

# Nachweis

## Energieeinsparung und Wärmeschutz

Prüfbericht 432 25150/2



Auftraggeber **REHAU AG + Co. KG**  
**Verwaltung Erlangen**  
Ytterbium 4

91058 Erlangen-Eltersdorf

Produkt	Flügel-Blendrahmen-Profilkombination
Bezeichnung	Thermo Design 4 Kammer Bautiefe Blendrahmen/Sprosse 60 mm Flügelrahmen 60 mm
Querschnitts- abmessung	Ansichtsbreite ist variabel
Material	PVC
Aussteifung	Stahl, verzinkt
Besonderheiten	-/-

### Grundlagen

ift-Richtlinie WA-02/1 Juli 2002

„Verfahren zur Ermittlung von  $U_f$ -Werten für Kunststoffprofile aus Fenstersystemen“

prEN ISO 10077-2 : 1998-11  
Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  Numerisches Verfahren für Rahmen

prEN 12412-2 : 1997-10  
Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens, Teil 2: Rahmen

Entspricht den nationalen Fassungen E DIN EN sowie E DIN EN ISO.

### Schematische Darstellung

siehe Anlage 2

### Verwendungshinweise

Dieser Prüfbericht dient zum Nachweis des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  für das geprüfte Profilsystem.

### Gültigkeit

Die genannten Daten und Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf das geprüfte und beschriebene Profilsystem. Die der Prüfung zugrunde liegenden Verfahren basieren auf Normentwürfen. Bis zur Endfassung der Norm können sich Änderungen ergeben, welche die Mess- bzw. Rechenergebnisse beeinflussen.

Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten ermöglicht keine Aussage über weitere Leistungs- und qualitätsbestimmenden Eigenschaften der vorliegenden Konstruktion.

### Veröffentlichungshinweise

Es gilt das ift-Merkblatt „Hinweise zur Benutzung von ift-Prüfberichten“.

Das Deckblatt kann als Kurzfassung verwendet werden.

### Inhalt

Der Nachweis umfasst insgesamt 13 Seiten

- 1 Gegenstand
- 2 Durchführung
- 3 Einzelergebnisse  
Anlage 1 (2 Seiten)  
Anlage 2 (2 Seiten)

### Wärmedurchgangskoeffizient



$$U_f = 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

ift Rosenheim  
25. November 2002

Dr. Helmut Hohenstein  
Institutsleiter



i. A. Hans-Jürgen Hartmann  
Leiter Prüffeld Wärmeschutz & Energietechnik

## 1 Gegenstand

### 1.1 Probekörperbeschreibung (Alle Abmessungen in mm)

<b>Bauteil</b>	Flügel-Blendrahmen-Profilkombination
Hersteller	Rehau AG + Co. KG
Herstelldatum	-
Produktbezeichnung / Systemname	Thermo Design 4 Kammer
Material	PVC - Kunststoff
Einlagematerial	-
Wärmeleitfähigkeit *) des Einlagematerials in W/(m · K)	-

**Tabelle 1** Aufbau der Profilquerschnitte für das Profilsystem Thermo Design 4 Kammer  
(Flügel-Blendrahmen-Kombination)

Probekörper	1	2	3	4
Blendrahmen Nummer	554061/5	554121/5	554041/5	554041/5
Querschnitt (B x D)	76 x 60	76 x 60	68 x 60	68 x 60
Aussteifungsprofil	245536	245516	245516	245516
Flügelrahmen Nummer	554051/5	554051/5	554051/5	554081/5
Querschnitt (B x D)	60 x 60	60 x 60	60 x 60	74 x 60
Aussteifungsprofil	244516	244516	244516	244496
Ansichtsbreite der Kombination $B$	128	128	120	134
Ansichtsbreite der Aussteifungen $\Sigma b_{\max}$	48	56	56	70
Verhältnis $\Sigma b_{\max} / B$	0,37	0,44	0,47	0,52
Dicke des Dämmpaneels (Füllung) $d_p$	24	24	24	24
Einbautiefe Dämmpaneel im Falz $b$	15	15	15	15

Die Beschreibung basiert auf der Überprüfung des Probekörpers im **ift**. Artikelbezeichnungen/-nummer sowie Materialangaben sind Angaben des Auftraggebers. (Weitere Herstellerangaben sind mit \*) gekennzeichnet.)

### 1.2 Probekörperdarstellung

Die konstruktiven Details wurden ausschließlich hinsichtlich der nachzuweisenden Merkmale überprüft.

Die Darstellungen basieren auf unveränderten Unterlagen des Auftraggebers.

Die Querschnittsdarstellungen der Probekörper können der Anlage 2 entnommen werden.

## 2 Durchführung

### 2.1 Probennahme

Die Auswahl der Proben, die Ermittlung der Werte, sowie die Darstellung der Ergebnisse erfolgt nach den in der **ift** Richtlinie „Verfahren zur Ermittlung von  $U_f$ -Werten für Kunststoffprofile aus Fenstersystemen“ niedergelegten Grundsätzen.

Anzahl Berechnung	3 Profilquerschnitte		
Anzahl Messung	3 Profilquerschnitte		
Anlieferung	08.10.02 durch den Auftraggeber		
Registriernummer	Probekörper	1	2
	Registriernummer	12450	11592
			4
			12450

### 2.2 Verfahren

ift Richtlinie WA-02/1 „Verfahren zur Ermittlung von  $U_f$ -Werten für Kunststoffprofile aus Fenstersystemen“

#### Messung

##### Grundlagen

prEN 12412-2 : 1997-10 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens, Teil 2: Rahmen

Entspricht der nationalen Fassung:

E DIN EN 12412-2 : 1998-01

Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mittels des Heizkastenverfahrens, Teil 2: Rahmen

Randbedingungen Entsprechen den Normforderungen

Abweichung Berücksichtigung von CEN/TC89N 795 E : 2001-02

Kalibriermessung entsprechend EN ISO 12567-1 : 2000-09

Einbauposition der Probe analog EN ISO 12567-1 : 2000-09

Randeinflüsse detailliert erfasst analog  
 EN ISO 12567-1 : 2000-09

Der Wert  $U_{st}$  wird nicht ermittelt.

## Berechnung

### Grundlagen

prEN ISO 10077-2 : 1998-11

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$   
 Numerisches Verfahren für Rahmen

Entspricht der nationalen Fassung:

E DIN EN ISO 10077-2 : 1999-02

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$   
 Numerisches Verfahren für Rahmen

### Rechenbedingungen

Der Profilquerschnitt wird in eine ausreichende Anzahl von Elementen geteilt, wobei eine kleinere Unterteilung zu keiner Änderung des Gesamtwärmestroms führt.

### Randbedingungen

Entsprechen den Normforderungen

### Abweichung

Es ist die im Dokument CEN TC89N 793E : 2001-02 beschriebene Modifikation berücksichtigt.

Detaillierte Berücksichtigung von belüfteten Hohlräumen und Vertiefungen

Berücksichtigung des reduzierten Wärmeübergangs nach  
 CEN TC 89N 795 E : 2001-02

**Tabelle 2** Randbedingungen nach prEN ISO 10077-2 : 1998-11

Materialeigenschaften / Randbedingungen			Wert	Quelle )**
$\theta_{ni}$	Lufttemperatur raumseitig	°C	20	-
$\theta_{ne}$	Lufttemperatur außenseitig	°C	0	-
$R_{si}$	Wärmeübergangswiderstand raumseitig	m <sup>2</sup> · K/W	0,13 0,20 )*	-
$R_{se}$	Wärmeübergangswiderstand außenseitig	m <sup>2</sup> · K/W	0,04	-
$\epsilon_n$	Emissionsgrad der Aussteifung	-	0,9	ift-Richtlinie WA-02/1
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit PVC	W/(m · K)	0,17	-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit Stahl	W/(m · K)	50	-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit EPDM	W/(m · K)	0,25	-
$\lambda$	Wärmeleitfähigkeit Dämmstoffmaske	W/(m · K)	0,035	-
$l_p$	sichtbare Länge der Dämmstoffmaske	mm	190	

)\* Erhöhter Wärmeübergangswiderstand nach Working Draft 10077-2 : 2001-02

)\*\* Falls nicht gesondert vermerkt, sind die Daten den Normen DIN EN 12524 bzw. prEN ISO 10077-2 entnommen

## 2.3 Prüfmittel

Geregelter Heizkasten	Gerätenummer: 22762
Außenabmessungen	Breite 3 m, Höhe 3 m, Tiefe 2,3 m
Emissionsgrad der Innenflächen	$\varepsilon_i \geq 0,95$
Position des Probekörpers	vertikal
Richtung des Wärmestroms	horizontal
Messfühleranordnung	entsprechend prEN 12412-2 : 1997-10/ CEN TC 89N 795 E
Rechenprogramm	WINISO Version 2.13

## 2.4 Prüfdurchführung

Messungen nach prEN 12412-2

Datum/Zeitraum	06.11.2002
Prüfer	Huber, Konrad

Berechnungen nach prEN ISO 10077-2

Datum/Zeitraum	13.03.2002
Prüfer	Specht, Klaus

## 3 Einzelergebnisse

### 3.1 Messwerte / Rechenwerte

Die durch Messung bzw. Rechnung ermittelten Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  für die unter Punkt 1 beschriebenen Probekörper sind in Tabelle 3 angegeben. Die gemessenen oder berechneten  $U_f$ -Werte sind für die Ermittlung der Kennlinie auf zwei Stellen nach dem Komma angegeben. Zum Nachweis des  $U_f$ -Wertes des gemessenen oder berechneten Einzelprofils ist der angegebene Wert auf zwei wertanzeigenden Stellen gerundet zu verwenden.

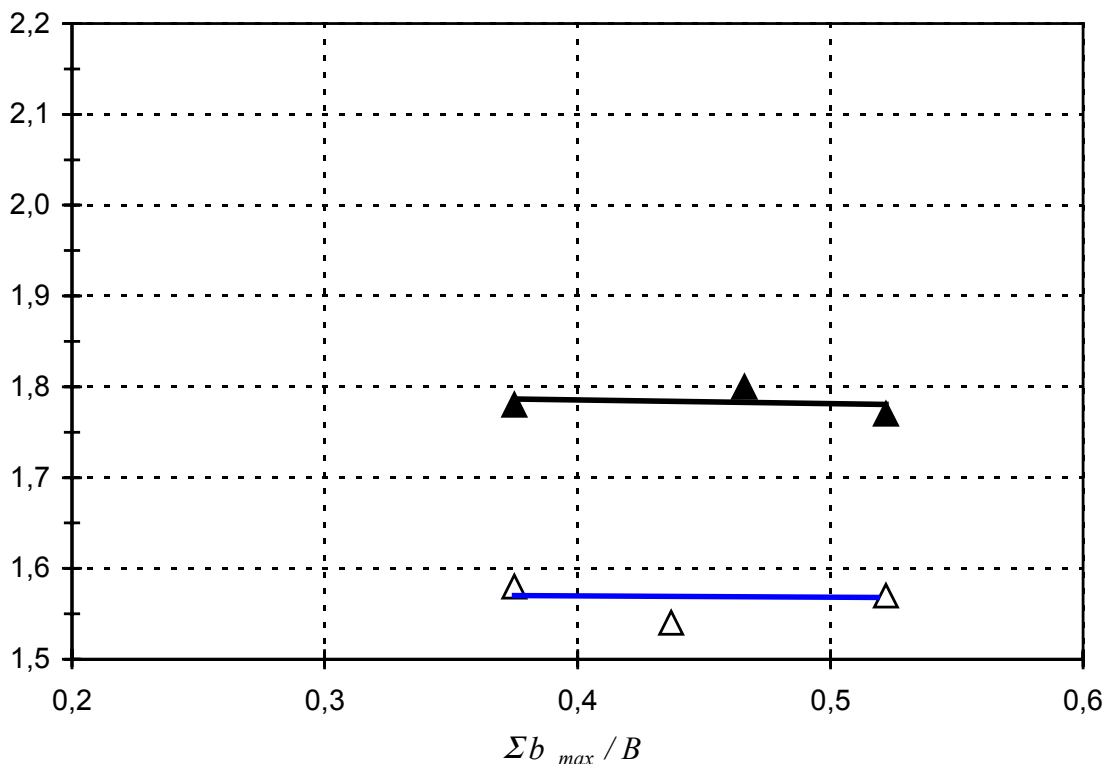
**Tabelle 3** Messwerte/Rechenwerte für die Profilquerschnitte für das Profilsystem Thermo Design 4 Kammer (Flügel-Blendrahmen-Kombination)

Probe- körper	Mittlere Temperaturen			Wärme- stromdich- te	Wärmedurchgangs- koeffizient		Werte ermittelt nach
	Luft				Kennlinie	gerundet	
	Warmseite $\theta_{ni}$ in °C	Kaltseite $\theta_{ne}$ in °C	Differenz $\Delta T_n$ in K	$q$ in W/m <sup>2</sup>	$U_f$ in W/m <sup>2</sup> · K	$U_f$ in W/m <sup>2</sup> · K	
1	20	0	20	35,6	1,78	<b>1,8</b>	prEN ISO 10077-2
3	20	0	20	36,0	1,80	<b>1,8</b>	prEN ISO 10077-2
4	20	0	20	35,4	1,77	<b>1,8</b>	prEN ISO 10077-2
1	22,9	2,5	20,4	32,2	1,58	<b>1,6</b>	prEN 12412-2
2	22,9	2,5	20,4	31,4	1,54	<b>1,5</b>	prEN 12412-2
4	22,9	2,5	20,4	32,0	1,57	<b>1,6</b>	prEN 12412-2

Die Werte nach prEN 12412-2 wurden messtechnisch und die Werte nach prEN ISO 10077-2 rechnerisch ermittelt.

### 3.2 Auswertung der Messungen zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f$ für die Profile des Systems Thermo Design 4 Kammer

$U_f$  in W/m<sup>2</sup>K



△ Flügel-Blendrahmen-Kombination,  $U_f$  nach prEN ISO 10077-2

▲ Flügel-Blendrahmen-Kombination,  $U_f$  nach prEN 12412-2

**Bild 1** Diagramm zur Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten für das System Thermo Design 4 Kammer in Abhängigkeit von  $\Sigma b_{max} / B$

### 3.3 Ermittlung der Wärmedurchgangskoeffizienten $U_f$ für die dem vorliegenden System zugehörigen Profilquerschnitte

Die Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$  für die dem System „Thermo Design 4 Kammer“ zugehörigen Profile lassen sich in Abhängigkeit des Verhältnisses  $\Sigma b_{\max}/B$  aus dem Diagramm Bild 1 ablesen, bzw. können anhand der Ausgleichsgeraden bestimmt werden. Die abgelesenen Werte sind auf zwei wertanzeigende Stellen gerundet anzugeben.

**Tabelle 4** Ausgleichsgerade zugehöriger Profilquerschnitte

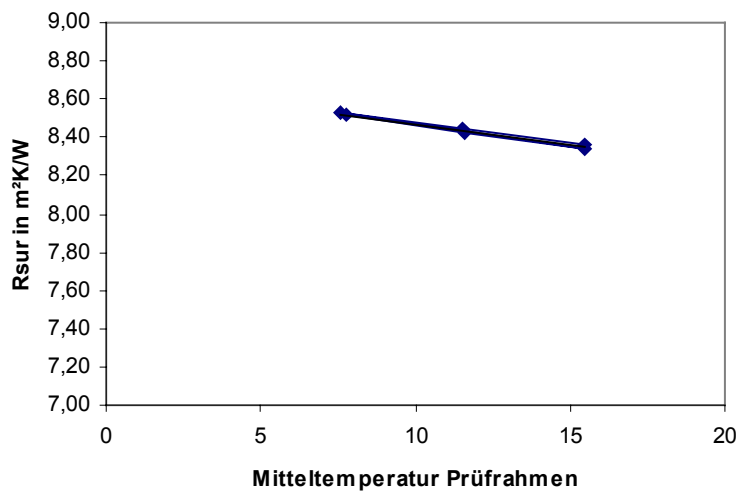
Profilsystem	Ausgleichsgerade
Thermo Design 4 Kammer	$U_f = -0,063 \Sigma b_{\max}/B + 1,60$

ift Rosenheim  
 25. November 2002

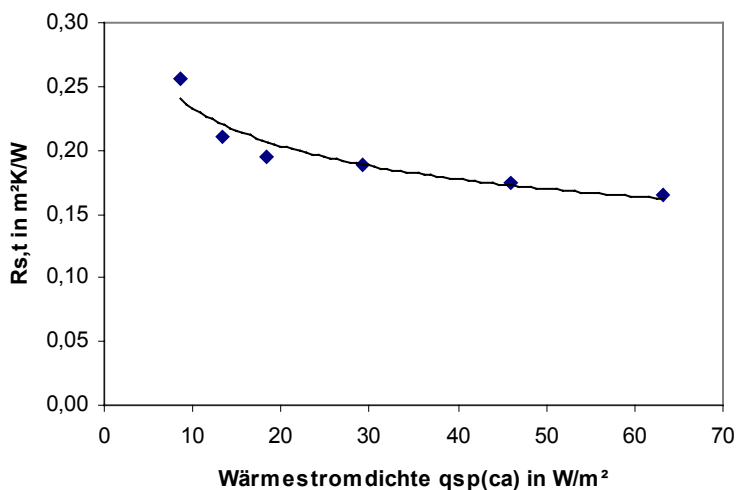


**Tabelle 1** Einzelergebnisse der Messung für das Profilsystem Thermo Design 4 Kammer  
 Querschnitte (Flügel-Blendrahmen-Profilkombination)

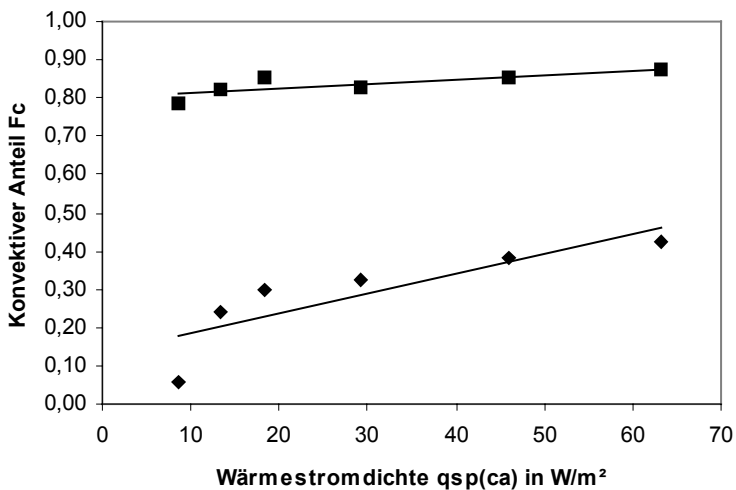
Bezeichnung			Probekörper		
			1	2	4
$\theta_{ci}$	Lufttemperatur Warmseite	°C	22,5	22,5	22,5
$\theta_{ce}$	Lufttemperatur Kaltseite	°C	2,5	2,5	2,5
$\theta_{hi}$	Umgebungstemperatur - warm	°C	22,9	22,9	22,9
$\theta_{he}$	Umgebungstemperatur - kalt	°C	2,5	2,5	2,5
$v_i$	Luftgeschwindigkeit innen (Luftstrom nach unten)	m/s	0,1	0,1	0,1
$v_e$	Luftgeschwindigkeit außen (Luftstrom nach unten)	m/s	1,9	1,9	1,9
$\Phi_{in}$	Eingangsleistung in Hot Box	W	44,7	44,9	45,1
$q_{sp}$	Wärmestromdichte über den Probekörper	W/m <sup>2</sup>	32,2	31,4	32,0
$R_{s,t}$	Wärmeübergangswiderstand gesamt	(m <sup>2</sup> · K)/W	0,200	0,192	0,199
$U_f$	Messwert $U_f$	W/(m <sup>2</sup> · K)	1,58	1,54	1,57
$\Delta U_f$	Messunsicherheit	W/(m <sup>2</sup> · K)	0,03	0,03	0,03



**Bild 2** Wärmedurchlasswiderstand Umfassungsrahmen

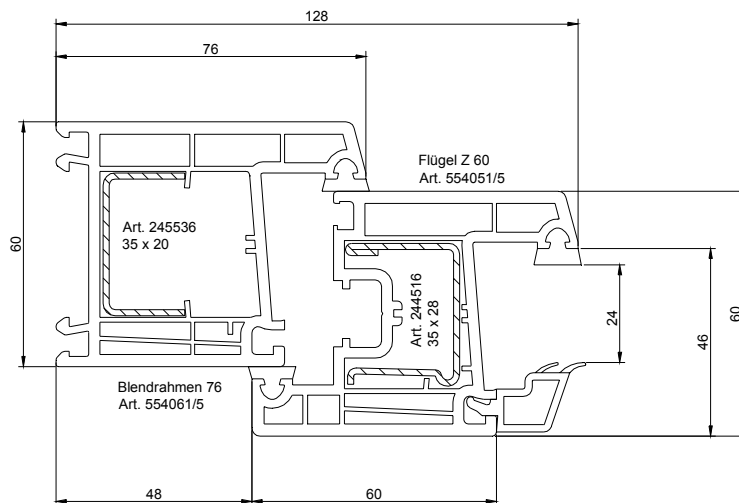


**Bild 3** Gesamtwärmeübergangswiderstand

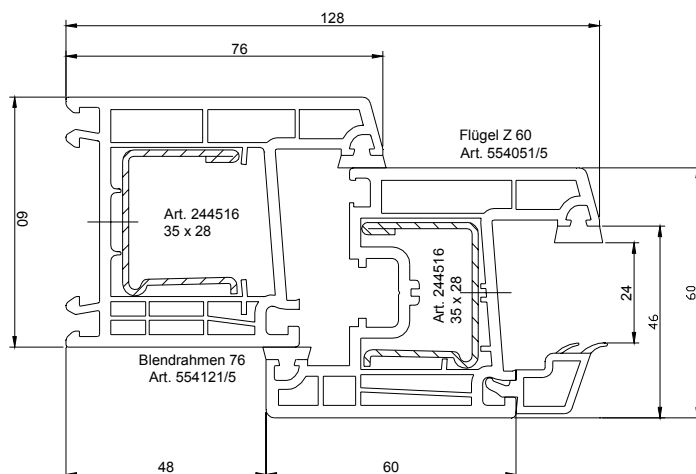


**Bild 4** Konvektionsanteil

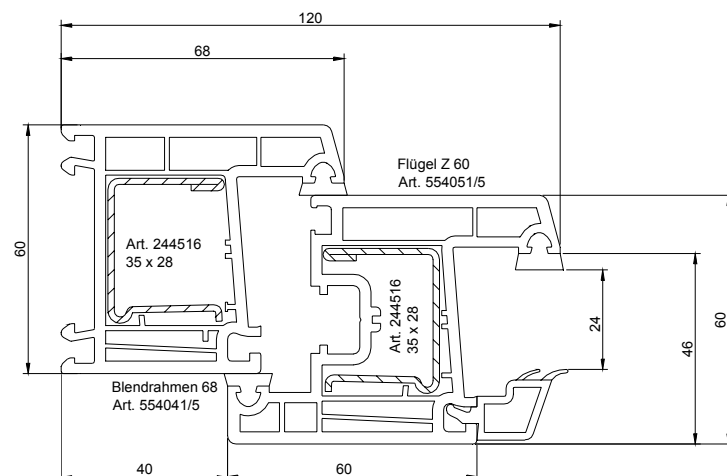
## Probekörperdarstellung



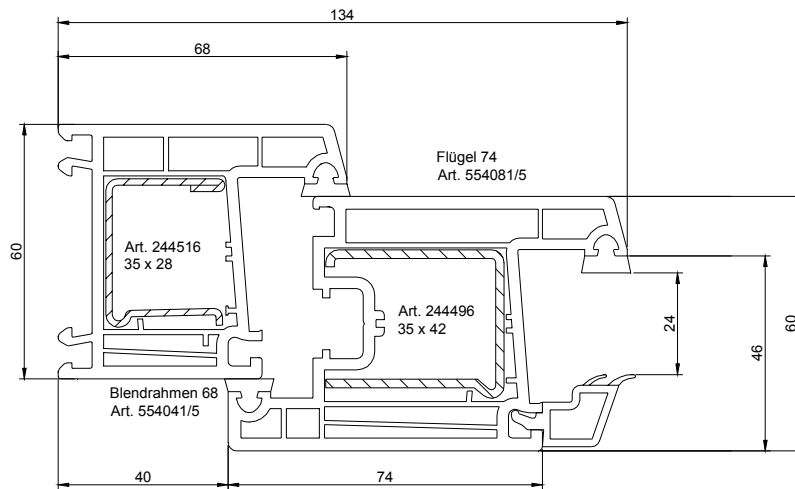
**Probekörper 1** FL BL 554051 / 554061



**Probekörper 2** FL BL 554051 / 554121



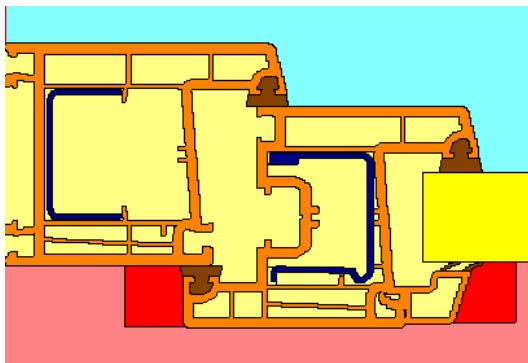
**Probekörper 3** FL BL 554051 / 554041



**Probekörper 4** FL BL 554081 / 554041

**Bild 5** Übersicht der geprüften Profilquerschnitte Thermo Design 4 Kammer  
nach prEN ISO 10077-2 : 1998-11 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  
 $U_f$ ; Numerisches Verfahren für Rahmen  
und nach prEN12412 : 1997-10 Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten mit-  
tels Heizkastenverfahren, Teil 2: Rahmen

## Berechnungsmodelle

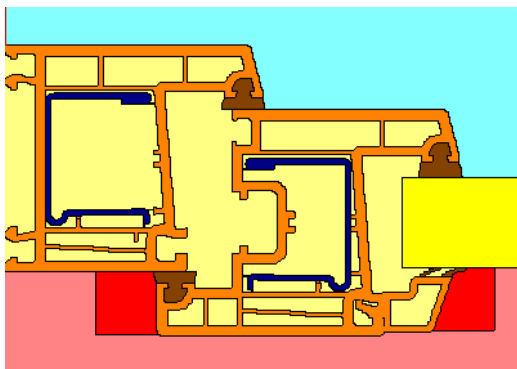


Anzahl der Knotenpunkte

Horizontal: 361

Vertikal: 324

**Probekörper 1** FL BL 554051 / 554061

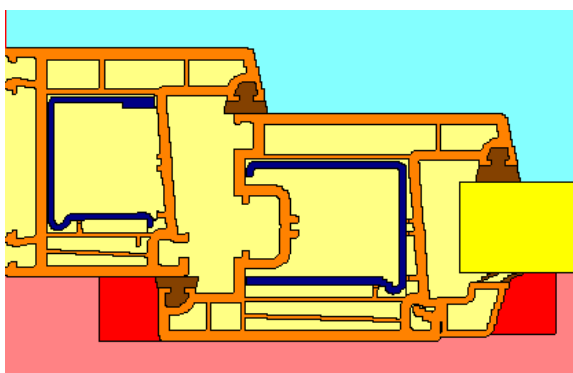


Anzahl der Knotenpunkte

Horizontal: 392

Vertikal: 301

**Probekörper 3** FL BL 554051 / 554041



Anzahl der Knotenpunkte

Horizontal: 372

Vertikal: 274

**Probekörper 4** FL BL 554051 / 554041

**Bild 6** Darstellung der Simulationsmodelle für die berechneten Profilquerschnitte Thermo Design 4 Kammer nach prEN ISO 10077-2 : 1998-11 Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  $U_f$ ; Numerisches Verfahren für Rahmen