

Auftraggeber:

Stelzer Alutechnik GmbH
Danziger Str. 12
72501 Gammertingen

Bauvorhaben/Kunde/Projekt:

Integralfenster „HA-Multiframe Integral 2020“

Inhalt:

- U_f -Berechnungen für Profile nach DIN EN ISO 10077-2
- U_g -Berechnungen für Verglasung nach DIN EN 673
- Ψ_g -Berechnungen für Abstandhalter in Isolierglas nach DIN EN ISO 10077-2
- U_w -Berechnungen für Fenster nach DIN EN ISO 10077-1
- Berechnung von Isothermen, Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktoren f_{Rsi}

Gegenstand:

- Profile: Holz-Aluminium-Fensterprofile (siehe Zeichnung)
- Verglasung: 48 mm Dreischeiben-Isolierglas (8-14-4-14-8), $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Isolierglasrandverbund: Swisspacer Ultimate mit 3 mm Sekundärdichtung (Polysulfid oder höherwertig)
- Baukörperanschluss: nicht berücksichtigt

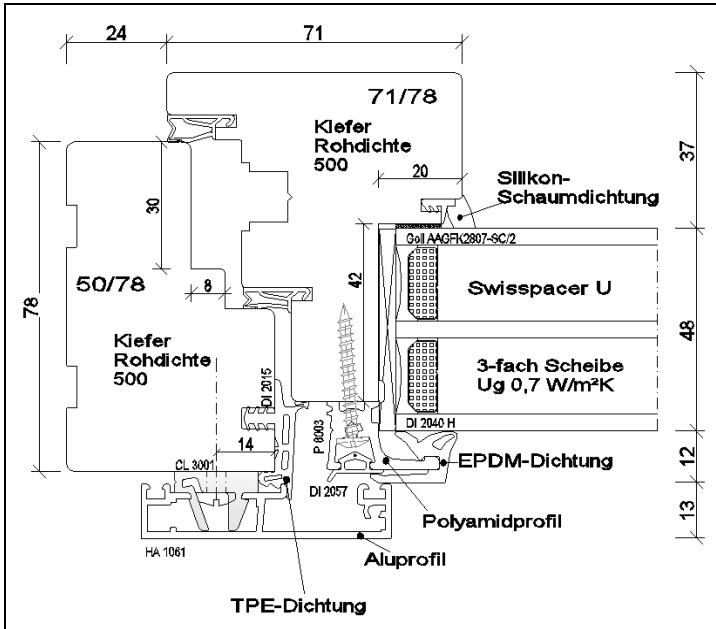
Normative Verweise:

- Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung EnEV) vom 01.05.2014
- DIN 4108-2:2013-02, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN 4108-3:2014-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- DIN 4108 Beiblatt 2:2006-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Wärmebrücken - Planungs- und Ausführungsbeispiele
- DIN EN ISO 10077-1:2010-05, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen, Berechnung von Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
- DIN EN ISO 10077-2:2012-06, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen, Berechnung von Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 2: Numerisches Verfahren
- DIN EN 673:2011-04, Glas im Bauwesen – Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert)
- EN ISO 10211:2008-04, Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen - Detaillierte Berechnungen
- EN ISO 6946:2008-04, Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (ISO 6946:2007); Deutsche Fassung EN ISO 6946:2007
- ift-Richtlinie WA-08/3:2015: Wärmetechnisch verbesserte Abstandhalter, Teil 2 – Ermittlung des repräsentativen Ψ -Wertes für Fensterrahmenprofile
- DIN EN ISO 10456:2010-05, Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte

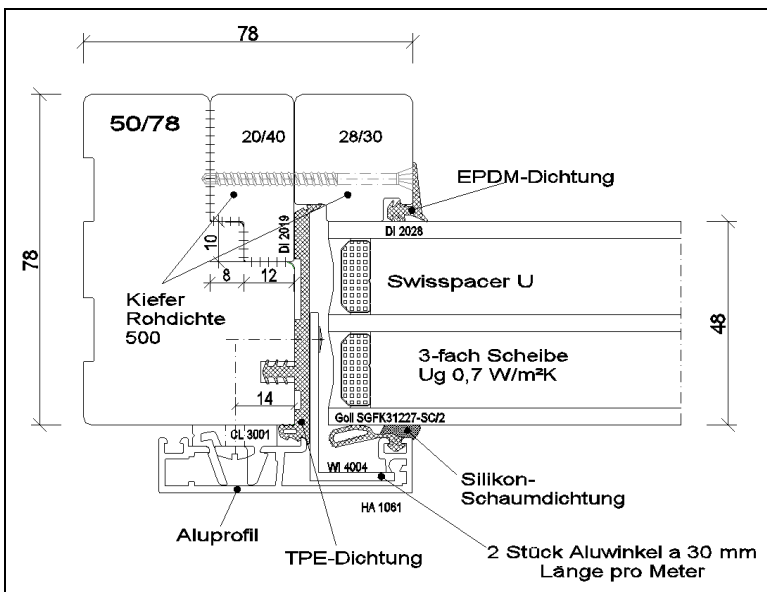
Annahmen/Hinweise:

- Punktuelle Wärmebrücken wie Befestigungswinkel, Verschraubungen etc. sind in den vorliegenden Berechnungen nicht berücksichtigt.
- Die vorliegenden Ergebnisse haben nur Gültigkeit für die dargestellten Geometrien und können nicht auf davon abweichende Ausführungen übertragen werden. Die Geometrien entsprechen den vom Auftraggeber übermittelten Zeichnungen und Angaben.

Zeichnung (Quelle: Auftraggeber):

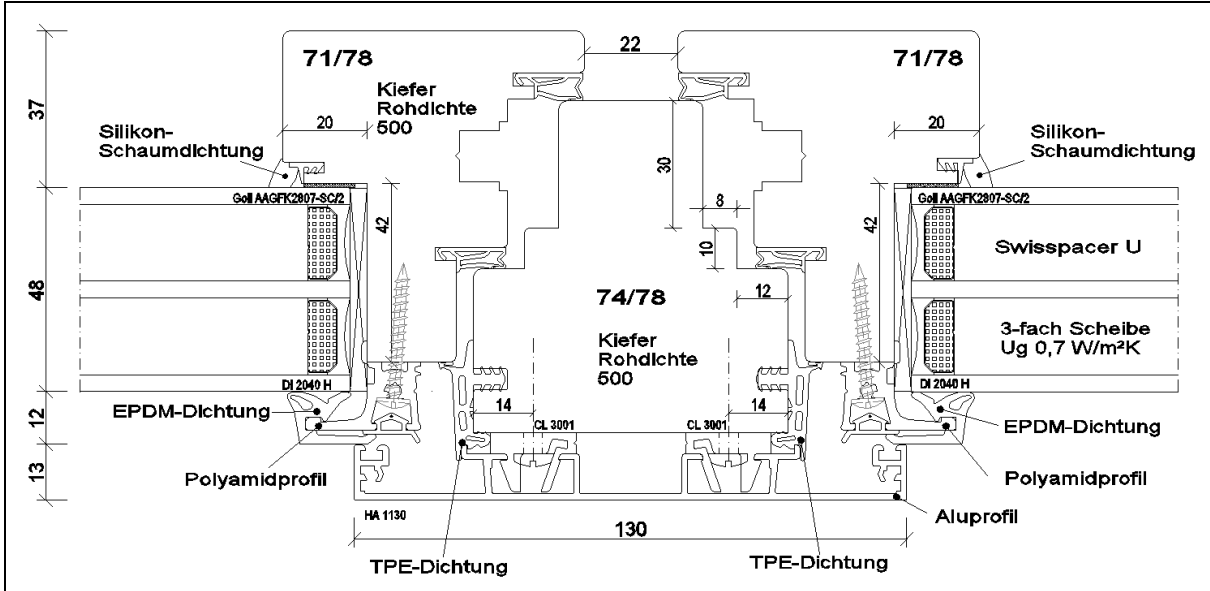


Blendrahmen-Flügel-Kombination

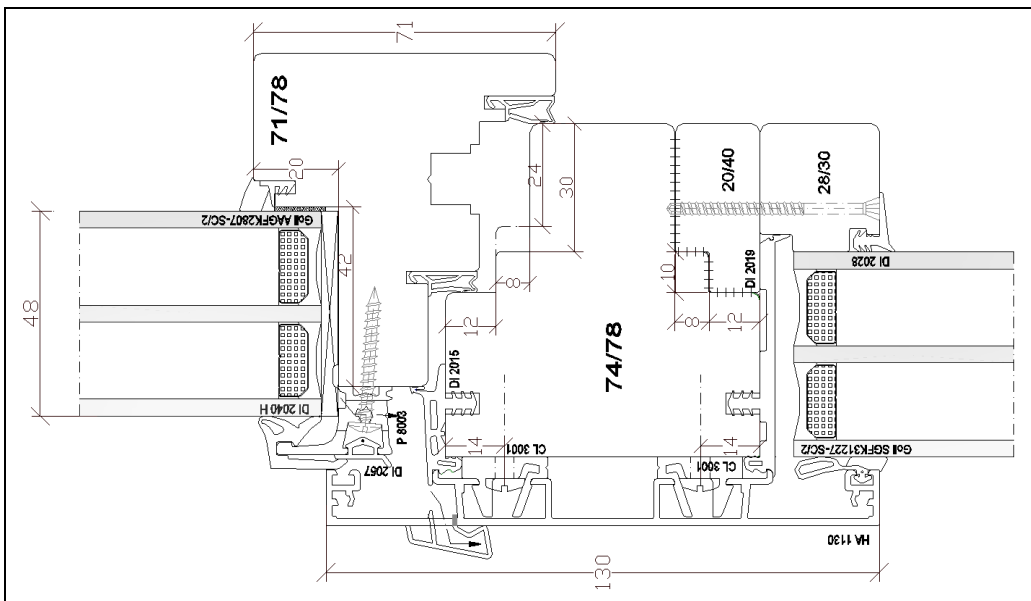


Festverglasung

Zeichnung (Quelle: Auftraggeber):

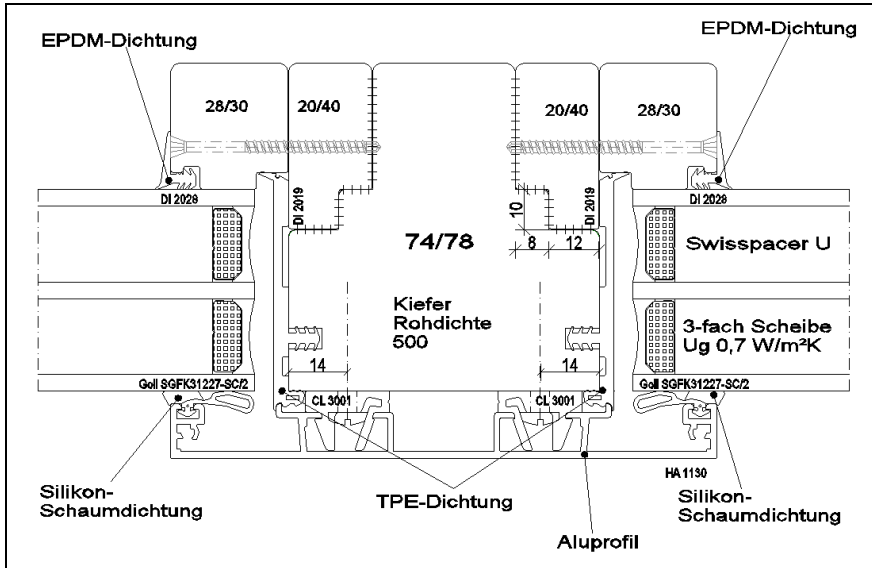


Flügel-Pfosten-Flügel-Kombination



Festverglasung-Flügel-Kombination

Zeichnung (Quelle: Auftraggeber):



Festverglasung-Festverglasung-Kombination

Material:

	Klima-Randbedingungen	R_s / R (m ² K/W)	θ (°C)	10077-2 konform
	Luft außen	0,040	0,0 / -5,0	X / -
	Luft innen (Standard an Fenster und Glas)	0,13	20,0	X
	Luft innen (reduzierte Konvektion und Strahlung an Fenster und Glas)	0,20	20,0	X
	Allgemeines	λ^* (W/mK)		10077-2 konform
	unbelüfteter Hohlraum	nach EN ISO 10077-2		
	unbelüfteter Hohlraum kleiner 2 mm			
	leicht belüfteter Hohlraum			
	Kalibrierpaneel	0,035		X
	adiabat	-		X
	Material	λ^* (W/mK)		10456 konform
	Nadelholz $R_d \leq 400 \text{ kg/m}^3$ (Fichte nach EN ISO 10077-2:2012)	0,11		X
	Nadelholz $R_d \leq 500 \text{ kg/m}^3$ (Kiefer nach EN ISO 10077-2:2012)	0,13		X
	Aluminium beschichtet	160		X
	Polyamid 6.6 25% GF	0,30		X
	EPDM	0,25		X
	Moosgummi	0,050		X
	Float	1,0		X
	Gas im SZR	nach EN ISO 673		
	Polysulfid (Sekundärdichtung, 3 mm)	0,40		X
	Saint-Gobain Glass Solutions Swisspacer Ultimate 6,5 mm, 2-Box-Modell	0,14		X

*Für wärmetechnische Nachweise sind Bemessungswerte der Wärmeleitfähigkeiten von Baustoffen nach EN ISO 10456 zu verwenden. Die hier angegebenen Wärmeleitfähigkeiten sind Bemessungswerte, wenn diese nicht anders gekennzeichnet sind.

Mit „**“ gekennzeichnete Wärmeleitfähigkeiten sind Angaben des Auftraggebers. Prüfzeugnisse für diese Kennwerte können beim Hersteller eingesehen werden.

Isothermen:

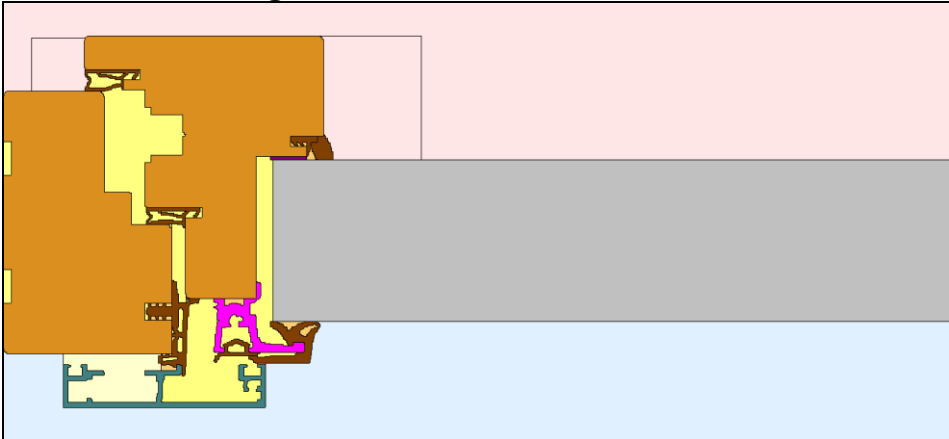
-5°C bis 20°C in 1°C-Schritten

Rot: 13°C-Isotherme (schimmelpilzkritische Temperatur bei 20°C, 50%)

Blau: 10°C-Isotherme (Taupunkttemperatur bei 20°C, 50%)

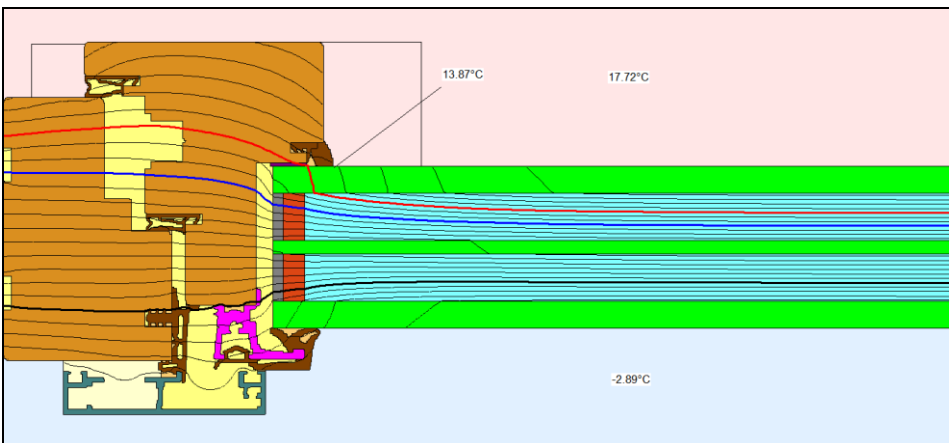
Schwarz: 0°C-Isotherme (Gefrierpunkt)

Blendrahmen-Flügel-Kombination



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$U_{f, 0,11}$	=	1,0 (1,025)	W/m ² K	(Fichte)
$U_{f, 0,13}$	=	1,1 (1,129)	W/m ² K	(Kiefer)
b_f	=	95,0	mm	



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

U_g	=	0,7	W/m ² K	
Ψ_g	=	0,032	W/mK	(gilt für Fichte und Kiefer)

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

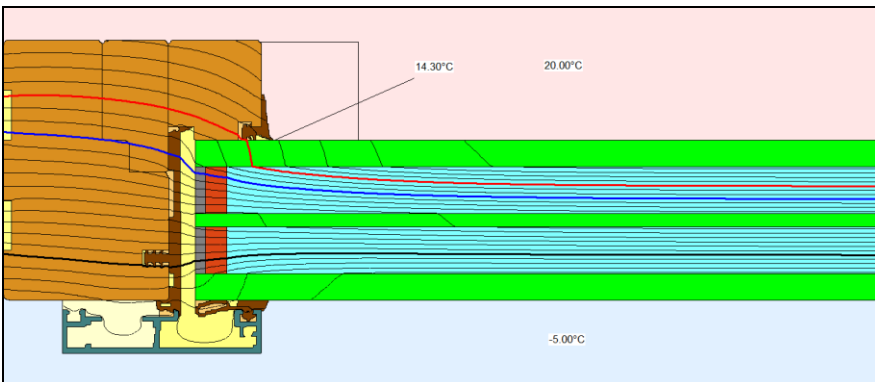
$\Theta_{si(-5^\circ\text{C})}$	=	13,9	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
$\Theta_{si(-10^\circ\text{C})}$	=	12,6	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
f_{Rsi}	=	0,75		keine Anforderungen

Festverglasung seitlich



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$U_{f,0,11}$	=	1,1 (1,080)	W/m ² K	(Fichte)
$U_{f,0,13}$	=	1,2 (1,196)	W/m ² K	(Kiefer)
b_f	=	78,0	mm	



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

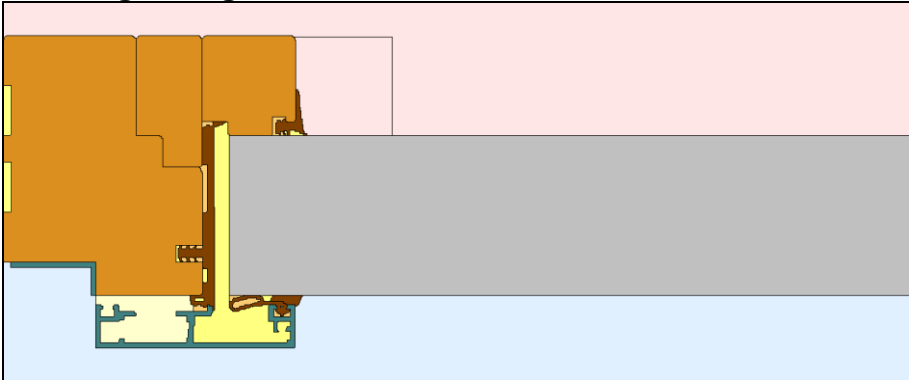
U_g	=	0,7	W/m ² K	
Ψ_g	=	0,032	W/mK	(gilt für Fichte und Kiefer)

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

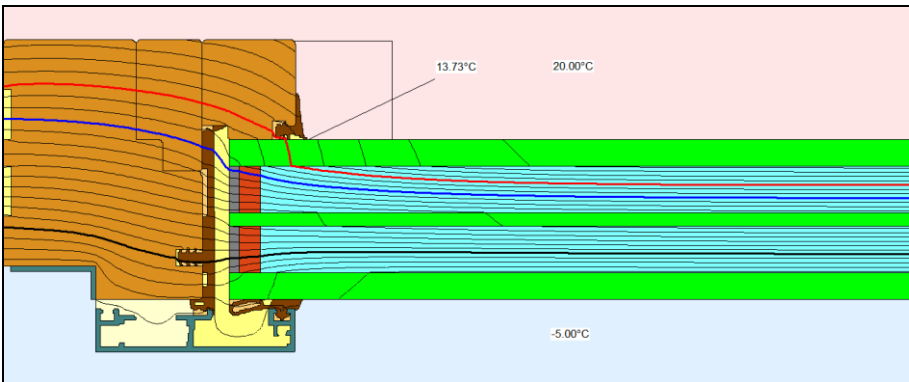
$\Theta_{si(-5^\circ\text{C})}$	=	14,3	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
$\Theta_{si(-10^\circ\text{C})}$	=	13,2	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
f_{Rsi}	=	0,77		keine Anforderungen

Festverglasung unten



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$U_{f,0,11}$	=	1,2	(1,159)	W/m ² K	(Fichte)
$U_{f,0,13}$	=	1,3	(1,290)	W/m ² K	(Kiefer)
b_f	=	88,0		mm	



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

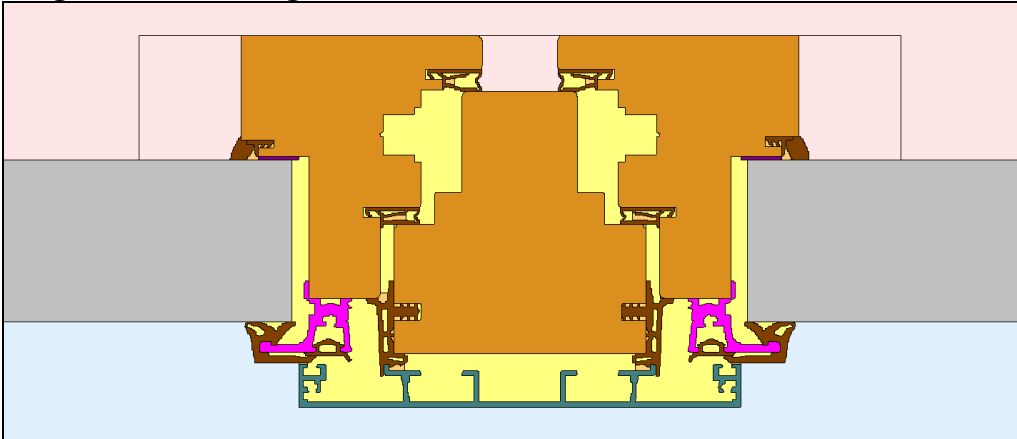
U_g	=	0,7		W/m ² K	
Ψ_g	=	0,032		W/mK	(gilt für Fichte und Kiefer)

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

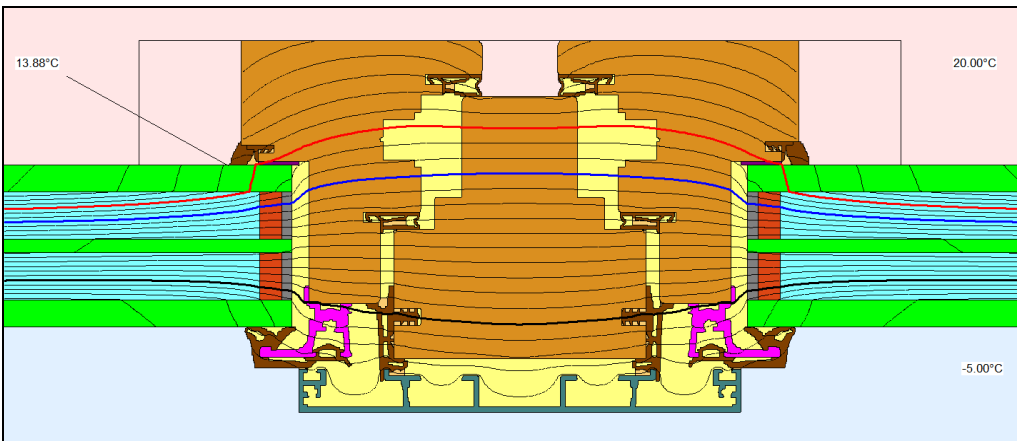
$\Theta_{si(-5^\circ\text{C})}$	=	13,7	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
$\Theta_{si(-10^\circ\text{C})}$	=	12,5	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
f_{Rsi}	=	0,75		keine Anforderungen

Flügel-Pfosten-Flügel-Kombination



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$$\begin{aligned}
 U_{f, 0,11} &= \mathbf{0,98} \text{ (0,984)} \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (\text{Fichte}) \\
 U_{f, 0,13} &= \mathbf{1,1} \text{ (1,074)} \quad \text{W/m}^2\text{K} \quad (\text{Kiefer}) \\
 b_f &= 164,0 \quad \text{mm}
 \end{aligned}$$



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

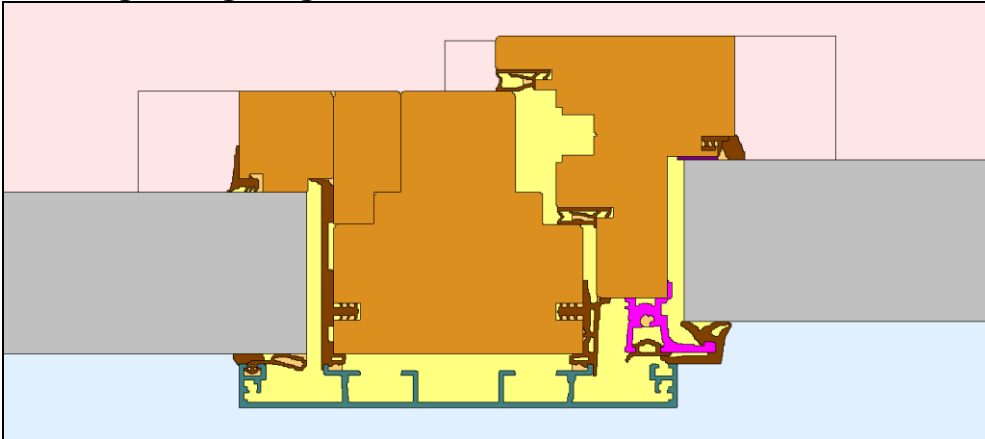
$$\begin{aligned}
 U_g &= \mathbf{0,7} \quad \text{W/m}^2\text{K} \\
 \Psi_g &= 2 \times \mathbf{0,032} \quad \text{W/mK} \quad (\text{gilt für Fichte und Kiefer})
 \end{aligned}$$

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

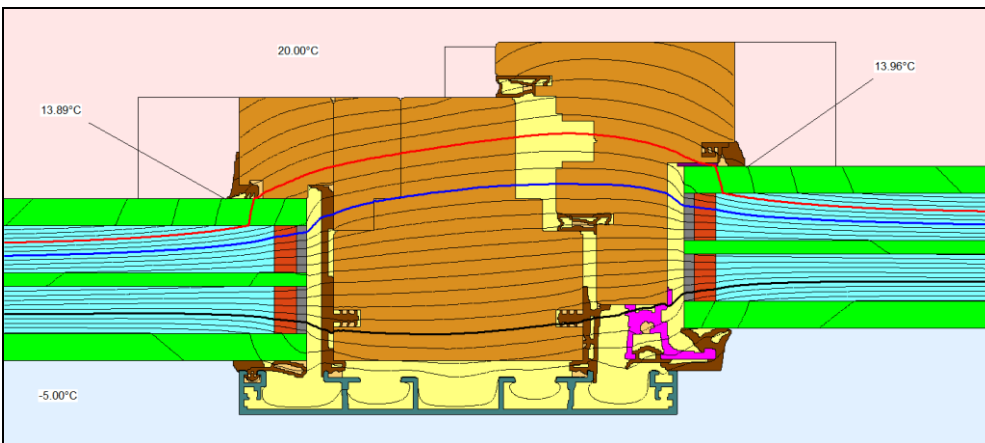
$$\begin{aligned}
 \Theta_{si(-5^\circ\text{C})} &= 13,9 \quad ^\circ\text{C} > 9,3^\circ\text{C} \text{ keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei } 20^\circ\text{C}/50\% \\
 \Theta_{si(-10^\circ\text{C})} &= 12,7 \quad ^\circ\text{C} > 9,3^\circ\text{C} \text{ keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei } 20^\circ\text{C}/50\% \\
 f_{Rsi} &= 0,76 \quad \text{keine Anforderungen}
 \end{aligned}$$

Festverglasung-Flügel-Kombination



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$$\begin{aligned}
 U_{f, 0,11} &= \mathbf{1,0} \text{ (1,005)} && \text{W/m}^2\text{K} && \text{(Fichte)} \\
 U_{f, 0,13} &= \mathbf{1,1} \text{ (1,098)} && \text{W/m}^2\text{K} && \text{(Kiefer)} \\
 b_f &= 147,1 && \text{mm} &&
 \end{aligned}$$



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

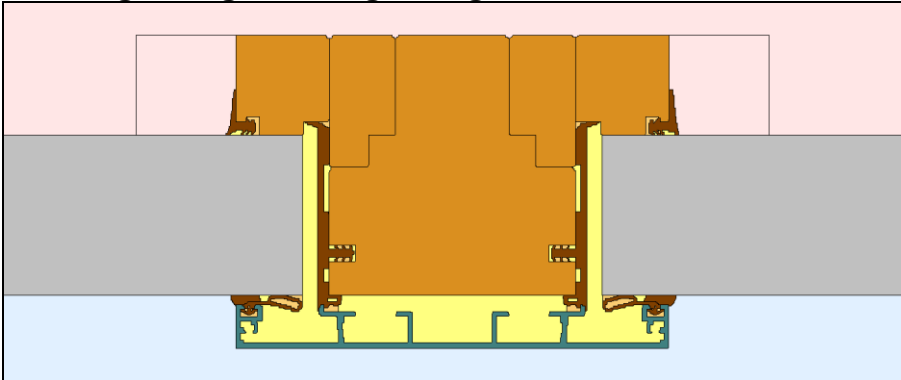
$$\begin{aligned}
 U_g &= \mathbf{0,7} && \text{W/m}^2\text{K} \\
 \Psi_g &= 2 \times \mathbf{0,031} && \text{W/mK} && \text{(gilt für Fichte und Kiefer)}
 \end{aligned}$$

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

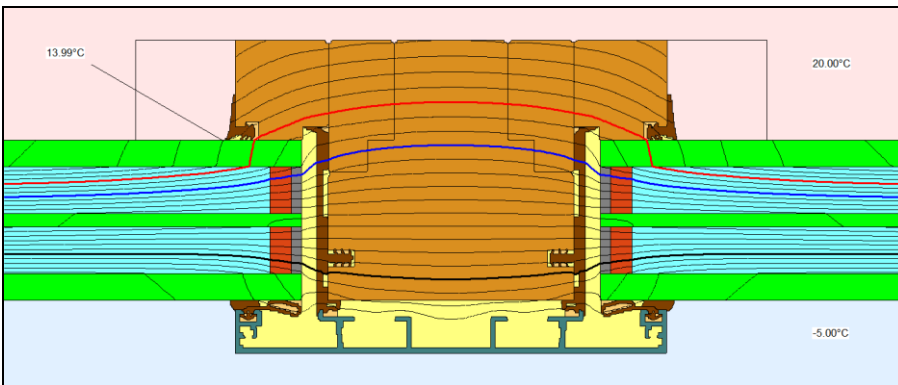
$$\begin{aligned}
 \Theta_{si(-5^\circ\text{C})} &= 13,9 && ^\circ\text{C} &> 9,3^\circ\text{C} && \text{keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei } 20^\circ\text{C}/50\% \\
 \Theta_{si(-10^\circ\text{C})} &= 12,7 && ^\circ\text{C} &> 9,3^\circ\text{C} && \text{keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei } 20^\circ\text{C}/50\% \\
 f_{Rsi} &= 0,76 && && && \text{keine Anforderungen}
 \end{aligned}$$

Festverglasung-Festverglasung-Kombination



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Kalibrierpaneel

$U_{f,0,11}$	=	1,0 (1,028)	W/m ² K	(Fichte)
$U_{f,0,13}$	=	1,1 (1,124)	W/m ² K	(Kiefer)
$b_{f,1}$	=	130,1	mm	



Berechnungsmodell (Ausschnitt) mit 48 mm Isolierglas (Isothermen bei -5°C Außentemperatur)

U_g	=	0,7	W/m ² K	
Ψ_g	=	2x 0,031	W/mK	(gilt für Fichte und Kiefer)

Minimale raumseitige Oberflächentemperaturen und Temperaturfaktor bei -5°C und -10°C

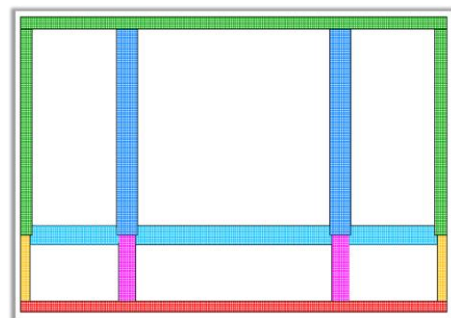
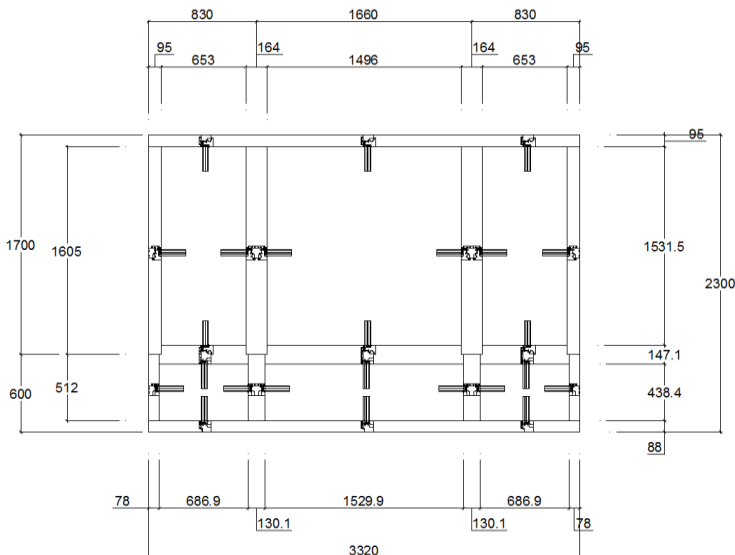
Außentemperatur und Einschätzung der Tauwassergefahr nach DIN 4108-3:

$\Theta_{si(-5^\circ\text{C})}$	=	14,0	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
$\Theta_{si(-10^\circ\text{C})}$	=	12,8	°C	> 9,3°C keine Tauwassergefahr an der Oberfläche bei 20°C/50%
f_{Rsi}	=	0,76		keine Anforderungen



Ergebnis-Übersicht und U_w -Berechnung

	<i>Fichte</i>	<i>Kiefer</i>
U_i in W/m^2K		
Blendrahmen-Flügel-Kombination	1,0 (1,025)	1,1 (1,129)
Festverglasung seitlich	1,1 (1,080)	1,2 (1,196)
Festverglasung unten	1,2 (1,159)	1,3 (1,290)
Flügel-Pfosten-Flügel-Kombination	0,98 (0,984)	1,1 (1,074)
Festverglasung-Flügel-Kombination	1,0 (1,005)	1,1 (1,098)
Festverglasung-Festverglasung-Kombination	1,0 (1,028)	1,1 (1,124)
Ψ_g in W/mK		
Blendrahmen-Flügel-Kombination	0,032	
Festverglasung seitlich		
Festverglasung unten		
Flügel-Pfosten-Flügel-Kombination	2x 0,032	
Festverglasung-Flügel-Kombination	2x 0,031	
Festverglasung-Festverglasung-Kombination		
U_g in W/m^2K		
0,7		
U_w in W/m^2K		
3-teiliges Fenster mit Flügeln oben und Festverglasung unten (siehe Skizze) 3,32 x 2,30 m	0,89 (0,885)	0,91 (0,914)



BAUWERK – Ingenieurbüro für Bauphysik und Fenstertechnik
 Rosenheim, 21. Juni 2017

Dipl.-Ing. (FH) Roland Steinert



BAUWERK, Ingenieurbüro für Bauphysik und Fenstertechnik
 D-83026 Rosenheim, Raublinger Str. 10
 Tel.: +49 (0)8031-23 21 725, Fax: +49 (0)8031-23 21 726
 E-Mail: info@waermeschutz.cc, Internet: www.waermeschutz.cc

BFRC Certified Simulator No. 42 www.bfrc.org
 ID170174

