abstandhalter

Hersteller	Ensinger GmbH
Lieferbezeichnung	Thermix TX.N plus
Material	Edelstahl / Kunststoff
Besonderheiten	Berechnung mittels Two-Box Modell nach BF-Datenblatt Nr. 10 – Apr. 2013

### Ersatzpaneel

Länge in mm	190
Einstand in mm	17
Dicke in mm	36

Die Beschreibung basiert auf den Angaben des Auftraggebers und der Überprüfung des Probekörpers im ift. (Artikelbezeichnungen/-nummern sowie Materialangaben sind Angaben des Auftraggebers, wenn nicht als „ift-geprüft“ ausgewiesen.)

Probekörperdarstellung/en sind in der Anlage „Darstellung Produkt/Probekörper“ dokumentiert.

Die konstruktiven Details wurden ausschließlich hinsichtlich der nachzuweisenden Merkmale / Leistung überprüft; Zeichnungen basieren auf unveränderten Unterlagen des Auftraggebers, wenn nicht anders ausgewiesen.

## 1.2 Probennahme

Dem ift liegen folgende Angaben zur Probennahme vor:

Probennehmer: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

Datum: 24.04.2013

Nachweis: Ein Probennahmebericht liegt dem ift nicht vor.

ift-Pk-Nummer: 13-000494-PK01

## 2 Durchführung

### 2.1 Grundlagendokumente \*) der Verfahren

EN ISO 10077-1:2006-09

Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 1 - Simplified method

EN ISO 10077-2:2012-02

Thermal performance of windows, doors and shutters - Calculation of thermal transmittance - Part 2 - Numerical method for frames

EN ISO 10211:2007-12

Thermal bridges in building construction - Heat flows and surface temperatures - Detailed calculations

EN 14351-1:2006+A1:2010

Windows and doors - Product standard, performance characteristics - Part 1: Windows and external pedestrian doorsets without resistance to fire and/or smoke leakage characteristics

SG 06-verpflichtend NB-CPD/SG06/11/083 2011-09

EN 14351-1:2006 Treatment of unventilated rectangular cavities when calculating thermal properties to EN ISO 10077-2

ift Prüfbericht 13-001212-PR02 (PB-K20-06-de-01)

ift Prüfbericht 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-01)

\*) und die entsprechenden nationalen Fassungen, z.B. DIN EN

### 2.2 Verfahrenskurzbeschreibung

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$ ,  $\Psi$  und des Temperaturfaktors  $f_{Rsi}$

Der Profilquerschnitt wird in eine ausreichende Anzahl von Elementen geteilt, wobei eine kleinere Unterteilung zu keiner Änderung des Gesamtwärmestroms führt. Die entsprechenden Materialien bzw. Randbedingungen werden belegt und der Gesamtwärmestrom ermittelt. Aus dem Wärmestrom wird der Wärmedurchgangskoeffizient und der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt. Die geringste Oberflächentemperatur wird ermittelt und daraus der Temperaturfaktor errechnet.

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_w$

Der Wärmedurchgangskoeffizient  $U_w$  eines Fensters wird berechnet über die Aufsummierung der Produkte der einzelnen Flächen- bzw. Längenabmessungen und der zugehörigen Wärmedurchgangskoeffizienten bzw. längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten bezogen auf die Gesamtfläche des Fensters.



Prüfbericht Nr. 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-02) vom 08.07.2013

Auftraggeber: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

### 3 Einzelergebnisse

#### Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Projekt-Nr.	13-000494-PR01	Vorgang Nr.	13-000494
Verwendete Prüfmittel	Sim/020841 - ift Berechnungsprogramm Sim/020891 - WinIso 7.54		
Probekörper	einflügeliges Kunststoff-Fenster - System "GENEO"		
Probekörpernummer	13-000494-PK01		
Prüfdatum	25.04.2013		
Verantwortlicher Prüfer	Maurice Mayer		
Prüfer	Maurice Mayer		

#### Informationen zum Prüfaufbau / Prüfverfahren

Prüfverfahren Es gibt keine Abweichungen zum Prüfverfahren gemäß Norm/Grundlage.

#### Prüfdurchführung

Anzahl der Finiten Knoten	Probekörper Nr.	Bezeichnung	X	Y
	01	FR-BR umlaufend m. Füllung	438	633
	02	FR-BR umlaufend m. Verglasung	438	633

#### Randbedingungen

Randbedingungen			Werte	Quelle <sup>1)</sup>
$\theta_i$	Lufttemperatur raumseitig	°C	20	-/-
$\theta_e$	Lufttemperatur außenseitig	°C	0	-/-
$\Delta T$	Temperaturdifferenz	°C	20	-
$R_{si}$	Wärmeübergangswiderstand raumseitig	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,13	-/-
$R_{si}$	Wärmeübergangswiderstand raumseitig (erhöht)	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,20	-/-
$R_{se}$	Wärmeübergangswiderstand außenseitig	(m <sup>2</sup> ·K)/W	0,04	-/-

#### Materialeigenschaften

Materialeigenschaften			Werte	Quelle <sup>1)</sup>
$\varepsilon$	Emissionsgrade		0,9	-/-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit PVC-hart (Polyvinylchlorid)	W/(m·K)	0,17	-/-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit expandiertes Polystyrol "Thermomodul EPS" <sup>2)</sup>	W/(m·K)	0,031	Auftraggeber
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit PVC-weich (Polyvinylchlorid)	W/(m·K)	0,14	-/-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit Floatglas	W/(m·K)	1,00	-/-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit Two-Box-Modell "Thermix TX.N plus" Box 1 (h <sub>1</sub> = 3,0 mm)	W/(m·K)	0,40	BF-Datenblatt Nr.10 - 2013-04
$\lambda$	Ersatzwärmeleitfähigkeit Two-Box-Modell "Thermix TX.N plus" Box 2 (h <sub>2</sub> = 6,6 mm)	W/(m·K)	0,32	BF-Datenblatt Nr.10 - 2013-04
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit Ersatzpaneel EN ISO 10077-2	W/(m·K)	0,035	-/-

<sup>1)</sup> Falls nicht gesondert vermerkt, sind die Daten den Normen EN ISO 10456 und EN ISO 10077-2 entnommen.

<sup>2)</sup> Nachweis der Wärmeleitfähigkeit durch ein Produktdatenblatt (am ift hinterlegt) - nach Norm ohne Zuschlag

### Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f$ und des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten $\Psi_g$

Der Wärmedurchgangskoeffizient  
des Rahmenprofils berechnet sich aus:

$$U_f = \frac{L_f^{2D} - U_p \cdot b_p}{b_f}$$

Der längenbezogene  
Wärmedurchgangskoeffizient  
des Glasrandverbunds ergibt sich aus:

$$\Psi_g = L_{\Psi}^{2D} - U_f \times b_f - U_g \times b_g$$

	Definition	Einheit
$b_{ges}$	Gesamtbreite	m
$b_f$	projizierte Breite Rahmenprofil	m
$b_p$	sichtbare Breite Füllung	m
$b_g$	sichtbare Breite Verglasung	m
$U_p$	Wärmedurchgangskoeffizient mittlerer Bereich Füllung	W/(m <sup>2</sup> K)
$U_g$	Wärmedurchgangskoeffizient mittlerer Bereich Verglasung	W/(m <sup>2</sup> K)
$U_f$	Wärmedurchgangskoeffizient Rahmenprofil	W/(m <sup>2</sup> K)
$Q_{ges}$	längenbezogene Wärmestromdichte gesamt	W/m
$\Psi_g$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Glasrandverbund	W/(mK)
$L^{2D}$	zweidimensionaler thermischer Leitwert	W/(mK)

Probekörper Nr.	Bezeichnung	$b_{ges}$	$b_f$	$b_p / b_g$	$Q_{ges}$	$U_p$	$U_g$	$L^{2D}$
01	FR-BR umlaufend m. Füllung	0,305	0,115	0,190	5,218	0,834		0,261
02	FR-BR umlaufend m. Verglasung	0,305	0,115	0,190	5,110		0,6	0,256

### Prüfergebnis

Errechneter Wärmedurchgangskoeffizient: Probekörper 01  $U_f = 0,89 \text{ W/m}^2\text{-K}$

Errechneter längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient: Probekörper 02  $\Psi_g = 0,039 \text{ W/m-K}$



Prüfbericht Nr. 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-02) vom 08.07.2013

Auftraggeber: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

### Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten des Fensters $U_w$

Der Wärmedurchgangskoeffizient des Fensters ergibt sich aus:

$$U_w = \frac{\sum A_f \cdot U_f + \sum A_g \cdot U_g + \sum l_g \cdot \Psi_g}{A_w}$$

	Definition	Einheit
$U_w$	Wärmedurchgangskoeffizient Fenster	W/(m <sup>2</sup> K)
$A_w$	Fläche des Fensters	m <sup>2</sup>
$U_f$	Wärmedurchgangskoeffizient Rahmenprofil	W/(m <sup>2</sup> K)
$A_f$	Fläche Rahmenprofil	m <sup>2</sup>
$U_g$	Wärmedurchgangskoeffizient Verglasung	W/(m <sup>2</sup> K)
$A_g$	Fläche Verglasung	m <sup>2</sup>
$\Psi_g$	längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient Glasrandverbund	W/(mK)
$l_g$	Länge Glasrandverbund	m
$b_w$	Fensterbreite	m
$h_w$	Fensterhöhe	m

Abmessung Fenster	$b_w$	$h_w$	$A_w$	Rahmenanteil
	1,230	1,480	1,820	31%

Profilkombination	$A_f$	$U_f$	Quelle
Flügelrahmen-Blendrahmen oben	0,141	0,89	ift-Prüfbericht 13-001212-PR02 (PB-K20-06-de-02)
Flügelrahmen-Blendrahmen seitlich	0,288	0,89	ift-Prüfbericht 13-001212-PR02 (PB-K20-06-de-02)
Flügelrahmen-Blendrahmen unten	0,141	0,89	ift-Prüfbericht 13-001212-PR02 (PB-K20-06-de-02)

Verglasung	$l_g$	$\Psi_g$	$A_g$	$U_g$	Quelle
MIG 4/12/4/12/4			1,250	0,6	Angabe des Auftraggebers
"Thermix TX.N plus"	4,500	0,039			Berechnung nach EN ISO 10077-2

### Prüfergebnis

Errechneter Wärmedurchgangskoeffizient:

$$U_w = 0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$$

### Ermittlung des Temperaturfaktors $f_{Rsi}$ für den Glasrandbereich

Der Temperaturfaktor ergibt sich aus:

$$f_{Rsi} = \frac{\Theta_{si} - \Theta_e}{\Theta_i - \Theta_e}$$

	Definition	Einheit
$\Theta_{si}$	raumseitige Oberflächentemperatur	°C
$\Theta_e$	Innenlufttemperatur	°C
$\Theta_i$	Außenlufttemperatur	°C

Beschreibung	$\Theta_{si}$	$\Theta_i$	$\Theta_e$
Glasrand	14,9	20	0

### Prüfergebnis

Errechneter Temperaturfaktor:

$$f_{Rsi} = 0,75$$

**Nachweis**

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Prüfbericht Nr. 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-02) vom 08.07.2013

Auftraggeber: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

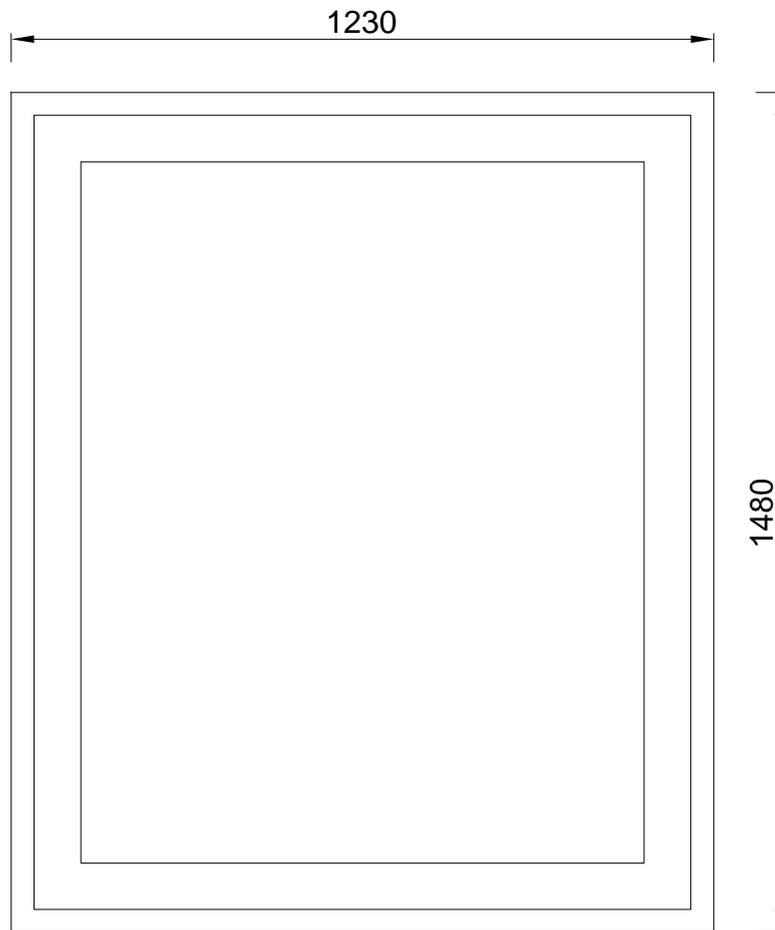


Bild 1: Ansichtsdarstellung Fenster

Nachweis

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten

Prüfbericht Nr. 13-000494-PR01 (PB 01-A01-06-de-02) vom 08.07.2013

Auftraggeber: REHAU AG + Co. Verwaltung Erlangen,  
91058 Erlangen-Eltersdorf (Deutschland)

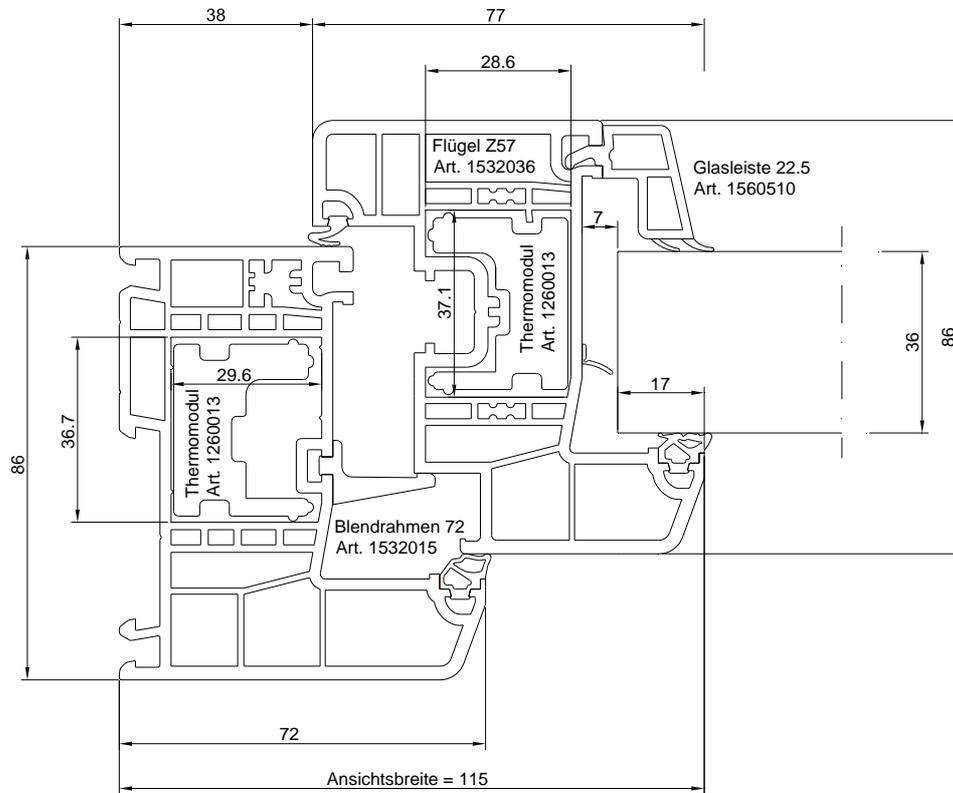


Bild 2: Querschnittsdarstellung Probekörper 01 - Rahmenprofil umlaufend -  $U_f$ -Berechnung

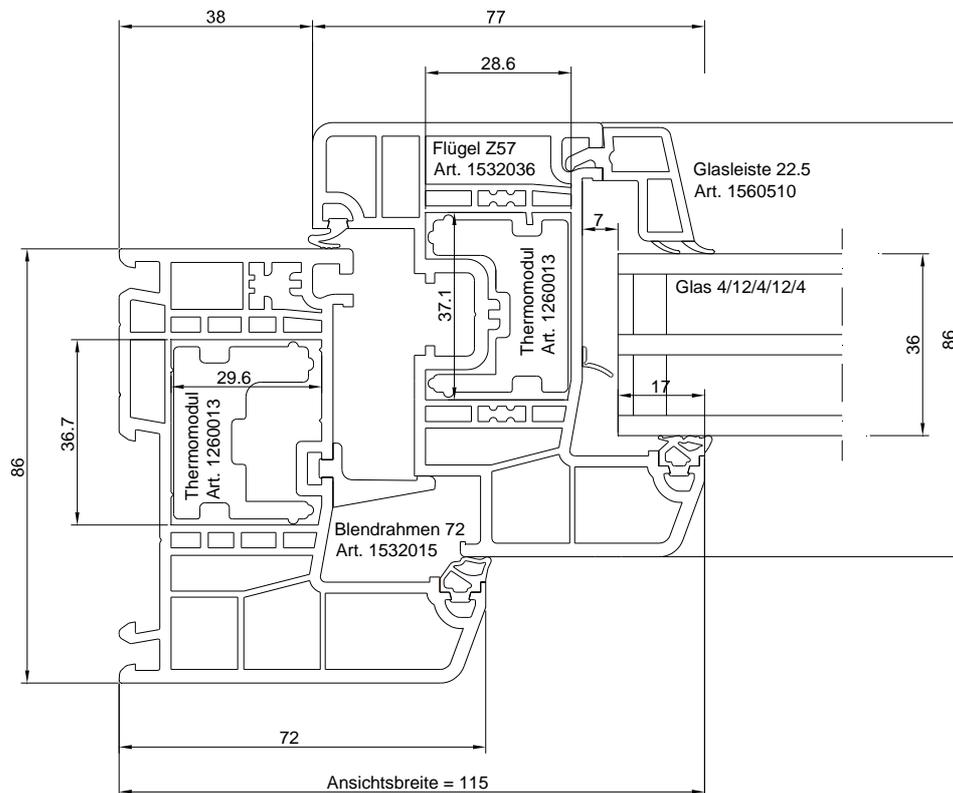


Bild 3: Querschnittsdarstellung Probekörper 02 - Rahmenprofil umlaufend -  $\Psi/f_{Rsi}$  Berechnung

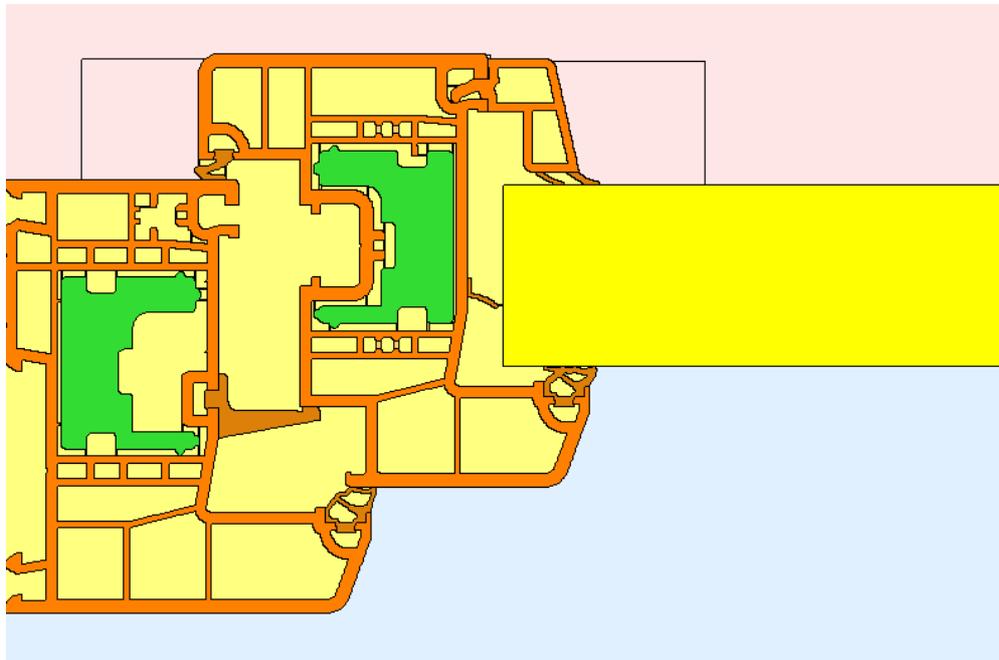


Bild 4: Simulationsmodell Probekörper 01 - Rahmenprofil umlaufend -  $U_f$ -Berechnung

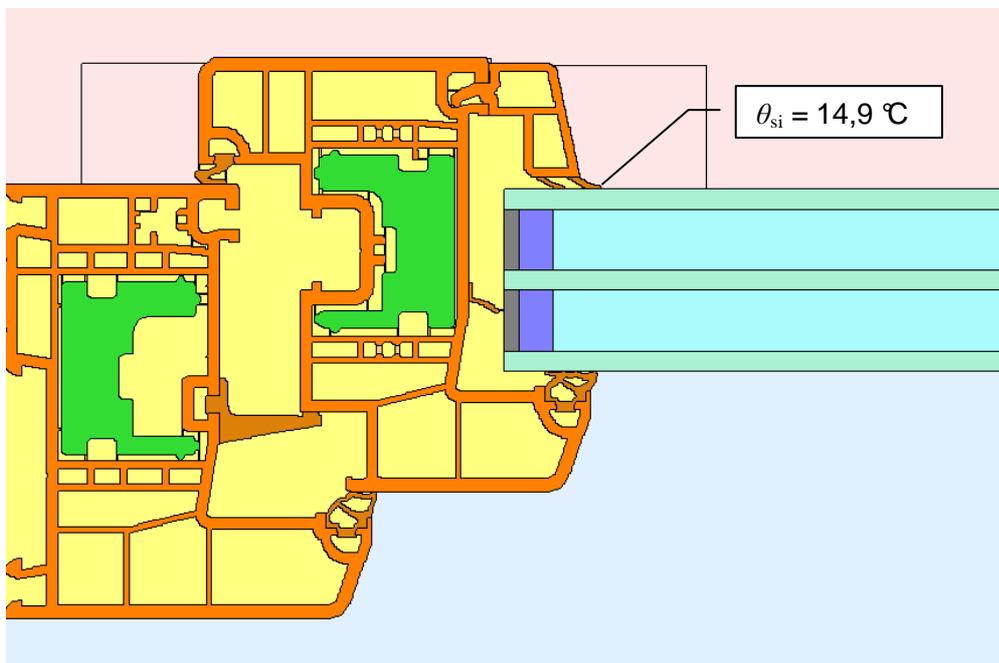


Bild 5: Simulationsmodell Probekörper 02 - Rahmenprofil umlaufend -  $\Psi/f_{Rsi}$  Berechnung