



## Report - Certified Passive House Component | Bericht - Zertifizierte Passivhaus Komponente

Passive House Institute

Recommended for | Empfohlen für  
warm, temperate climate | warm-gemäßiges Klima



Passive House Institute  
Rheinstraße 44/46  
64283 Darmstadt  
GERMANY

+49.6151.82699.0

mail@passiv.de  
www.passiv.de

Product | Produkt: **NatureLine90**

Client | Auftraggeber: **ThermaDura**

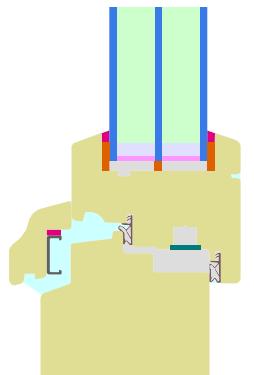
Spacer | Abstandhalter: **SWISSPACER Ultimate**

Date | Datum: **15.08.2017**

Author | Autor: **Dr.-Ing. Benjamin Krick**

**Window frame  
Fensterrahmen**

1101ws04



Because a separate heating system is not necessarily required in Passive Houses, high demands are placed on the quality of the building components used. The colder the climate, the higher the requirements for the components. To cover this, PHI has identified regions of similar requirements, and defined certification criteria. These criteria are available for free download at the website of the Passive House Institute.

Passivhäuser stellen aufgrund der Möglichkeit, auf ein separates Heizsystem zu verzichten, hohe Anforderungen an die Qualität der verwendeten Bauteile. Dabei steigen die Anforderungen, je kälter das Klima ist. Darum hat das Passivhaus Institut Regionen gleicher Anforderung identifiziert und für diese Zertifizierungskriterien festgelegt. Die Kriterien sind auf der Homepage des Passivhaus Instituts als kostenfreier Download verfügbar.

Wird keine gezielte Heizwärmefuhr unter den Fenstern vorgesehen, darf der Wärmedurchgangskoeffizient der

If no radiator is placed under the window, its thermal transmittance  $U_w$  (U-value) may not exceed a climate-dependent value in order to prevent unpleasant radiation losses and cold down droughts. For a given quality of glazing, this results in restriction of the thermal losses of the window frame and the glass edge. In that context, the installation situation of the window in the wall is relevant. Because of that, a  $U_{w,\text{installed}}$  exemplary tested for the certification has been defined.

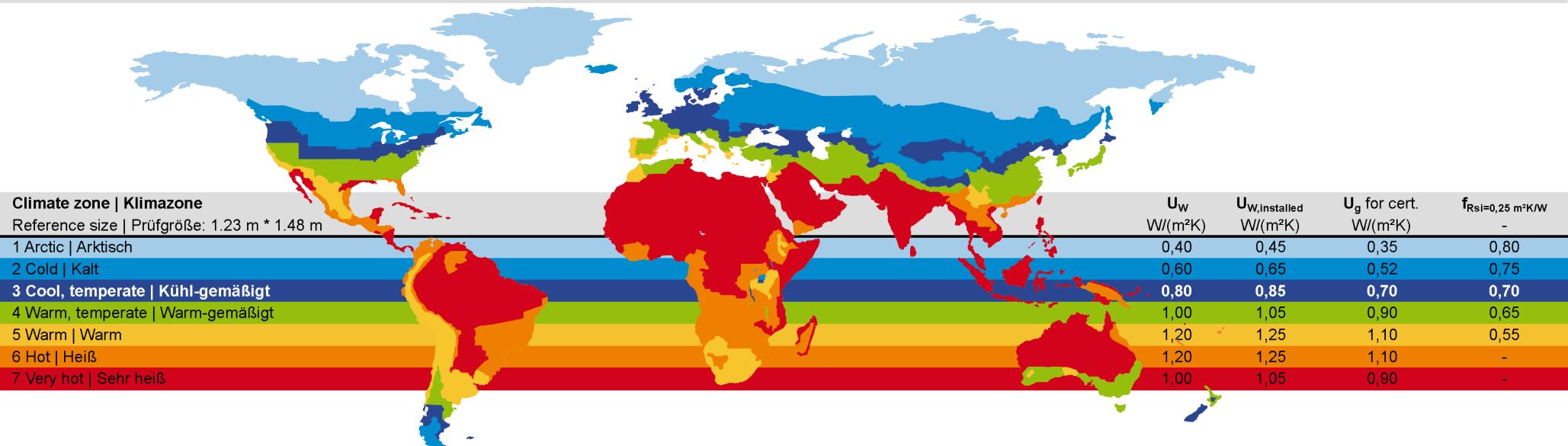
verwendeten Fenster (Fenster-U-Wert)  $U_w$  einen vom Klima abhängigen Höchstwert nicht überschreiten, damit es nicht zu störendem Strahlungswärmeentzug und Kaltluftabfall am Fenster kommt. Daraus ergeben sich bei gegebener Verglasungsqualität Grenzen für den Wärmeverlust im Bereich des Fensterrahmens. In diesem Kontext ist die Einbausituation des Fensters relevant. Darum wurde auch für  $U_{w,\text{eingebaut}}$  ein Maximalwert festgelegt, der im Rahmen der Zertifizierung beispielhaft geprüft wurde.

Also the hygiene criterion must be met. For reasons of hygiene, this criterion limits the minimum individual temperature on window surfaces to prevent condensate and mold growth.

The below stated requirements for awarding the label "Certified Passive House Component" have been set by the Passive House Institute (PHI).

Des Weiteren ist das Hygienekriterium zu erfüllen. Dieses Kriterium begrenzt die minimale Einzeltemperatur an der Innenseite der Fensteroberfläche, um Tauwasserausfall und Schimmelbildung zu vermeiden.

Durch das Passivhaus Institut (PHI) wurden die unten stehenden Anforderungen zum Erlangen der Auszeichnung "Zertifizierte Passivhaus Komponente" festgesetzt.



Certified windows are ranked by the thermal losses through the not transparent parts. These **efficiency classes** include the U-Value of the frame, the frame width, the  $\Psi$ -Value of the Glass edge and the length of the Glass edge.

Relevant for passive houses is the energy balance, the sum out of losses and gains. Because the solar gains are difficult to quote it is useful to rate the parts of the window, which do not allow solar gains. This is determined by  $\Psi_{\text{opaque}}$ .

Die Fenster werden abhängig von den Wärmeverlusten durch den opaken Teil in **Effizienzklassen** eingestuft. In diese Wärmeverluste gehen die Rahmen-U-Werte, die Rahmenbreiten, die Glasrand- $\Psi$ -Werte und die Glasrandlängen ein. Für das Passivhaus ist die Bilanz aus Wärmeverlusten und Wärmegewinnen relevant. Da die solaren Gewinne schwer fassbar sind, ist es zweckmäßig, die Verluste über die Bereiche zu quantifizieren und zu einer Bilanzierung heran zu ziehen, über die keine solaren Gewinne möglich sind. Dies leistet  $\Psi_{\text{opak}}$ .

$$\Psi_{\text{opak}} = \Psi_g + \frac{U_f \cdot A_f}{l_g}$$

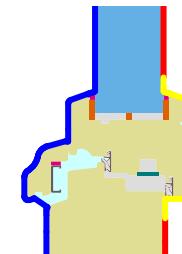
max. $\Psi_{\text{opak}}$ [W/(mK)]	Efficiency class Effizienzklasse	Name Bezeichnung
0,065	phA+	Very advanced component
0,110	phA	Advanced component
0,155	phB	Basic component
0,200	phC	Certifiable component

The simulation of the thermal values of the frame sections are based on the regulations of the standard ISO 10077-1:2010 and 10077-2:2012. The thermal conductivities of the used materials refer to relevant standards, technical approvals or have been determined by measured values according to ISO 10077-2:2012, chapter 5.1. In case of one glazing, the models are to 40 cm height, in case of 2 glazing 60 cm in height.

The **spacers** were modeled according to the actual 2-Box-models of the working group "Warm Edge" of

Die **Berechnung der thermischen Kennwerte** der Rahmenschnitte erfolgte auf der Grundlage der ISO 10077-1:2010 und 10077-2:2012. Die Wärmeleitfähigkeiten stammen aus einschlägigen Normen, bauaufstichtlichen Zulassungen oder wurden anhand von messwerten nach den Regeln der ISO 10077-2:2012 Abschnitt 5.1 determiniert. Dabei sind die Modelle mit einem Glasteil stets 40 cm, Modelle mit 2 Glasteilen stets 60 cm hoch.

Zur Abbildung der **Abstandhalter** wurde auf die jeweils aktuellen 2-Box-Modelle des Arbeitskreises Warme Kante des Bundesverbandes Flachglas zurückgegriffen.



Boundary Condition	q[W/m <sup>2</sup> ]	$\theta[{}^{\circ}\text{C}]$	R[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\epsilon$
Adiabatic   Adiabat	0,000			
Exterior   Außen		-10,000	0,040	
e 0,9 Cavity   Hohlraum				0,900
fRsi: Interior   Innen	20,000		0,250	

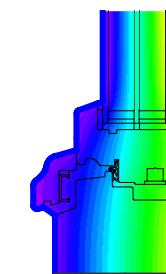
the Federal glass association (Bundesverband Flachglas) of Germany. Thermal bridge coefficients were calculated for typical **installation situations**. These values may be used in case of identical installations only in energy balance calculations. The wall-models are 1.41 m in height, glass and frame are 40 cm height, the installation gap is 1 cm.

For modeling and simulations, the software Flixo 7 of Infomind was used. For the used **boundary conditions**, please have a look at following drawings and tables.

Die **Wärmebrückenverlustkoeffizienten** wurden beispielhaft für typische **Wandaufbauten** berechnet. Diese dürfen in der Gebäudeenergiebilanzierung nur bei identischer Konstruktion zum Ansatz gebracht werden. Die Modelle für Wandaufbauten sind stets 1,41 m hoch, wobei die Höhe des Glases und Rahmens 40 cm beträgt. Es wird eine Einbaufuge von 1 cm angesetzt.

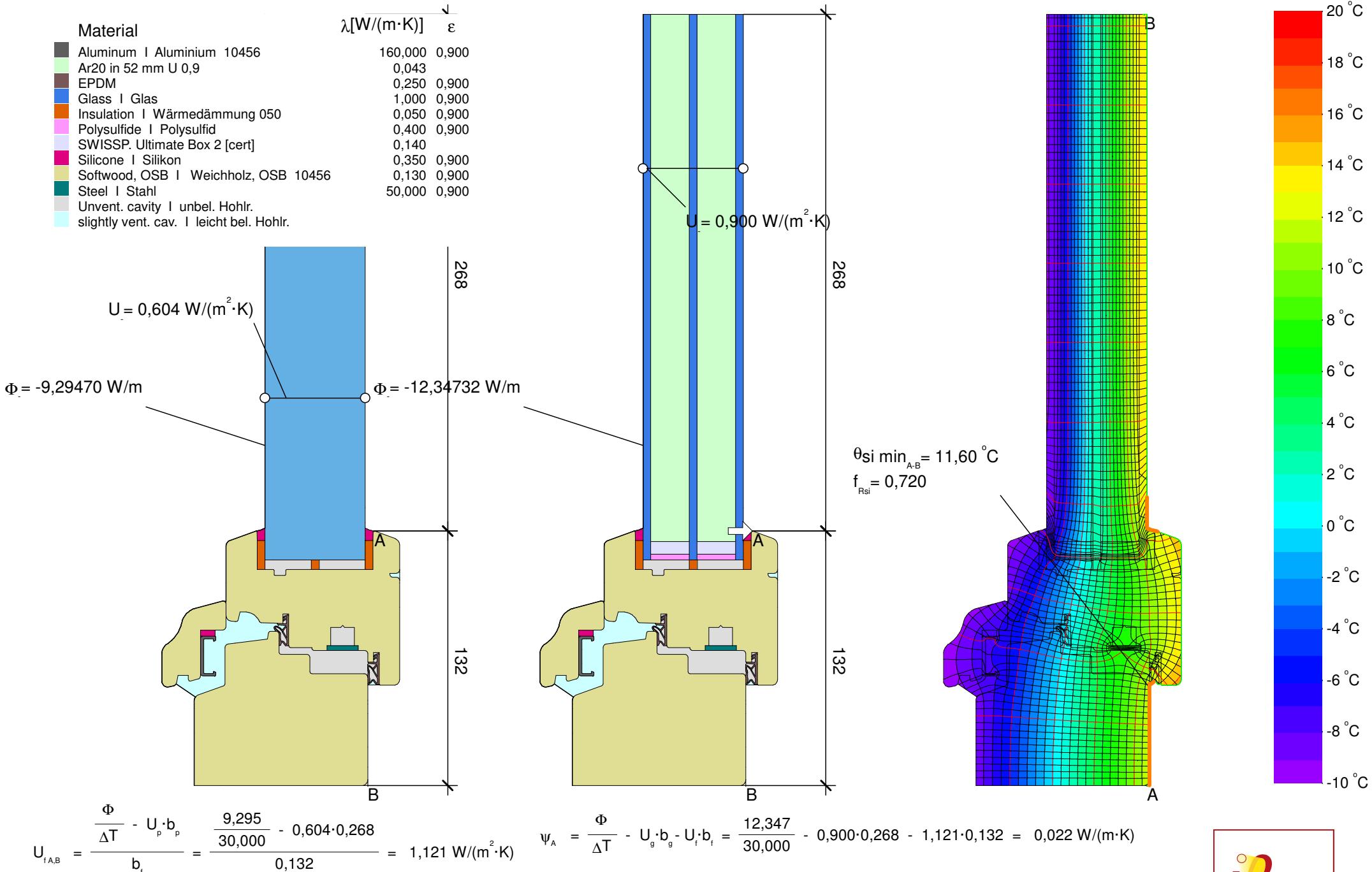
Zur Berechnung der Bildung der Modelle und zur Berechnung der Wärmeströme wurde das Programm Flixo 7 Professional der Firma Infomind genutzt. Die Randbedingungen wurden wie unten gezeigt angesetzt.

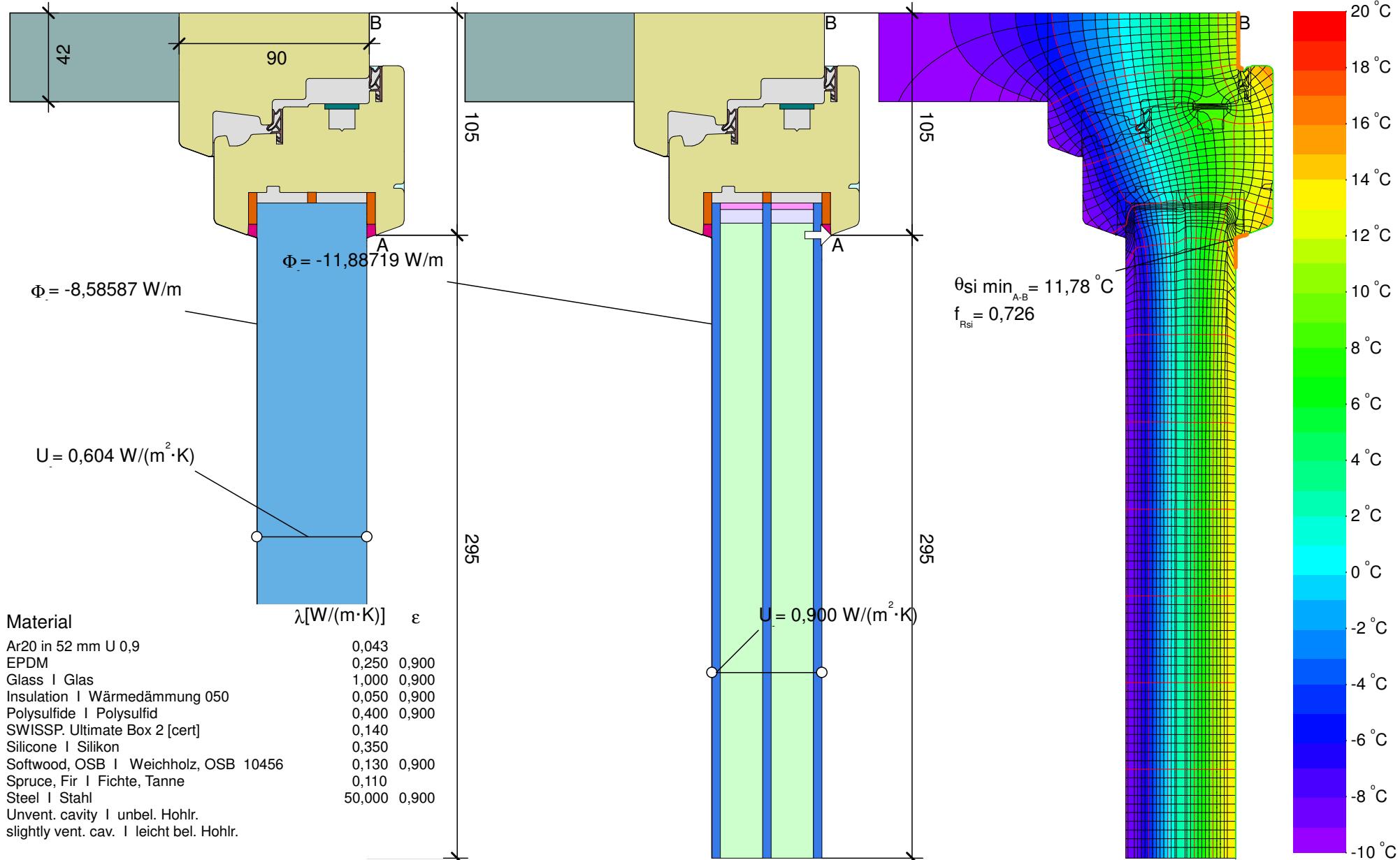
Boundary Condition	q[W/m <sup>2</sup> ]	$\theta[{}^{\circ}\text{C}]$	R[(m <sup>2</sup> ·K)/W]	$\epsilon$
Adiabatic   Adiabat	0,000			
Exterior   Außen		-10,000	0,040	
e 0,9 Cavity   Hohlraum				0,900
fRsi: Interior   Innen	20,000		0,250	



frame values   Rahmenwerte	ThermaDura NatureLine90 Spacer I Abstandhalter: SWISSPACER Ultimate		bo Bottom	to Top	s Side	b0f Bottom fixed	t0f Top fixed	sf Side fixed	th Thres- hold	sh Side door	dt Top door	fm Flying mullion	fm2 Fl. mullion door	m2 Mullion	m1 Mullion	m, t Mull, Transom fixed	t2 Transom	t1 Transom																					
			Unten	Oben	Seitl.	Unten fest	Oben fest	Seitl. fest	Schwe-lle	Seite Tür	Oben Tür	Stulp	Stulp Tür	Pfosten	Pfosten	Pfosten, Riegel fest	Kämpfer	Kämpfer																					
																																							
	Temperaturefactor Temperaturfaktor	$f_{Rsi=0,25m^2k/W}$	0,72	0,73	0,73	0,71	0,72	0,72	0,41	0,72	0,72	0,71	0,71	0,71	0,70	0,70	0,70																						
	Frame width Rahmenbreite	$b_f$ [mm]	132	105	105	80	68	68	122	151	131	132	184	180	117	80	169	117																					
	U-value frame Rahmen-U-Wert	$U_f$ [W/(m²K)]	1,12	1,03	1,03	1,06	0,95	0,95	1,33	1,06	1,05	1,04	1,07	1,06	1,03	1,12	1,05	1,03																					
	$\Psi$ -glass edge Glasrand- $\Psi$ -Wert	$\Psi_g$ [W/(mK)]	0,022	0,023	0,023	0,022	0,022	0,022	0,025	0,022	0,022	0,022	0,022	0,023	0,022	0,022	0,022	0,022																					
	U-value window Fenster-U-Wert	$U_w$ [W/(m²K)] @ $U_g = 0,9$ W/(m²K)	1,004			0,976			1,023																														
	$\Psi_{opaque}$ $\Psi_{opak}$	$\Psi_{opaque}$ W/(mK)	0,152			0,096			0,196																														
	Passive House efficiency class Passivhaus Effizienzklasse	phB			phA			phC																															
Installation   Einbau	EIFS   WDVS U-Wall = 0,23 W/(m²K)								Contact person   Ansprechpartner																														
	$\Psi_{install}$ [W/(mK)]		0,003	0,007	0,007	0,000	0,005	0,005	0,029	0,006	Thermadura Ltd., Christian Rampe + 64 (0)3 489 7538 chris@thermadura.co.nz																												
	$U_{W, installed}$ [W/(m²K)]		1,02			0,99																																	
	Lightweight timber construction   Holzleichtbau U-Wall = 0,19 W/(m²K)								Construction: Larch window frame. Pane thickness: 52 mm (4/20/4/20/4), rebate depth: 15 mm, spacer: SWISSPACER Ultimate																														
	$\Psi_{install}$ [W/(mK)]		0,008	0,015	0,015	0,007	0,014	0,014																															
	$U_{W, installed}$ [W/(m²K)]		1,04			1,01																																	
	Formwork blocks   Betonschalungsstein U-Wall = 0,25 W/(m²K)								Konstruktion: Lärchenholz Fensterrahmen. Glasstärke: 52 mm (4/20/4/20/4), Glaseinstand: 15 mm, Abstandhalter: SWISSPACER Ultimate																														
	$\Psi_{install}$ [W/(mK)]		0,003	0,008	0,008	0,002	0,006	0,006																															
	$U_{W, installed}$ [W/(m²K)]		1,02			0,99																																	
Ventilated facade   Vorhangfassade U-Wall = 0,13 W/(m²K)	$\Psi_{install}$ [W/(mK)]								Calculation   Berechnung Passivhaus Institut Darmstadt 15.08.2017																														
	$U_{W, installed}$ [W/(m²K)]																																						
	Cavity wall   Zweischaliges Mauerwerk U-Wall = 0,13 W/(m²K)																																						
$\Psi_{install}$ [W/(mK)]																																							
$U_{W, installed}$ [W/(m²K)]																																							

Material	$\lambda [W/(m \cdot K)]$	$\epsilon$
Aluminum I Aluminium 10456	160,000	0,900
Ar20 in 52 mm U,0,9	0,043	
EPDM	0,250	0,900
Glass I Glas	1,000	0,900
Insulation I Wärmedämmung 050	0,050	0,900
Polysulfide I Polysulfid	0,400	0,900
SWISSP. Ultimate Box 2 [cert]	0,140	
Silicone I Silikon	0,350	0,900
Softwood, OSB I Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Steel I Stahl	50,000	0,900
Unvent. cavity I unbel. Hohlr.		
slightly vent. cav. I leicht bel. Hohlr.		



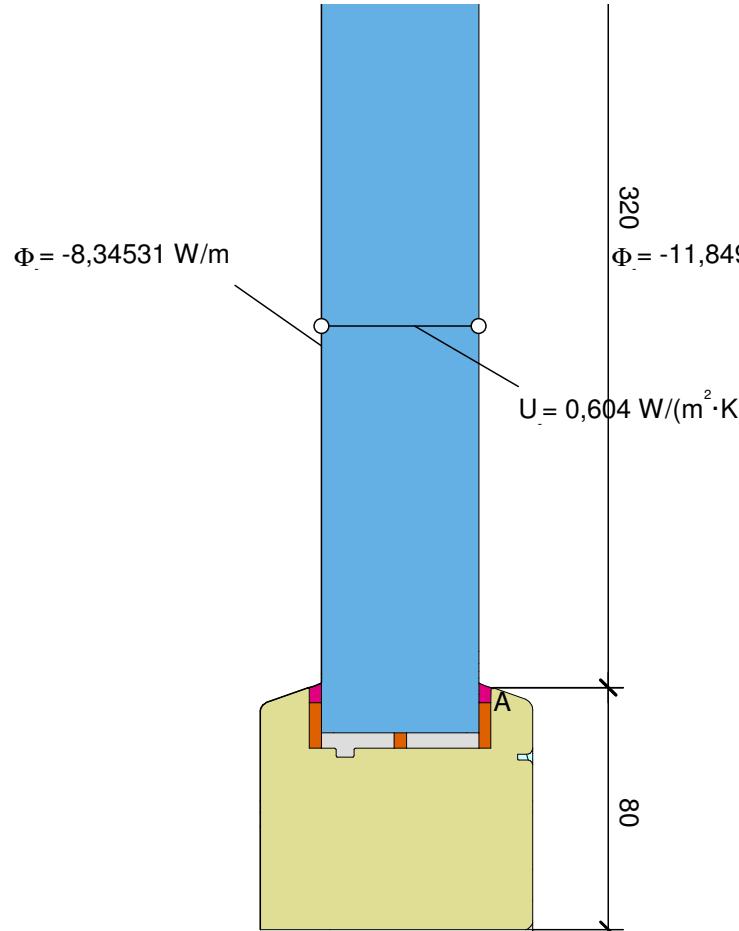


$$U_{f_{A,B}} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{8,586}{30,000}}{0,105} - 0,604 \cdot 0,295 = 1,028 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

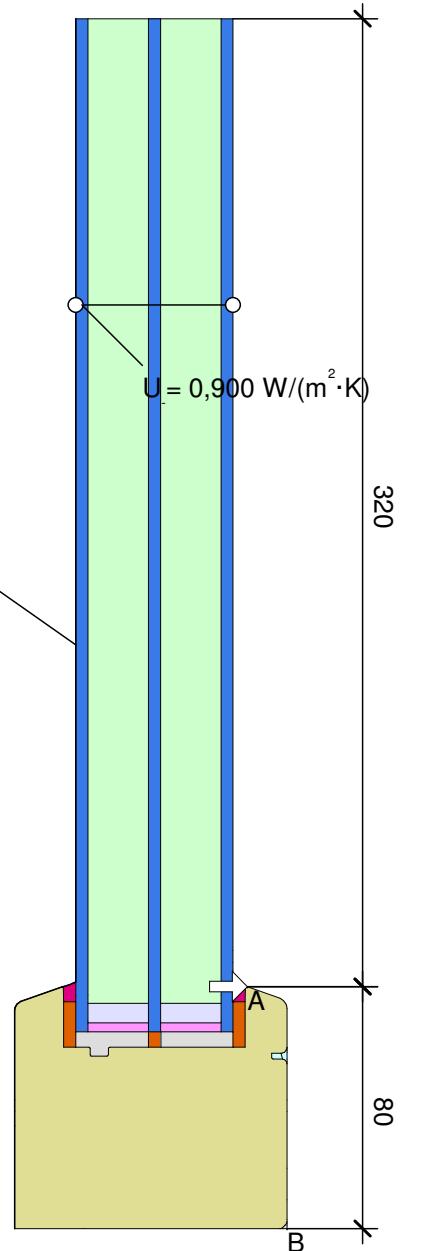
$$\psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{11,887}{30,000} - 0,900 \cdot 0,295 - 1,028 \cdot 0,105 = 0,023 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$



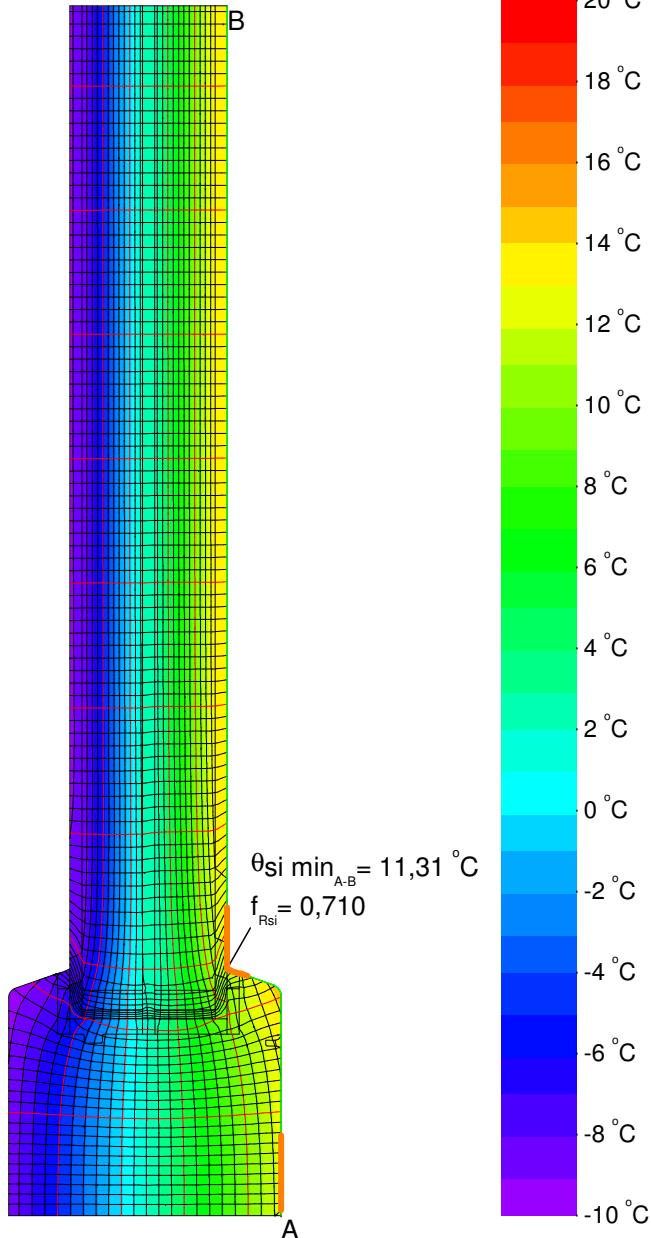
Material	$\lambda [W/(m \cdot K)]$	$\epsilon$
Ar20 in 52 mm U 0,9	0,043	
Glass I Glas	1,000	0,900
Insulation I Wärmedämmung 050	0,050	0,900
Polysulfide I Polysulfid	0,400	0,900
SWISSP. Ultimate Box 2 [cert]	0,140	
Silicone I Silikon	0,350	
Softwood, OSB I Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Unvent. cavity I unbel. Hohlr.		
slightly vent. cav. I leicht bel. Hohlr.		



$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{8,345}{30,000} - 0,604 \cdot 0,320}{0,080} = 1,061 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



$$\psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_i \cdot b_i = \frac{11,849}{30,000} - 0,900 \cdot 0,320 - 1,061 \cdot 0,080 = 0,022 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

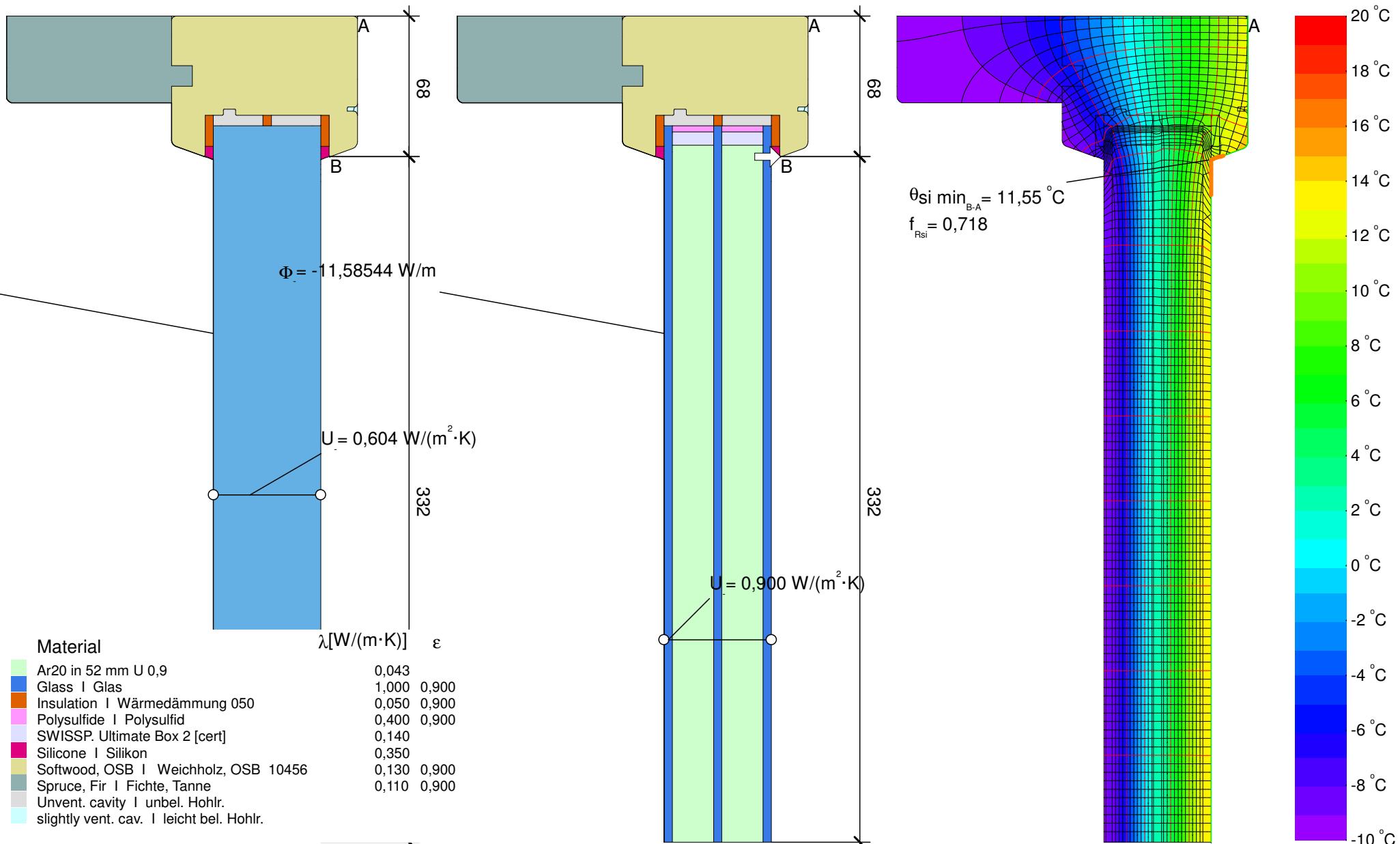


b0f - BOTTOM FIXED I UNTEN FIX

ThermaDura SWISSPACER Ultimate NatureLine90 1101ws04



Passive House Institute



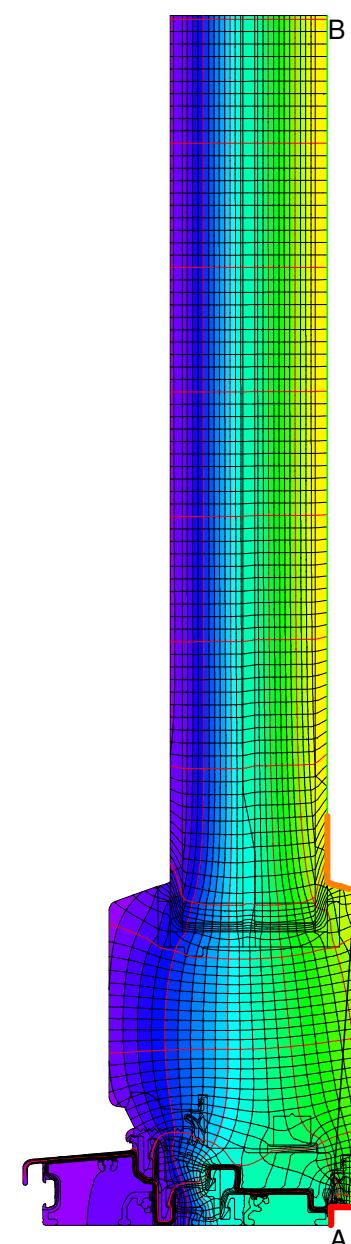
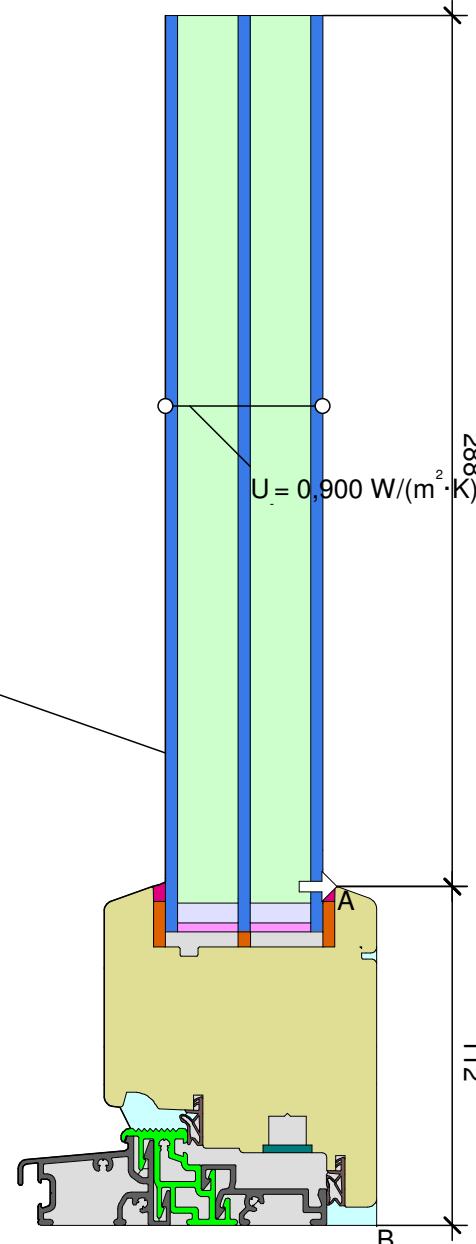
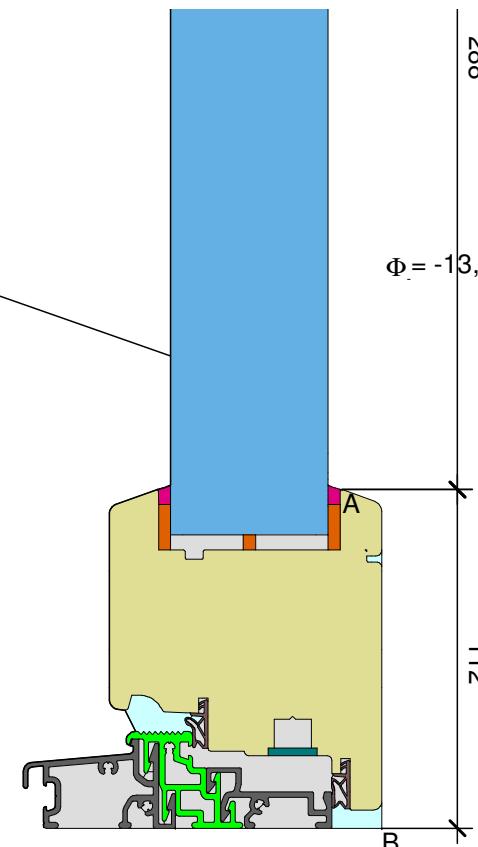
#### Material

	$\lambda [\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})]$	$\varepsilon$
Ar20 in 52 mm U 0,9	0,043	
Glass   Glas	1,000	0,900
Insulation   Wärmedämmung 050	0,050	0,900
Polysulfide   Polysulfid	0,400	0,900
SWISSP. Ultimate Box 2 [cert]	0,140	
Silicone   Silikon	0,350	
Softwood, OSB   Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Spruce, Fir   Fichte, Tanne	0,110	0,900
Unvent. cavity   unbel. Hohlr. slightly vent. cav.   leicht bel. Hohlr.	0,010	

$$U_{f_{B,A}} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{7,963}{30,000} - 0,604 \cdot 0,332}{0,068} = 0,954 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$$

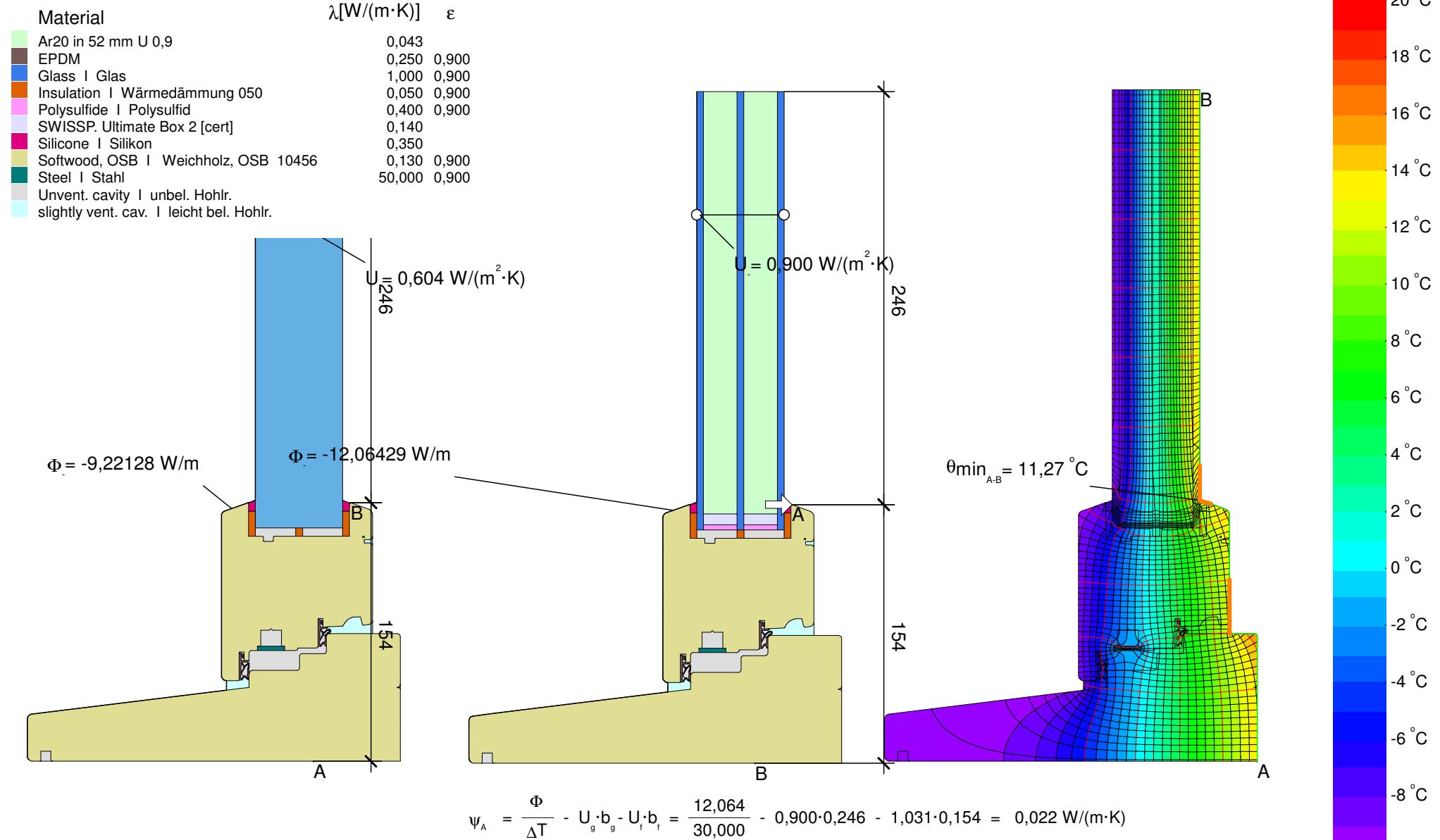
$$\psi_B = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{11,585}{30,000} - 0,900 \cdot 0,332 - 0,954 \cdot 0,068 = 0,023 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$

Material	$\lambda[W/(m \cdot K)]$	$\epsilon$
Aluminum   Aluminium 10456	160,000	0,900
Ar20 in 52 mm U 0,9	0,043	
EPDM	0,250	0,900
Glass   Glas	1,000	0,900
Insulation   Wärmemedämmung 050	0,050	0,900
Polysulfide   Polysulfid	0,400	0,900
Polyvinylchloride (PVC)	0,170	0,900
SWISSP. Ultimate Box 2 [cert]	0,140	
Silicone   Silikon	0,350	
Softwood, OSB   Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Steel   Stahl	50,000	0,900
Unvent. cavity   unbel. Hohlr.		
slightly vent. cav.   leicht bel. Hohlr.		



$$U_{fA,B} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{9,911}{30,000}}{0,112} = 1,397 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

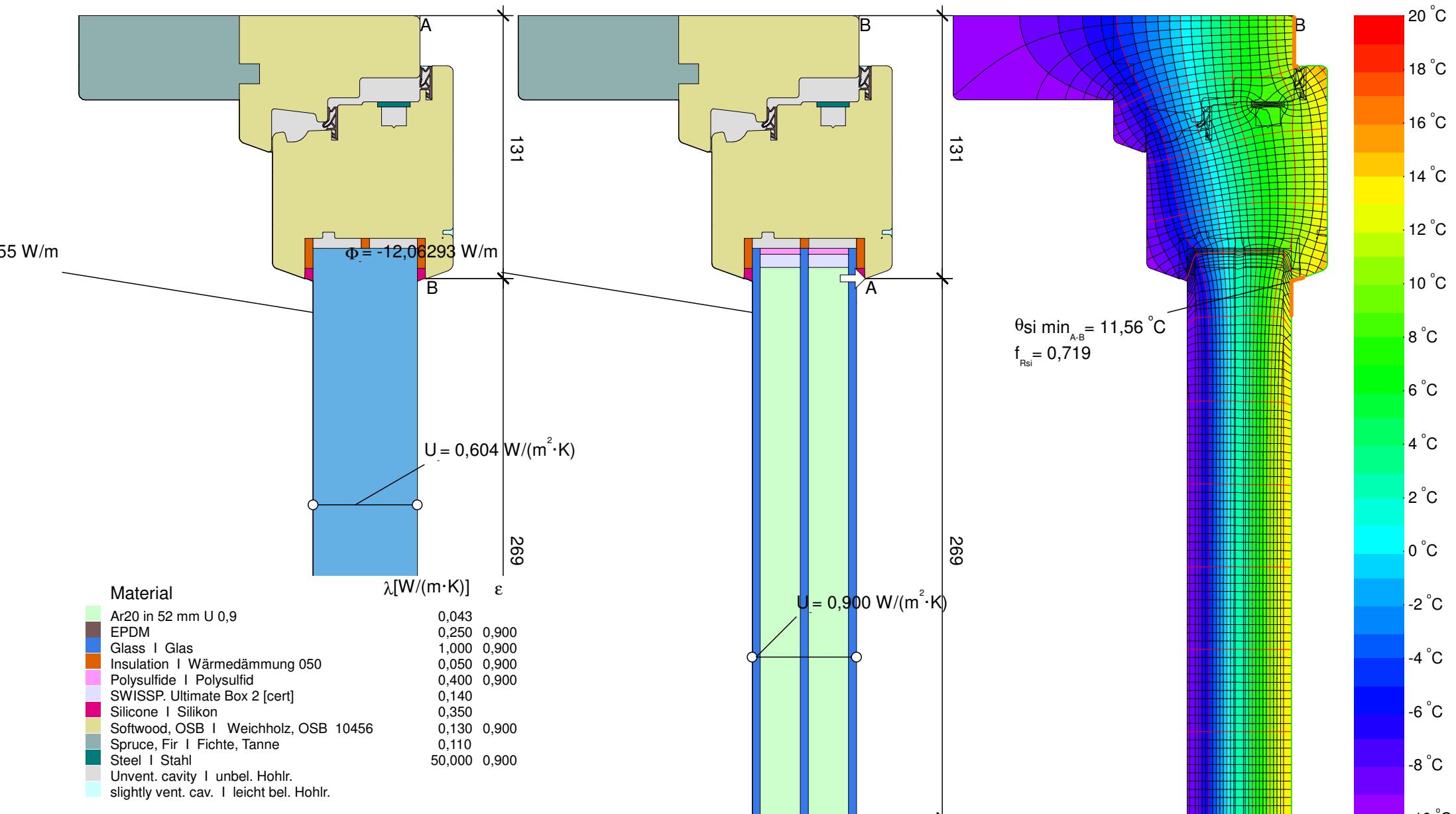
$$\psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{13,124}{30,000} - 0,900 \cdot 0,288 - 1,397 \cdot 0,112 = 0,022 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$



$$\psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{12,064}{30,000} - 0,900 \cdot 0,246 - 1,031 \cdot 0,154 = 0,022 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$U_{fB,A} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{9,221}{30,000} - 0,604 \cdot 0,246}{0,154} = 1,031 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

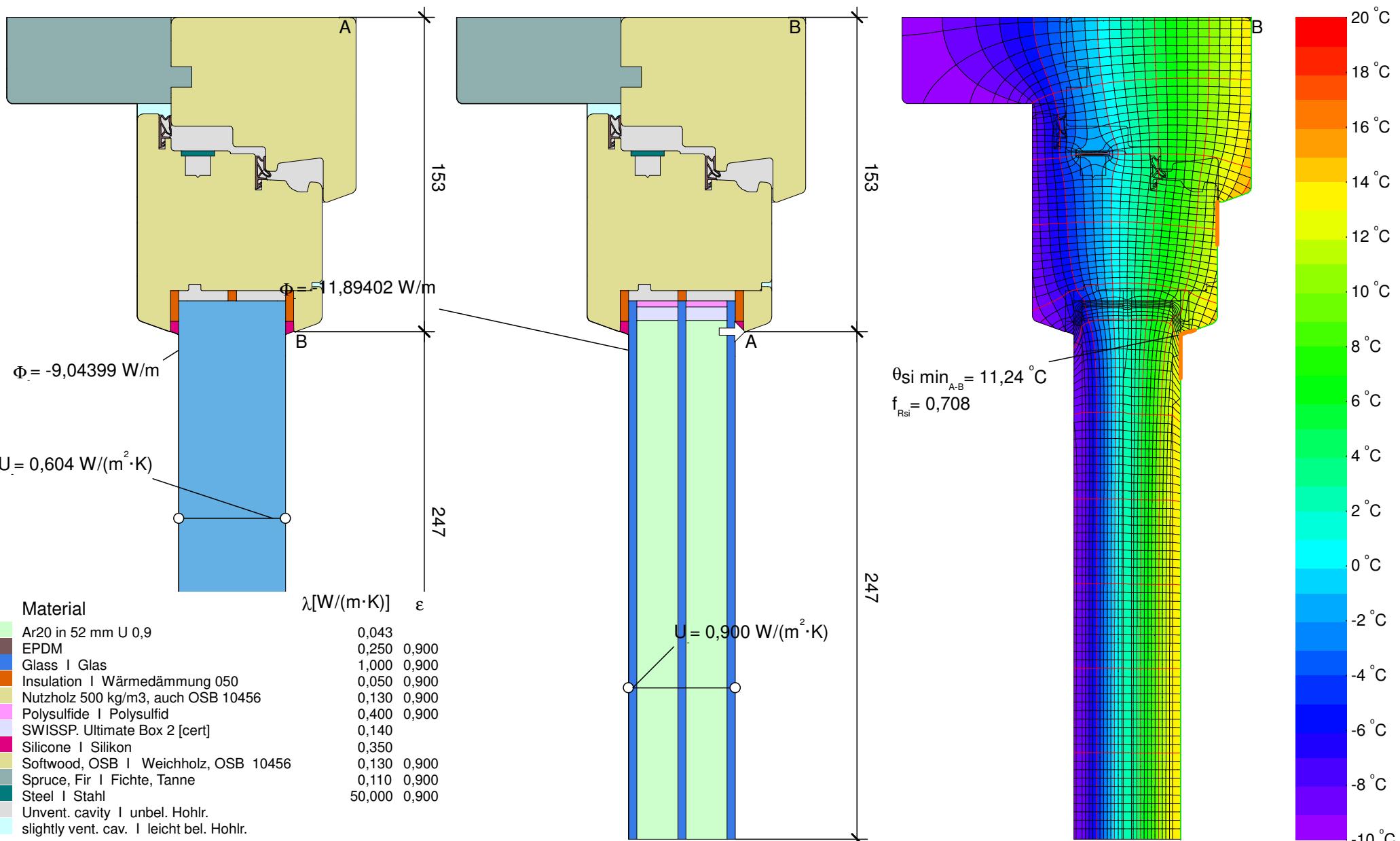




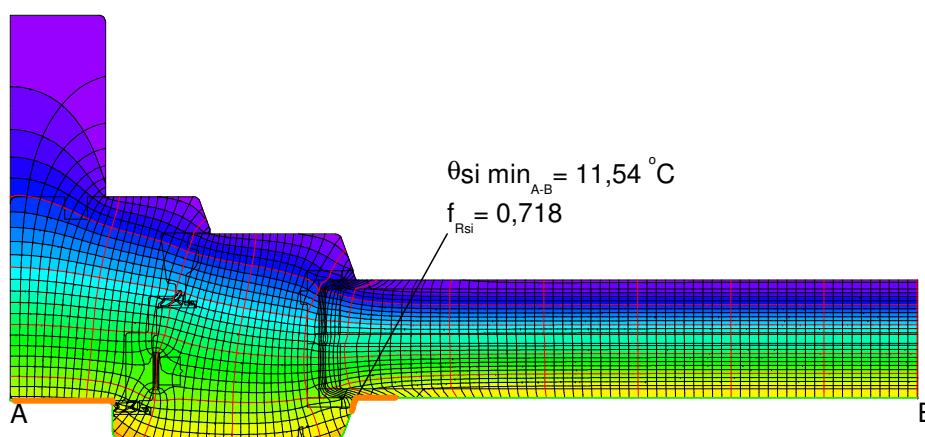
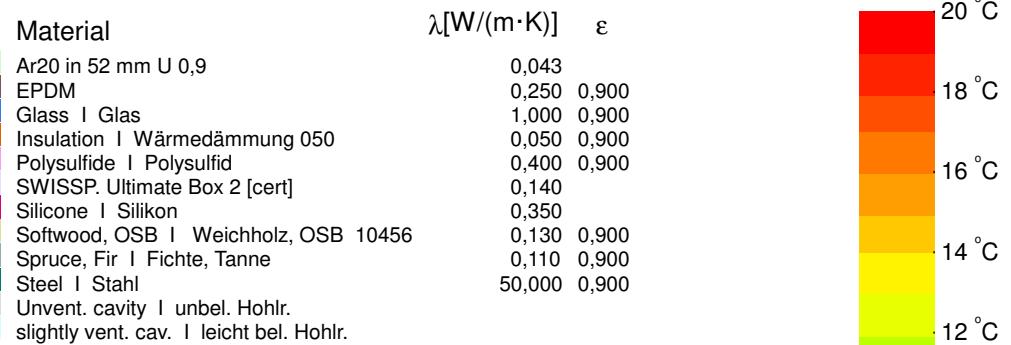
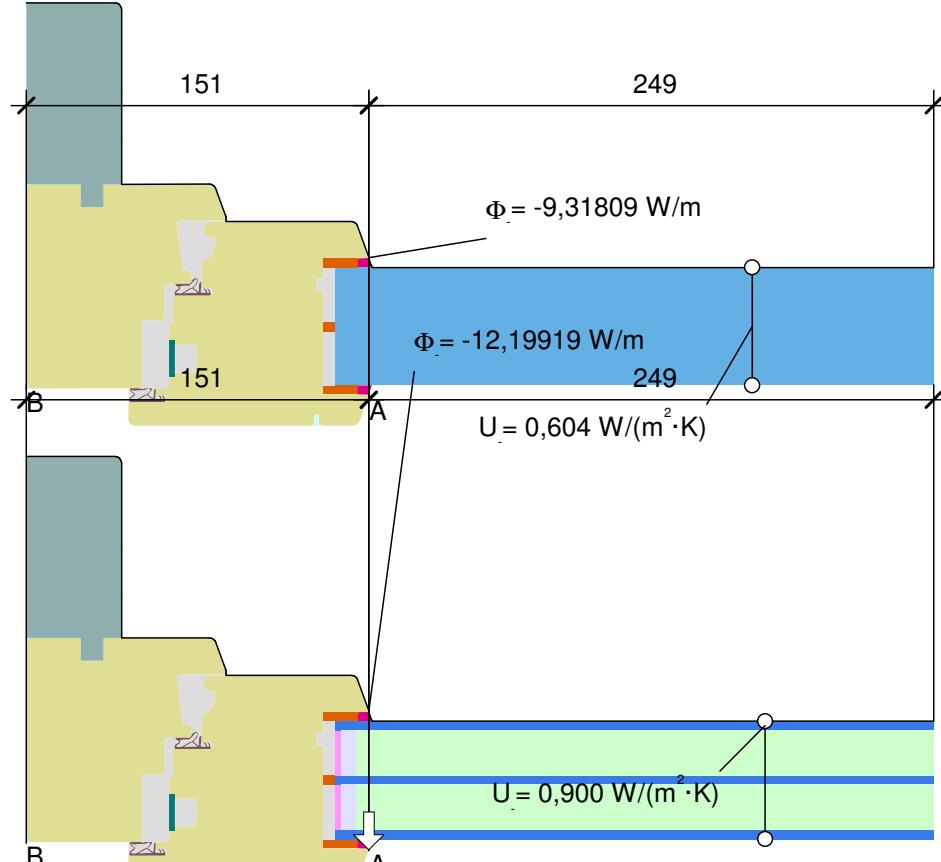
$$U_{f_{B,A}} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{9,005}{30,000} - 0,604 \cdot 0,269}{0,131} = 1,051 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

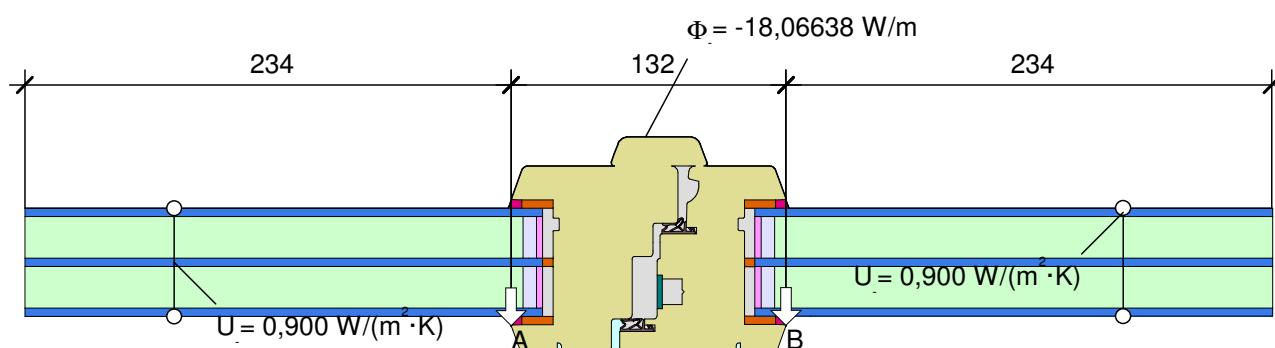
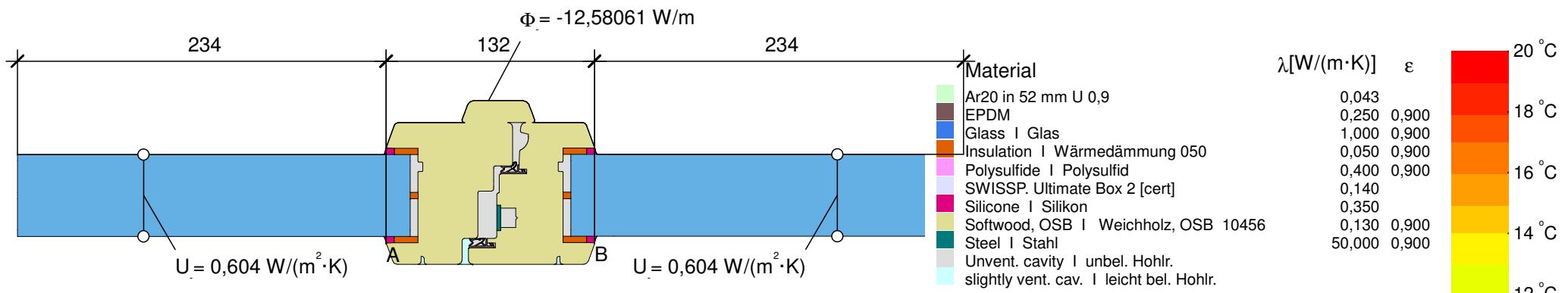
$$\psi_A = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{12,063}{30,000} - 0,900 \cdot 0,269 - 1,051 \cdot 0,131 = 0,022 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$



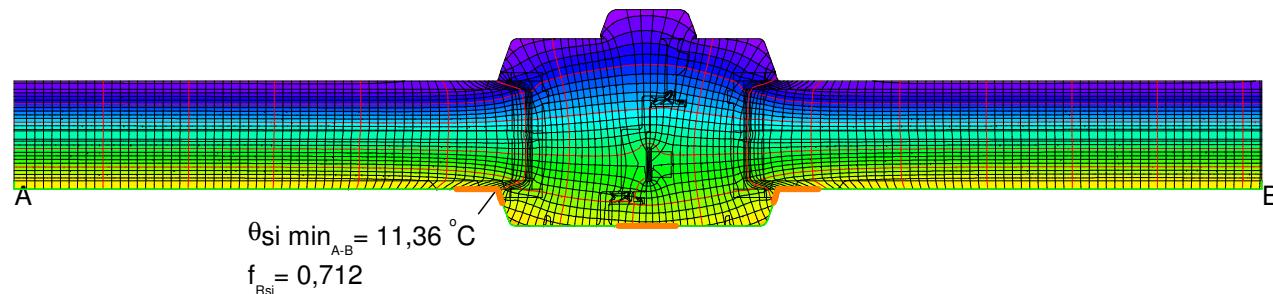


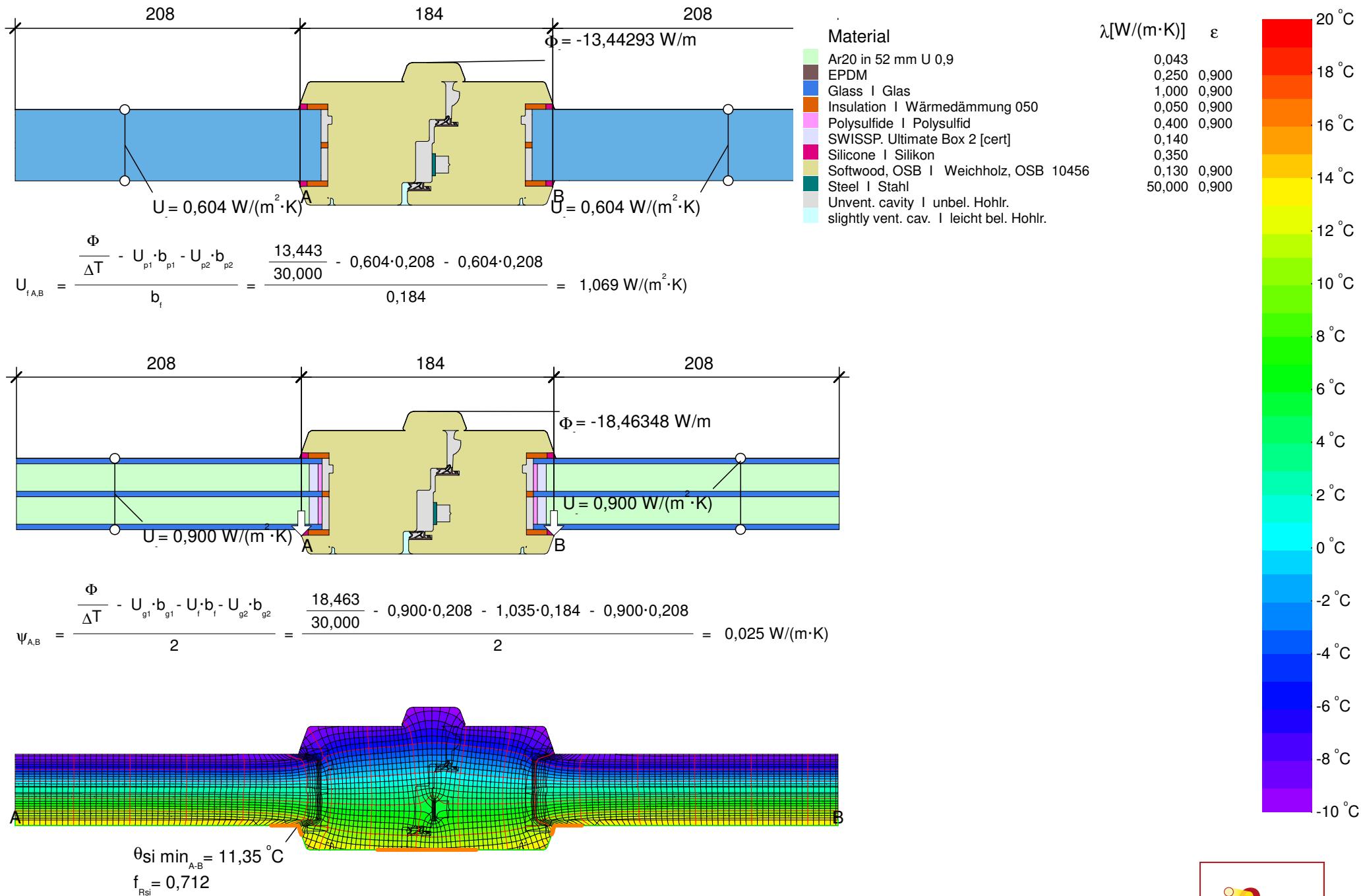
$$U_{f_{B,A}} = \frac{\Phi}{b_f} = \frac{9,044}{0,153} = 59,35 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

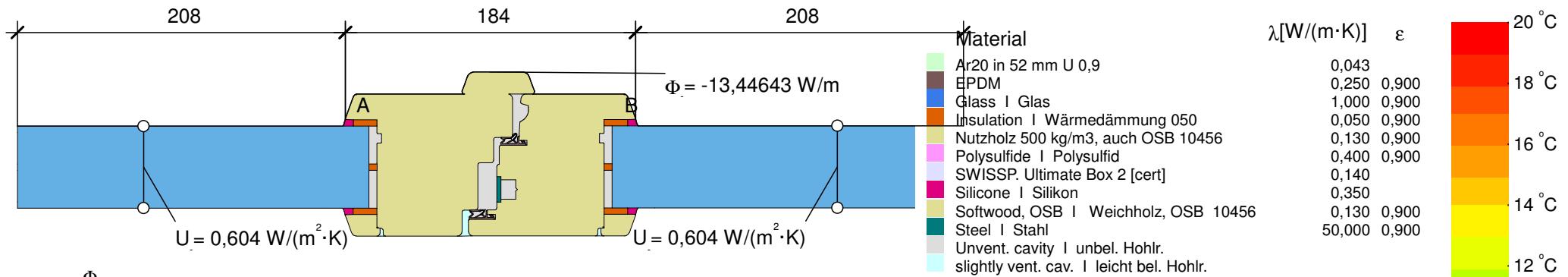




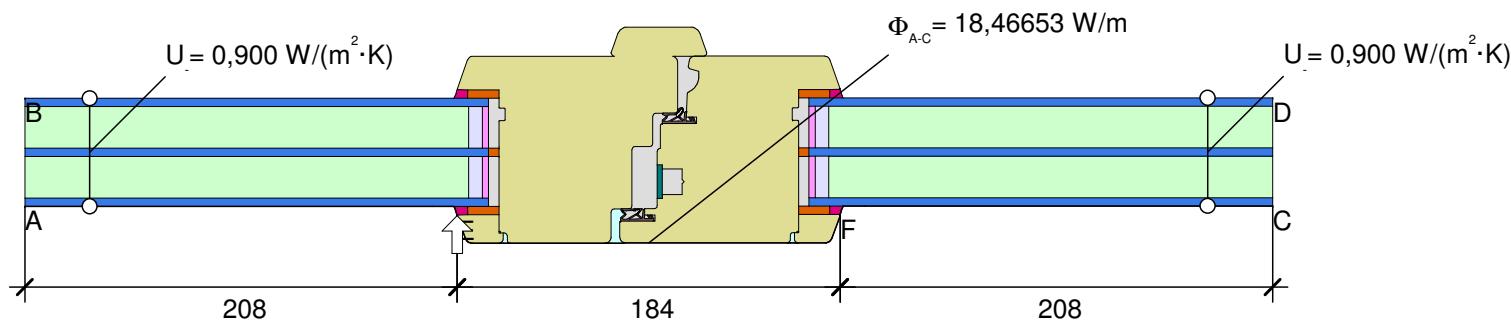
$$\psi_{A,B} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{g1} \cdot b_{g1} - U_f \cdot b_f - U_{g2} \cdot b_{g2}}{2} = \frac{\frac{18,066}{30,000} - 0,900 \cdot 0,234 - 1,035 \cdot 0,132 - 0,900 \cdot 0,234}{2} = 0,022 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$$



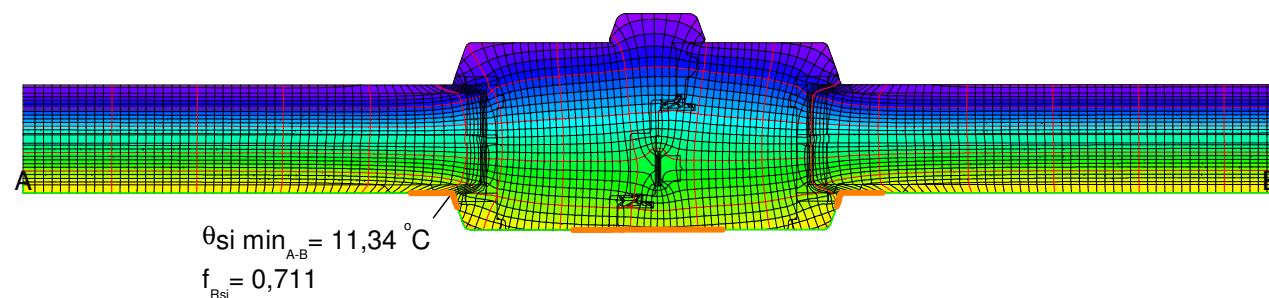


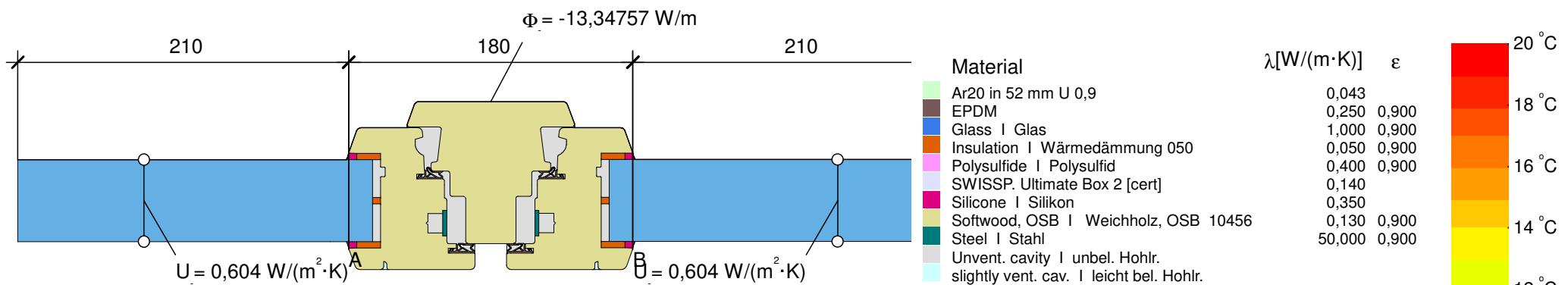


$$U_f = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{U_{p1} \cdot b_{p1} - U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{\frac{13,446}{30,000}}{0,184} - 0,604 \cdot 0,208 - 0,604 \cdot 0,208 = 1,070 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

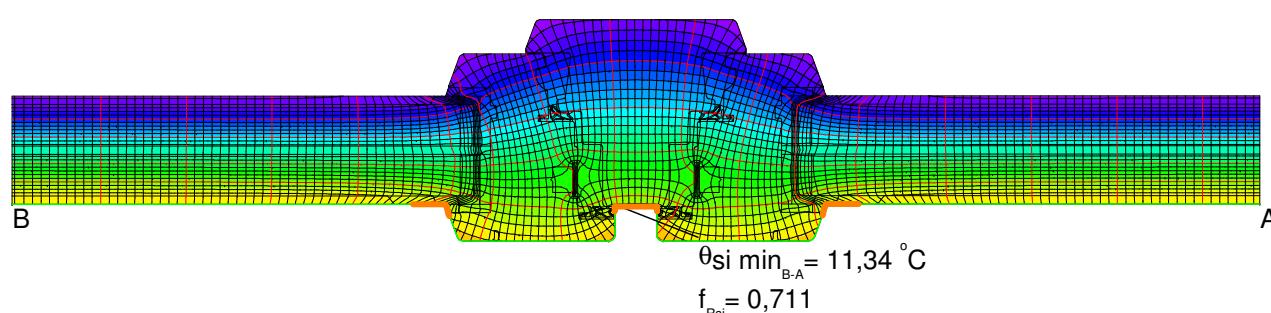
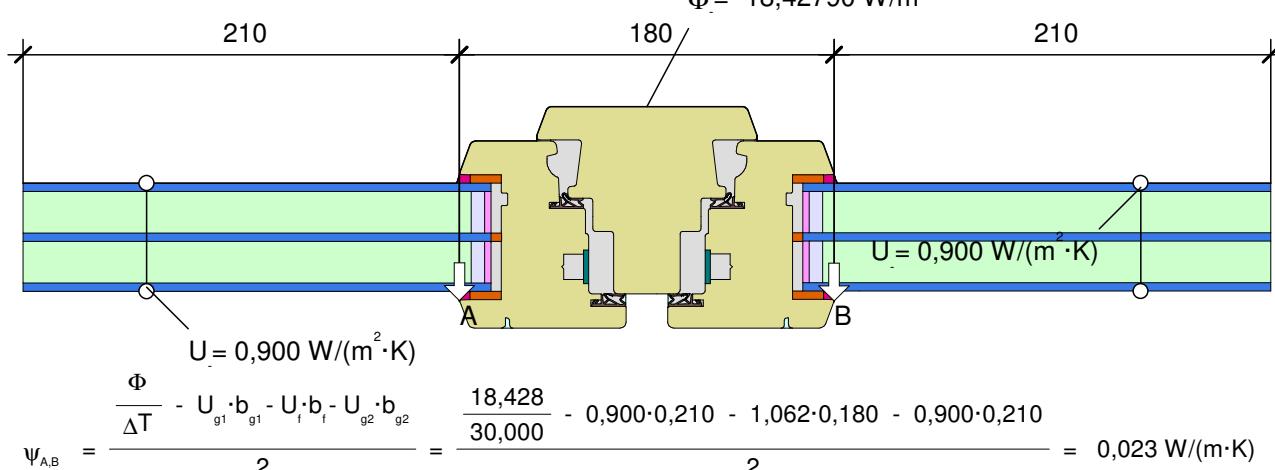


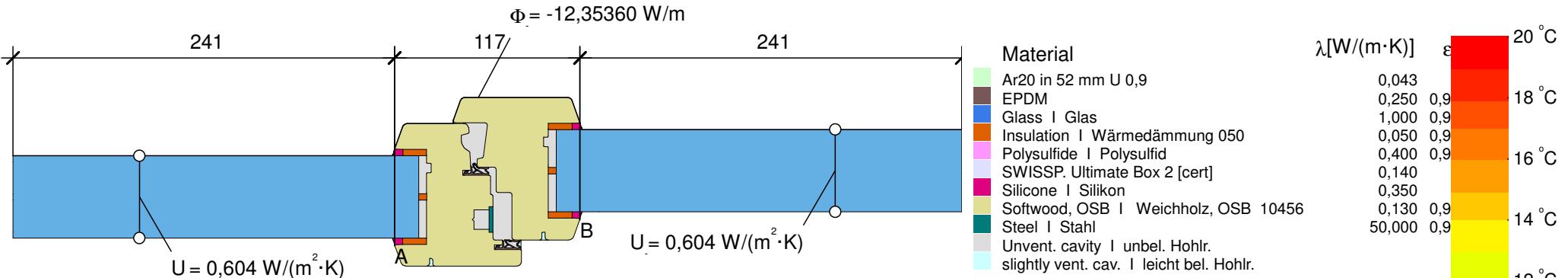
$$\psi_{A-E-C,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 - U_3 \cdot b_3 = \frac{18,467}{30,000} - 0,900 \cdot 0,208 - 1,070 \cdot 0,184 - 0,900 \cdot 0,208 = 0,044 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \quad 0,044 \text{ W}/(\text{mK})/2 = 0,022 \text{ W}/(\text{mK})$$



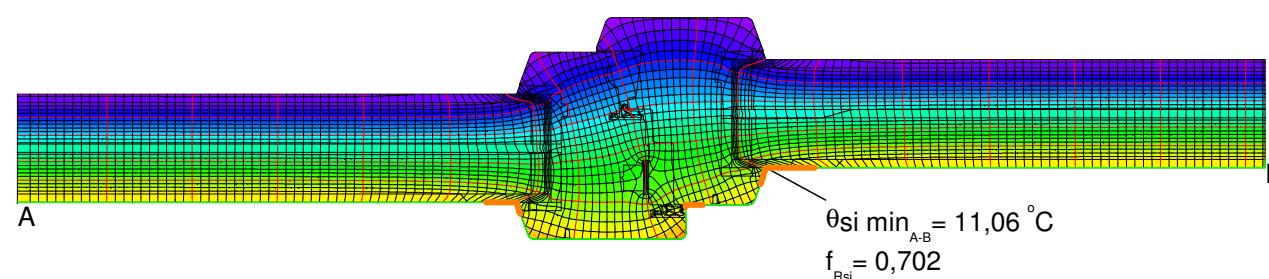
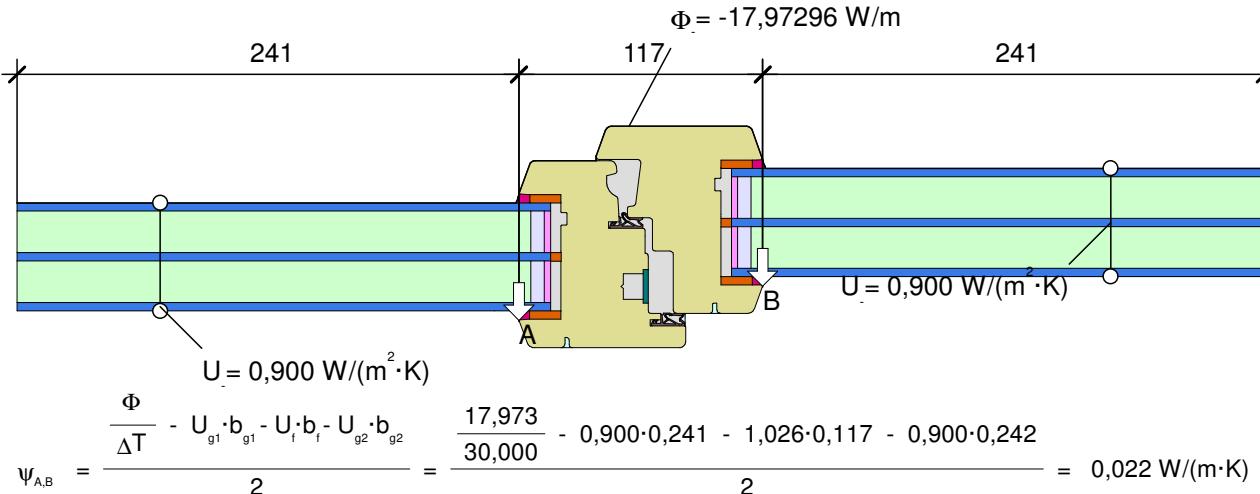


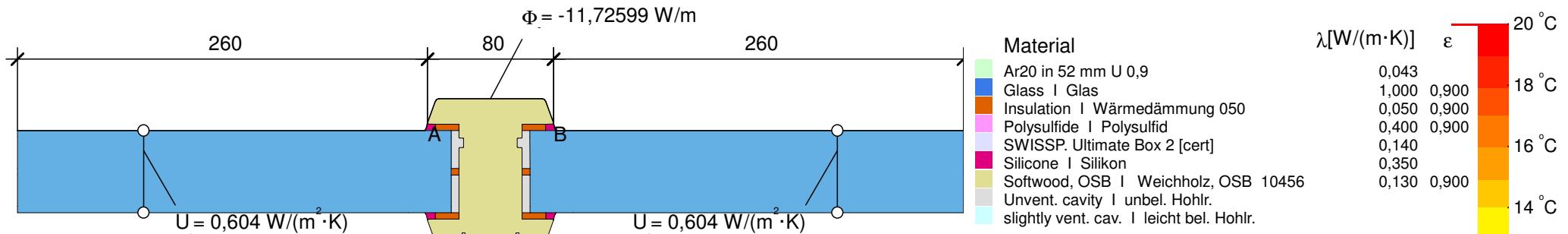
$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{p1} \cdot b_{p1} - U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{\frac{13,348}{30,000} - 0,604 \cdot 0,210 - 0,604 \cdot 0,210}{0,180} = 1,062 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$



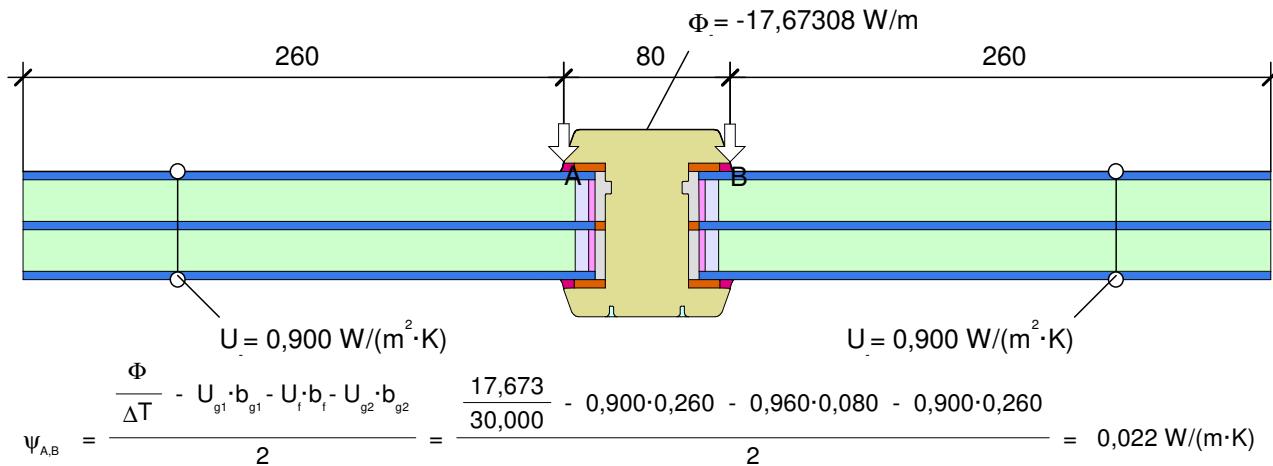


$$U_{f,A,B} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{p1} \cdot b_{p1} - U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{\frac{12,354}{30,000}}{0,117} - 0,604 \cdot 0,241 - 0,604 \cdot 0,242 = 1,026 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

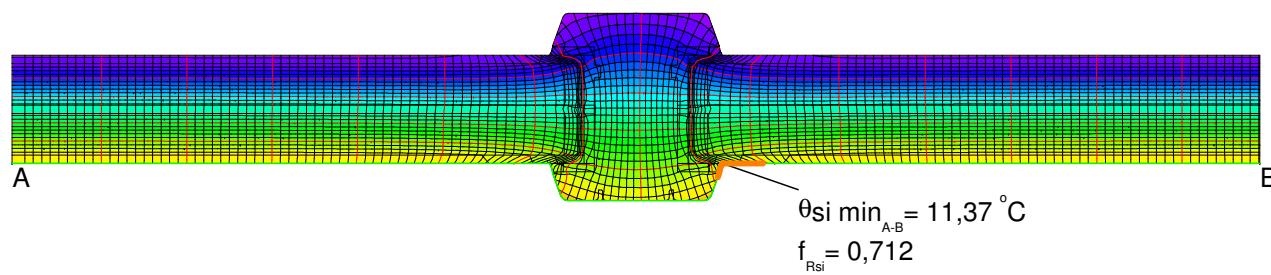




$$U_{f_{A,B}} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{p1} \cdot b_{p1} - U_{p2} \cdot b_{p2}}{b_f} = \frac{\frac{11,726}{30,000}}{0,080} - 0,604 \cdot 0,260 - 0,604 \cdot 0,260 = 0,960 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$



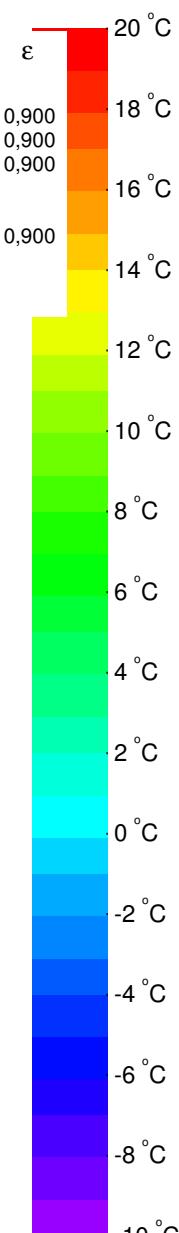
$$\psi_{AB} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_{g1} \cdot b_{g1} - U_f \cdot b_f - U_{g2} \cdot b_{g2}}{2} = \frac{\frac{17,673}{30,000}}{2} - 0,900 \cdot 0,260 - 0,960 \cdot 0,080 - 0,900 \cdot 0,260 = 0,022 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$



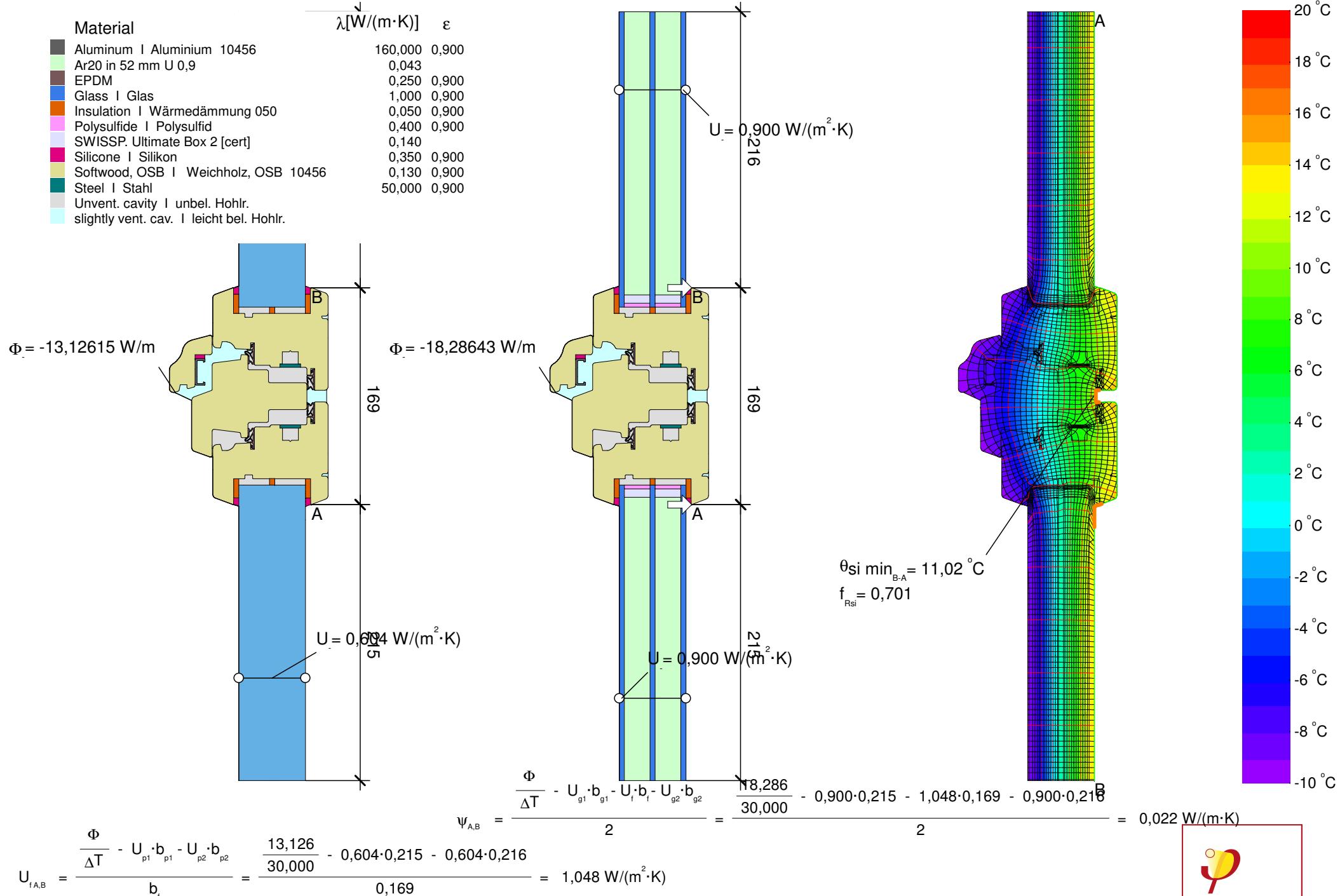
m, t - MULLION FIXED, TRANSOM FIXED

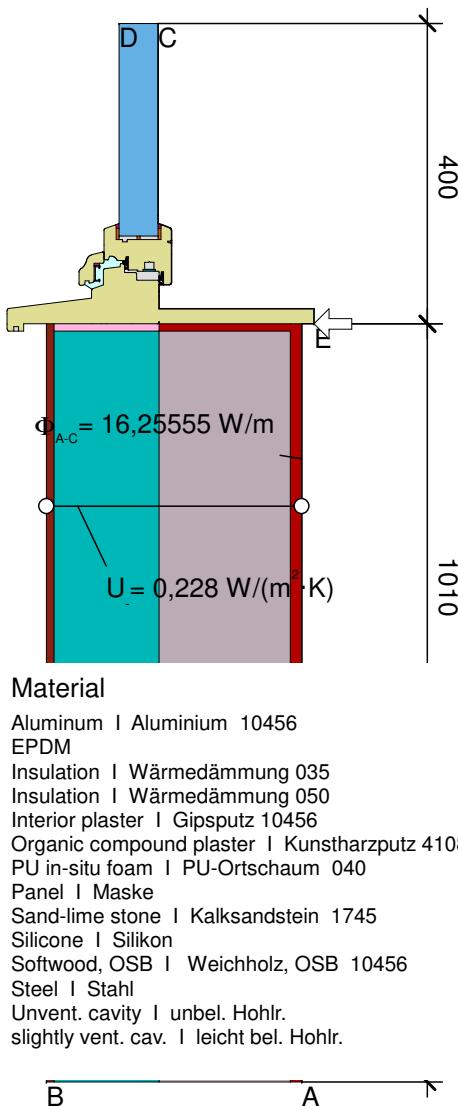
ThermaDura SWISSPACER Ultimate NatureLine90 1101ws04

Passive House Institute

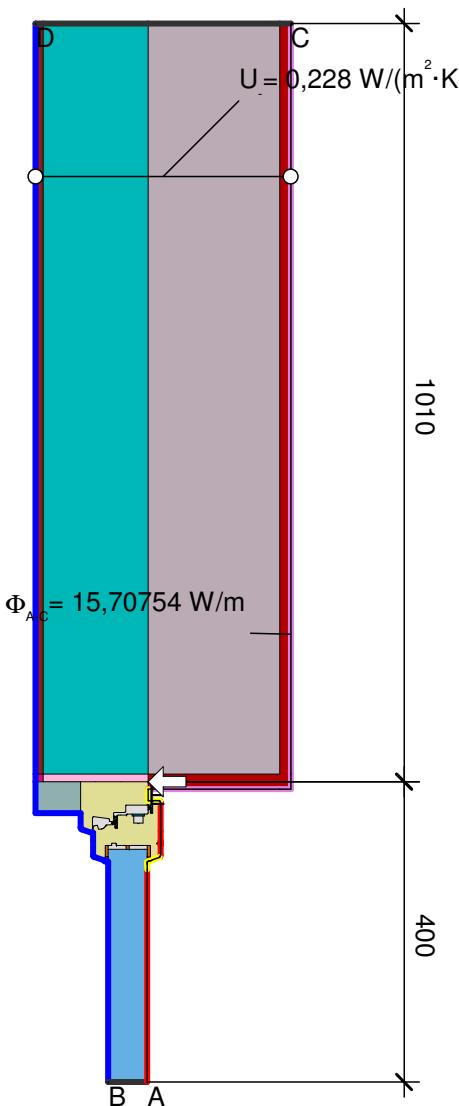
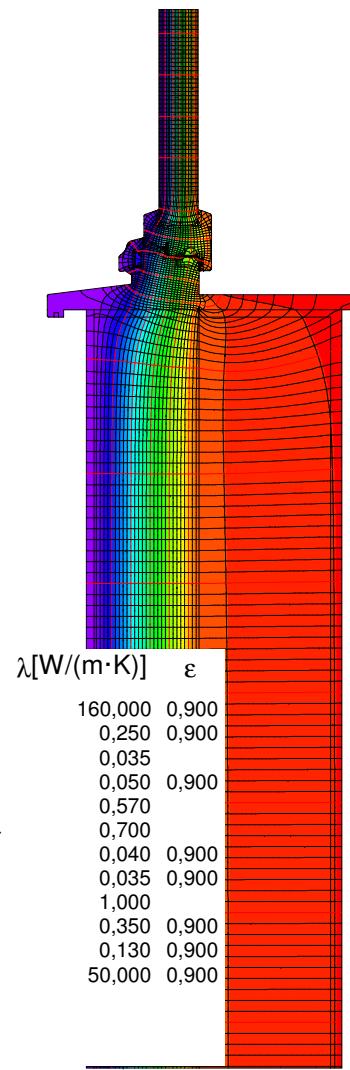


Material	$\lambda [W/(m \cdot K)]$	$\epsilon$
Aluminum I Aluminium 10456	160,000	0,900
Ar20 in 52 mm U 0,9	0,043	
EPDM	0,250	0,900
Glass I Glas	1,000	0,900
Insulation I Wärmedämmung 050	0,050	0,900
Polysulfide I Polysulfid	0,400	0,900
SWISSP. Ultimate Box 2 [cert]	0,140	
Silicone I Silikon	0,350	0,900
Softwood, OSB I Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Steel I Stahl	50,000	0,900
Unvent. cavity I unbel. Hohlr.		
slightly vent. cav. I leicht bel. Hohlr.		





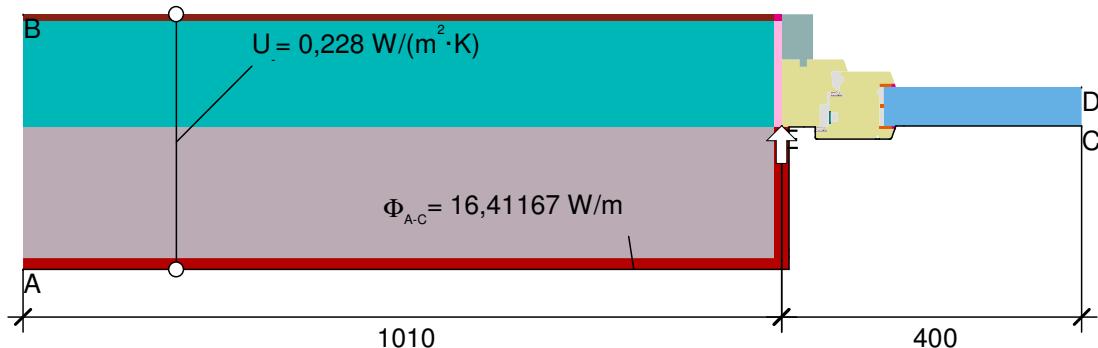
$$\Psi_{A-E,C,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - \frac{\Phi_2}{\Delta T} = \frac{16,256}{30,000} - 0,228 \cdot 1,010 - \frac{9,247}{30,000} = 0,003 \text{ W/(m·K)}$$



$$\Psi_{A-E,C,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{\Phi_1}{\Delta T} - U_2 \cdot b_2 = \frac{15,708}{30,000} - \frac{8,586}{30,000} - 0,228 \cdot 1,010 = 0,007 \text{ W/(m·K)}$$

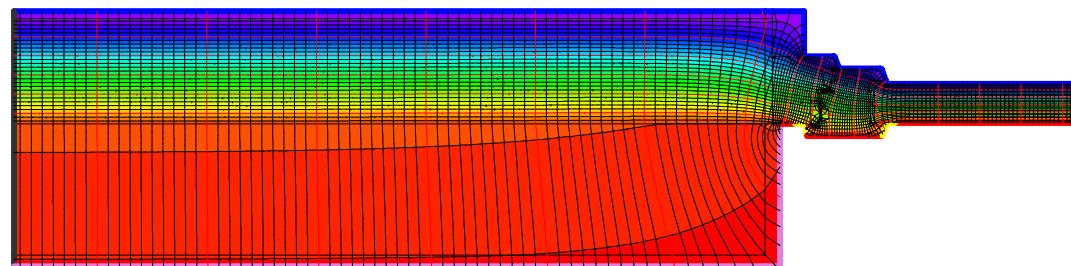
Boundary Condition	q[W/m²]	θ[°C]	R[(m²·K)/W]	ε
Adiabatic   Adiabat	0,000			
Exterior   Außen		-10,000	0,040	
Interior   Innen		20,000	0,130	
Interior, frame, normal		20,000	0,130	
Interior, frame, reduced		20,000	0,200	
e 0,9 Cavity   Hohlraum				0,900



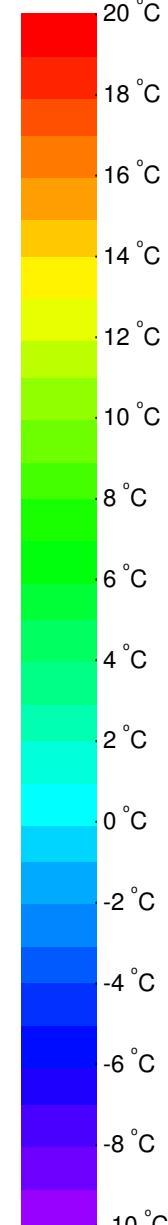


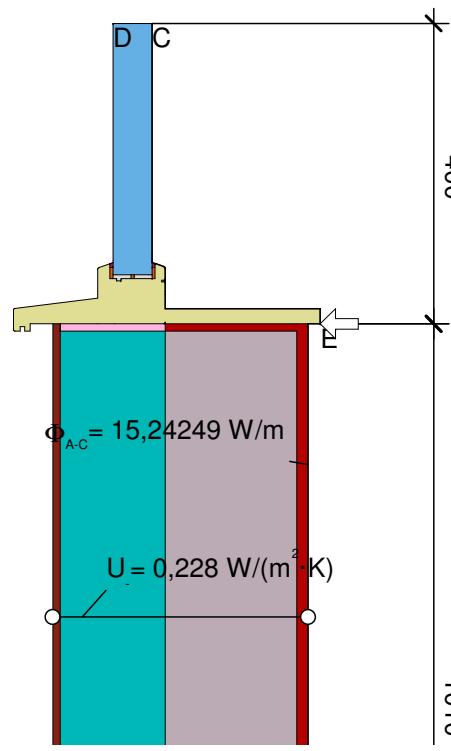
$$\psi_{A-E-C,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_i \cdot b_i - \frac{\Phi_2}{\Delta T} = \frac{16,412}{30,000} - 0,228 \cdot 1,010 - \frac{9,318}{30,000} = 0,006 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Material	$\lambda [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$	$\epsilon$
EPDM	0,250	0,900
Insulation I Wärmedämmung 035	0,035	
Insulation I Wärmedämmung 050	0,050	0,900
Interior plaster I Gipsputz 10456	0,570	0,900
Organic compound plaster I Kunstharzputz 4108-4	0,700	
PU in-situ foam I PU-Ortschaum 040	0,040	0,900
Panel I Maske	0,035	0,900
Sand-lime stone I Kalksandstein 1745	1,000	
Silicone I Silikon	0,350	
Softwood, OSB I Weichholz, OSB 10456	0,130	0,900
Spruce, Fir I Fichte, Tanne	0,110	0,900
Steel I Stahl	50,000	0,900
Unvent. cavity I unbel. Hohlr.		
slightly vent. cav. I leicht bel. Hohlr.		



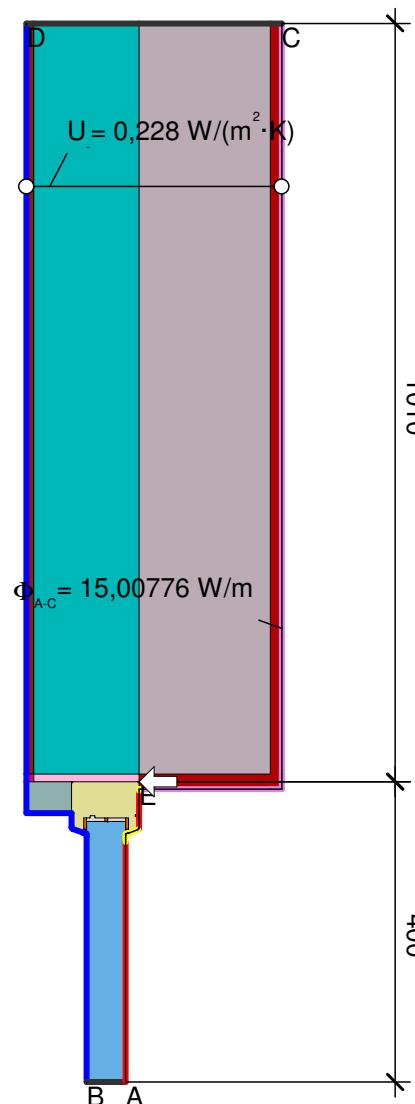
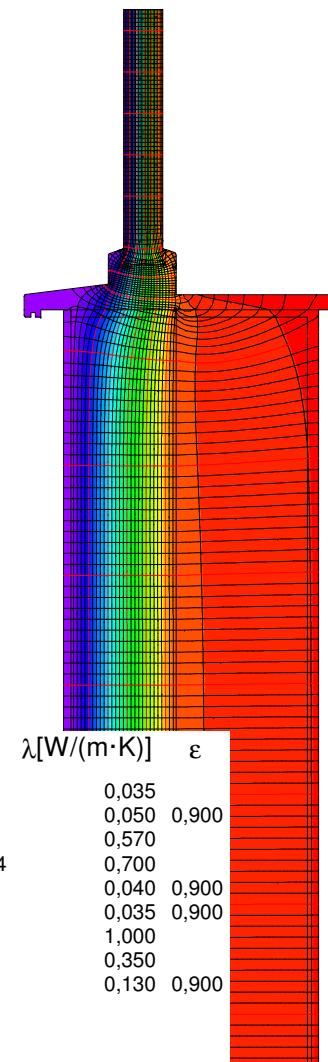
Boundary Condition	$q [\text{W}/\text{m}^2]$	$\theta [{}^\circ\text{C}]$	$R [(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}]$	$\epsilon$
Adiabatic   Adiabat	0,000			
Exterior   Außen		-10,000	0,040	
Interior   Innen		20,000	0,130	
Interior, frame, normal		20,000	0,130	
Interior, frame, reduced		20,000	0,200	
e 0,9 Cavity   Hohlraum				0,900



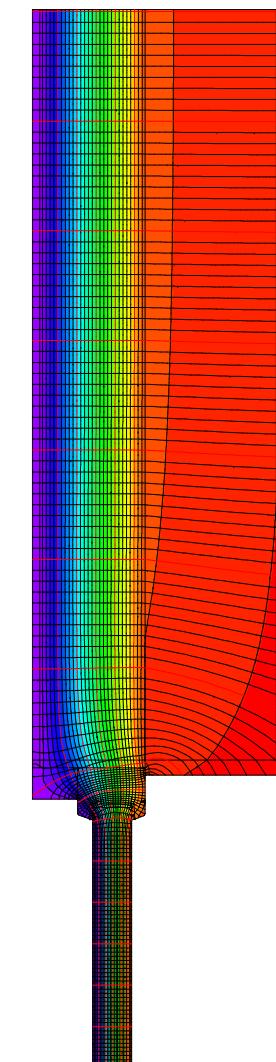


Material	
Insulation I Wärmedämmung 035	
Insulation I Wärmedämmung 050	
Interior plaster I Gipsputz 10456	
Organic compound plaster I Kunstharzputz 4108-4	
PU in-situ foam I PU-Ortschaum 040	
Panel I Maske	
Sand-lime stone I Kalksandstein 1745	
Silicone I Silikon	
Softwood, OSB I Weichholz, OSB 10456	
Unvent. cavity I unbel. Hohlr.	
slightly vent. cav. I leicht bel. Hohlr.	

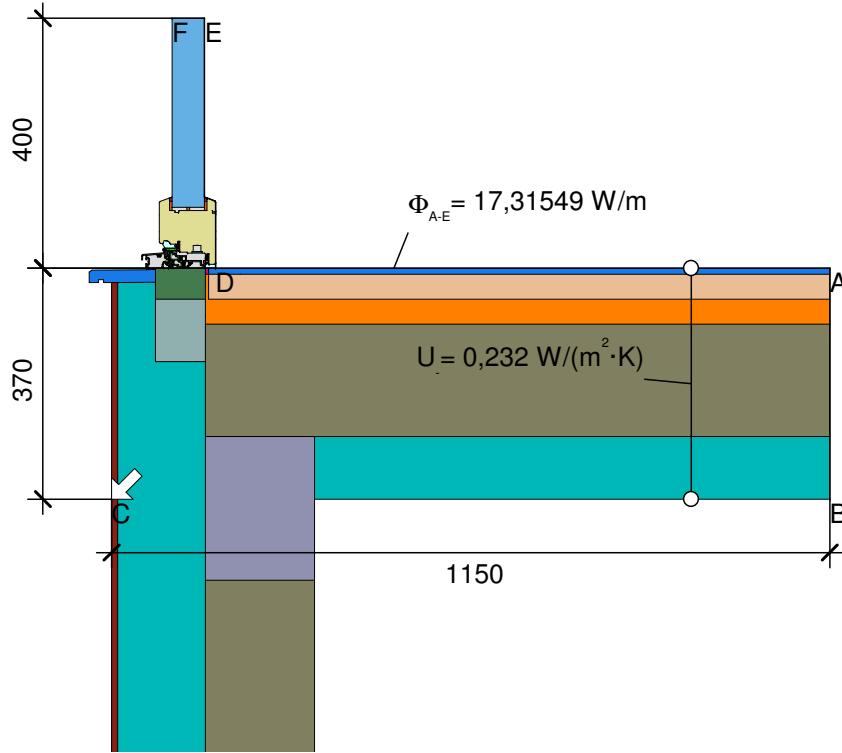
$$\Psi_{A-E.C.} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - \frac{\Phi_2}{\Delta T} = \frac{15,242}{30,000} - 0,228 \cdot 1,010 - \frac{8,345}{30,000} = 0,000 \text{ W/(m·K)}$$



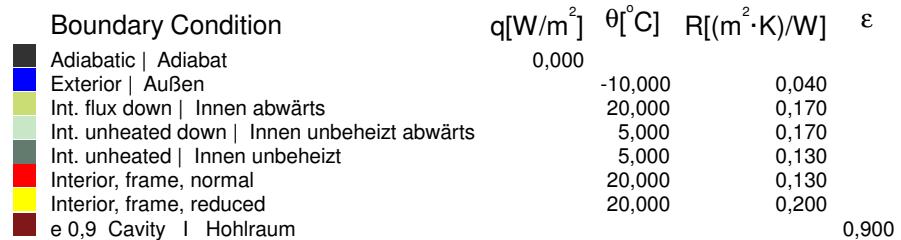
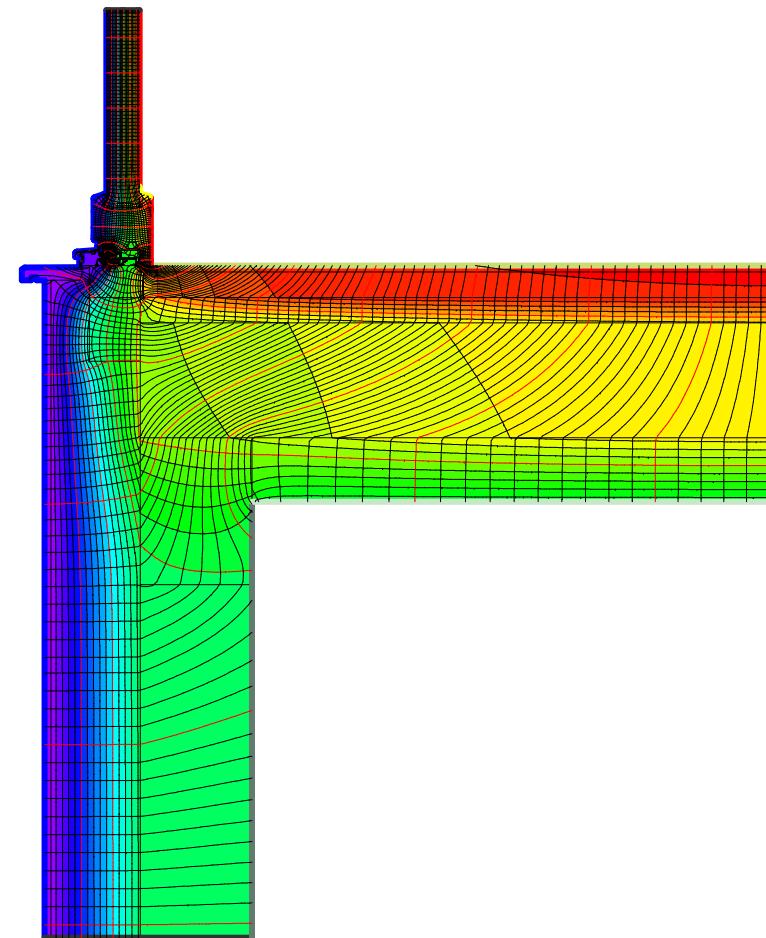
Boundary Condition	$q[W/m^2]$	$\theta[^\circ\text{C}]$	$R[(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}]$	$\epsilon$
Adiabatic   Adiabat	0,000			
Exterior   Außen	-10,000			0,040
Interior   Innen	20,000			0,130
Interior, frame, normal	20,000			0,130
Interior, frame, reduced	20,000			0,200
e 0,9 Cavity   Hohlraum				0,900

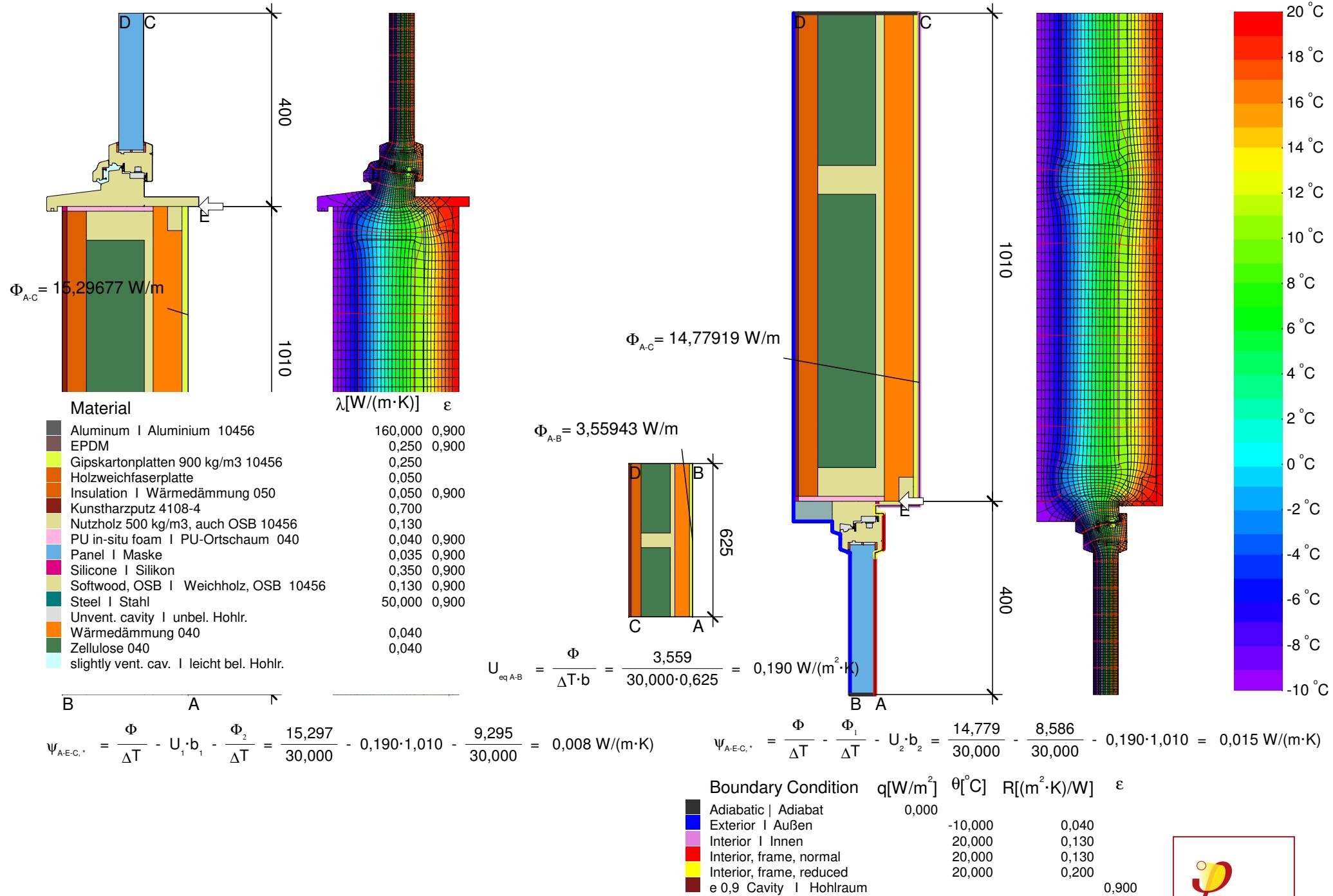


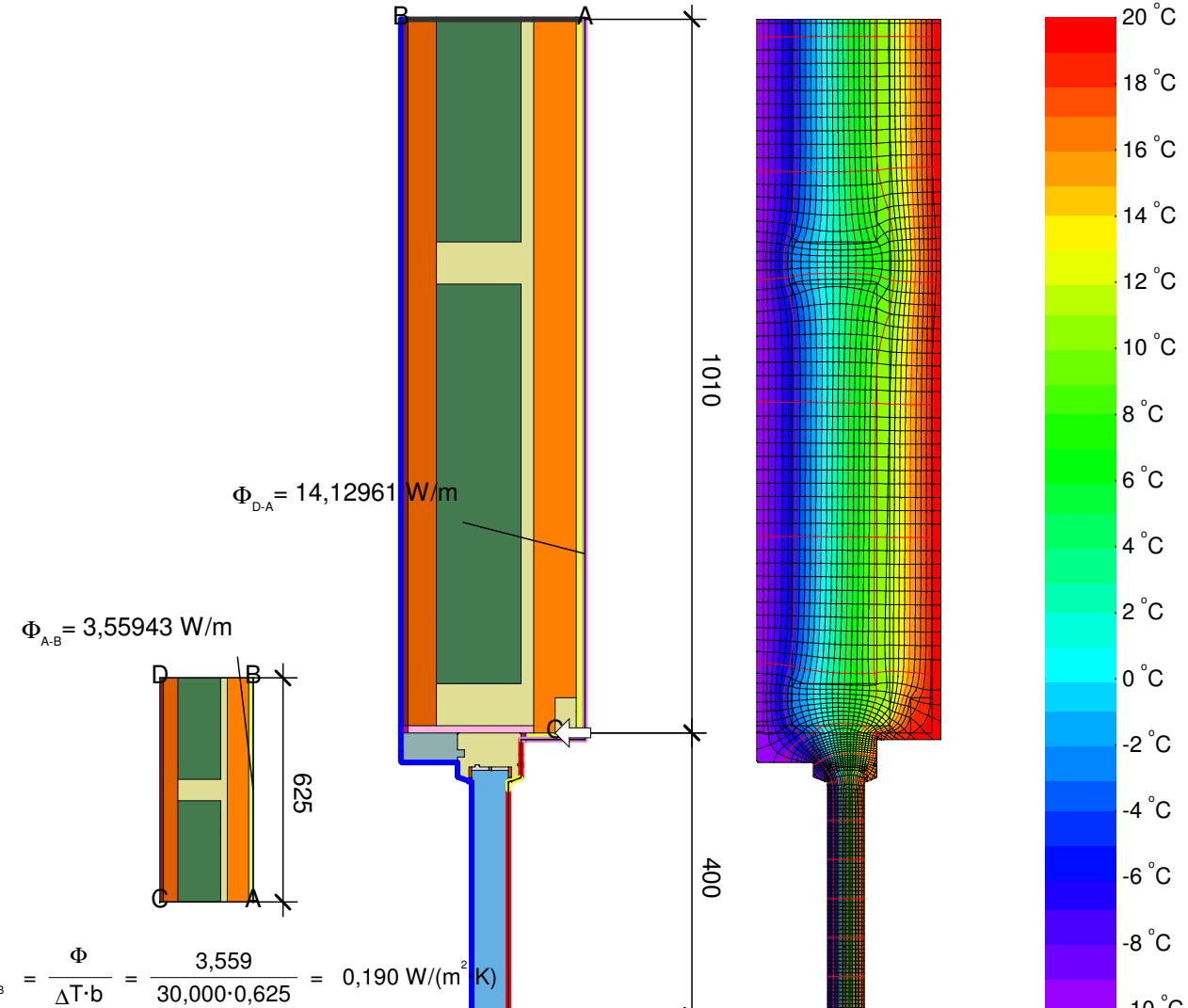
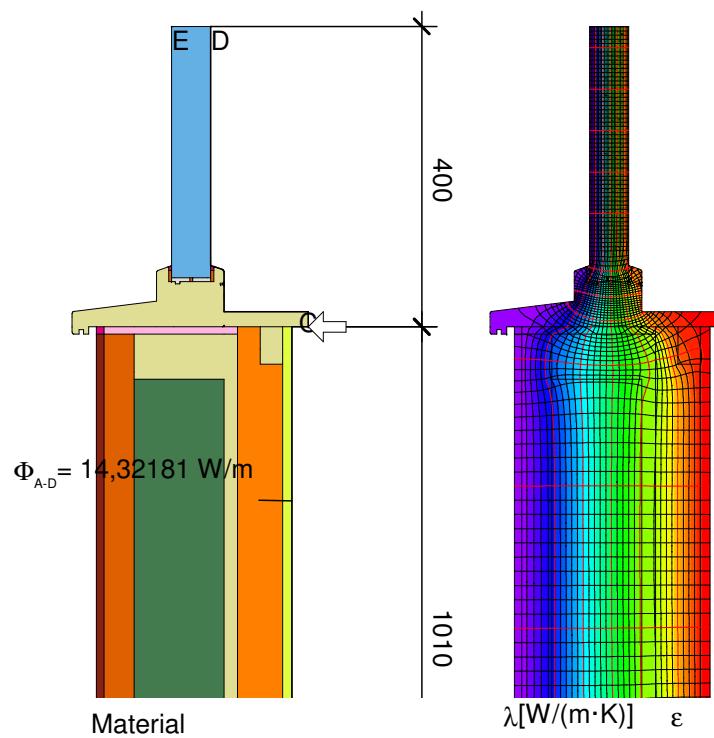
$$\Psi_{A-C-E,*} = \frac{\Phi - U_1 \cdot b_1 \cdot \Delta T_1 - U_2 \cdot b_2 \cdot \Delta T_2 - \Phi_3}{\Delta T} = \frac{17,315 - 0,232 \cdot 1,150 \cdot 15,000 - 0,228 \cdot 0,370 \cdot 30,000 - 9,911}{30,000} = 0,029 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$$



Material		$\lambda[W/(m \cdot K)]$	$\epsilon$
Aluminum   Aluminium	10456	160,000	0,900
Artificial stone   Kunststein	10456	1,300	0,900
Cement screed   Zement-Estrich	4108	1,400	
Concrete, 1% Steel   Beton, 1% Stahl	10456	2,300	
EPDM		0,250	0,900
Gas concrete   Porenbeton	750 4108	0,240	
Insulation   Dämmstoff	040	0,040	0,900
Insulation   Wärmedämmung	035	0,035	
Insulation   Wärmedämmung	040	0,040	
Insulation   Wärmedämmung	050	0,050	0,900
Organic compound plaster   Kunstharzputz	4108-4	0,700	
Panel   Maske		0,035	0,900
Polyvinylchloride (PVC)		0,170	0,900
Silicone   Silikon		0,350	0,900
Softwood, OSB   Weichholz, OSB	10456	0,130	0,900
Spruce, Fir   Fichte, Tanne		0,110	
Steel   Stahl		50,000	0,900
Unvent. cavity   unbel. Hohlr.			
slightly vent. cav.   leicht bel. Hohlr.			







$$\Psi_{A-C-D,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - \frac{\Phi_2}{\Delta T} = \frac{14,322}{30,000} - 0,190 \cdot 1,010 - \frac{8,345}{30,000} = 0,007 \text{ W/(m·K)}$$

$$\Psi_{D-C-A,*} = \frac{\Phi}{\Delta T} - \frac{\Phi_1}{\Delta T} - U_2 \cdot b_2 = \frac{14,130}{30,000} - \frac{7,963}{30,000} - 0,190 \cdot 1,010 = 0,014 \text{ W/(m·K)}$$

