

PRÜFBERICHT

Auftrag-Nr.: 51/2009 - BG
Contract no.

05.03.2009
RuF/sta
ZVR-850936522

Auftraggeber: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG
Customer Hagleitenstraße 1
A-4493 Wolfern

Auftragsgegenstand: Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von
Subject Fensterkonstruktionen gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1
sowie ÖNORM EN ISO 10077-2

Auftragsdatum: 21.01.2009 (Fax)
Date of contract 26.02.2009 (Schreiben)

Probeneingangsdatum: --
Date of sample delivery

Prüfdatum/Prüfzeitraum: Jänner bis März 2008
Date/Period of testing

Geltungsdauer: --
Period of validity

Textseiten: 4
Pages

Beilagen: 21 (47 Seiten)
Enclosures

1. Auftrag

Die Firma Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG, Hagleitenstraße 1, A-4493 Wolfersdorf beauftragte die Holzforschung Austria mit Fax vom 21.01.2009 und Schreiben vom 26.02.2009 mit der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w von Holz-Aluminiumfenster-Konstruktionen gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1. Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Rahmen U_f sowie der linearen Wärmedurchgangskoeffizienten zwischen Rahmen und Glas ψ_g sollte mit Hilfe des numerischen Verfahrens gemäß ÖNORM EN ISO 10077-2 erfolgen, die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasung U_g gemäß ÖNORM EN 673.

2. Beschreibung des Prüfgegenstandes

| | |
|-------------------|--|
| Bezeichnung: | Niedrigenergiefenster Variante 1 |
| Bauart: | 1-flügeliges Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfenster (Konstruktionszeichnungen siehe Beilage 1) |
| Werkstoff: | Nadelholz $\rho \approx 500 \text{ kg/m}^3$, PIR mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$ lt. Herstellerangabe und Aluminium |
| Profilausbildung: | Stockrahmenprofil 84/74 mm unten und 79/74 mm seitlich und oben, Flügelrahmenprofil 81/80 mm unten, seitlich und oben. Profilausbildung und Profilabmessungen siehe Konstruktionszeichnungen in Beilage 1 |
| Verglasung: | <ul style="list-style-type: none"> • $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, Zweischeiben-Isolierverglasung 4-16-:4, berechnet gemäß ÖNORM EN 673 mit Gasfüllung Argon, Füllgrad 90 % sowie Beschichtung mit normalem Emissionsvermögen $\varepsilon = 0,03$ auf Pos. 3 (für weiterführende Berechnungen $U_g = 1,126 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$), Abstandhalter Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN" • $U_g = 0,7 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, Dreischeiben-Isolierverglasung 4:-12-4-12-:4, berechnet gemäß ÖNORM EN 673 mit Gasfüllung Argon, Füllgrad 90 % sowie Beschichtung mit normalem Emissionsvermögen $\varepsilon = 0,03$ auf Pos. 2 und 5 (für weiterführende Berechnungen $U_g = 0,721 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$), Abstandhalter Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN" • $U_g = 0,6 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, Dreischeiben-Isolierverglasung 4:-18-4-16-:4, berechnet gemäß ÖNORM EN 673 mit Gasfüllung Argon, Füllgrad 90 % sowie Beschichtung mit normalem Emissionsvermögen $\varepsilon = 0,03$ auf Pos. 2 und 5 (für weiterführende Berechnungen $U_g = 0,552 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$), Abstandhalter Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN" • $U_g = 0,5 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$, Dreischeiben-Isolierverglasung 4:-12-4-12-:4, berechnet gemäß ÖNORM EN 673 mit Gasfüllung Krypton, Füllgrad 90 % sowie Beschichtung mit normalem Emissionsvermögen $\varepsilon = 0,03$ auf Pos. 2 und 5 (für weiterführende Berechnungen $U_g = 0,488 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$), Abstandhalter Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN" |

3. Prüfungsgrundlagen

Der Prüfung werden folgende Normen zugrunde gelegt:

- ÖNORM EN ISO 10077-1, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten - Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
Ausgabe: Dezember 2006
- ÖNORM EN ISO 10077-2, Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten, Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
Ausgabe: Dezember 2008
- ÖNORM EN 673, Glas im Bauwesen - Bestimmung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) – Berechnungsverfahren
Ausgabe: September 2003

4. Berechnung des Wärmeschutzes

Die Berechnung des Wärmeschutzes erfolgte nach ÖNORM EN ISO 10077-1 und ÖNORM EN ISO 10077-2 sowie ÖNORM EN 673, wobei ein 1-flügeliges Fenster mit dem Normmaß STAM 1230 x 1480 mm zugrunde gelegt wurde.

Die Materialkennwerte der Rahmen und Abstandhalter entstammen der ÖNORM EN ISO 10077-2 sowie gegebenenfalls, vorbehaltlich Plausibilitätsprüfung, Herstellerangaben, jene der Verglasungen der ÖNORM EN 673. Die Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Rahmenprofile U_f und der längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten zwischen jeweiligem Rahmenprofil und Verglasung ψ_g erfolgte mit dem hierfür geeigneten numerischen Rechenprogramm „flixo professional“ Version 5.00.438.1 der Firma Infomind GmbH, CH-8004 Zürich. Die Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Verglasungen U_g erfolgte mit dem hierfür geeigneten Rechenprogramm "EN 673_berechnung" Version 1.5 der Holzforschung Austria unter Berücksichtigung der genormten Grenzwerte aus ÖNORM EN 673.

Die Beilagen 2 bis 17 enthalten die der Berechnung zugrunde gelegten Materialien und Randbedingungen mit den wärmetechnischen Kenngrößen, die Größenverhältnisse und die Anzahl der im Simulationsmodell enthaltenen Finiten Elemente für die numerische Berechnung sowie Informationen zur Ermittlung des Wärmedurchgangskoeffizienten der Rahmenprofile U_f und des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten zwischen Rahmen und Verglasung ψ_g der jeweiligen Profile. Des Weiteren sind Abbildungen der berechneten Temperaturfelder mit Isothermen in 1 °C-Schritten (13 °C-Isotherme rot, 14 °C-Isotherme gelb) und der Wärmestromdichtefelder im Bereich 0 - 50 W/m enthalten, wobei Bereiche mit einer Wärmestromdichte von über 50 W/m² in der gleichen Farbe wie 50 W/m² dargestellt sind (rot).

In den Beilagen 18 bis 21 ist ein Berechnungsblatt zum Wärmeschutz der gemäß Punkt 2 geprüften Fensterkonstruktionen mit detaillierten Ergebnissen aus der Simulation und Angaben zur Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten U_w der Fensterkonstruktionen enthalten.

5. Ergebnisse

Die Berechnungen des Wärmeschutzes für die 1-flügeligen Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfensterkonstruktionen der Firma Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG gemäß Punkt 2 mit STAM 1230 x 1480 mm brachten folgende Ergebnisse, die sowohl gemäß EN ISO 10077-1 auf zwei wertanzeigende Stellen, als auch gemäß OIB Richtlinie 6 auf zwei Nachkommastellen gerundet angegeben sind:

| Kurzbeschreibung (siehe auch Punkt 2) | zugehörige Beilagen | Wärmedurchgangskoeffizient Fenster U_w [W/(m ² K)] | |
|--|--------------------------|--|------------------|
| | | EN ISO 10077-1 | OIB Richtlinie 6 |
| "Niedrigenergiefenster", $U_g = 1,1$ W/(m ² K), Abstandhalter "Thermix TXN" | 1, 2, 3, 4, 5, 18 | 1,2 | 1,23 |
| "Niedrigenergiefenster", $U_g = 0,7$ W/(m ² K), Abstandhalter "Thermix TXN" | 1, 6, 7, 8, 9, 19 | 0,96 | 0,96 |
| "Niedrigenergiefenster", $U_g = 0,6$ W/(m ² K), Abstandhalter "Thermix TXN" | 1, 10, 11, 12, 13, 20 | 0,84 | 0,84 |
| "Niedrigenergiefenster", $U_g = 0,5$ W/(m ² K), Abstandhalter "Thermix TXN" | 1, 14, 15, 16, 17, 21 | 0,81 | 0,81 |

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA


DI Dr. M. Teibinger
Zeichnungsberechtigter




Ing. R. Fitl
Bearbeiter

21 Beilagen

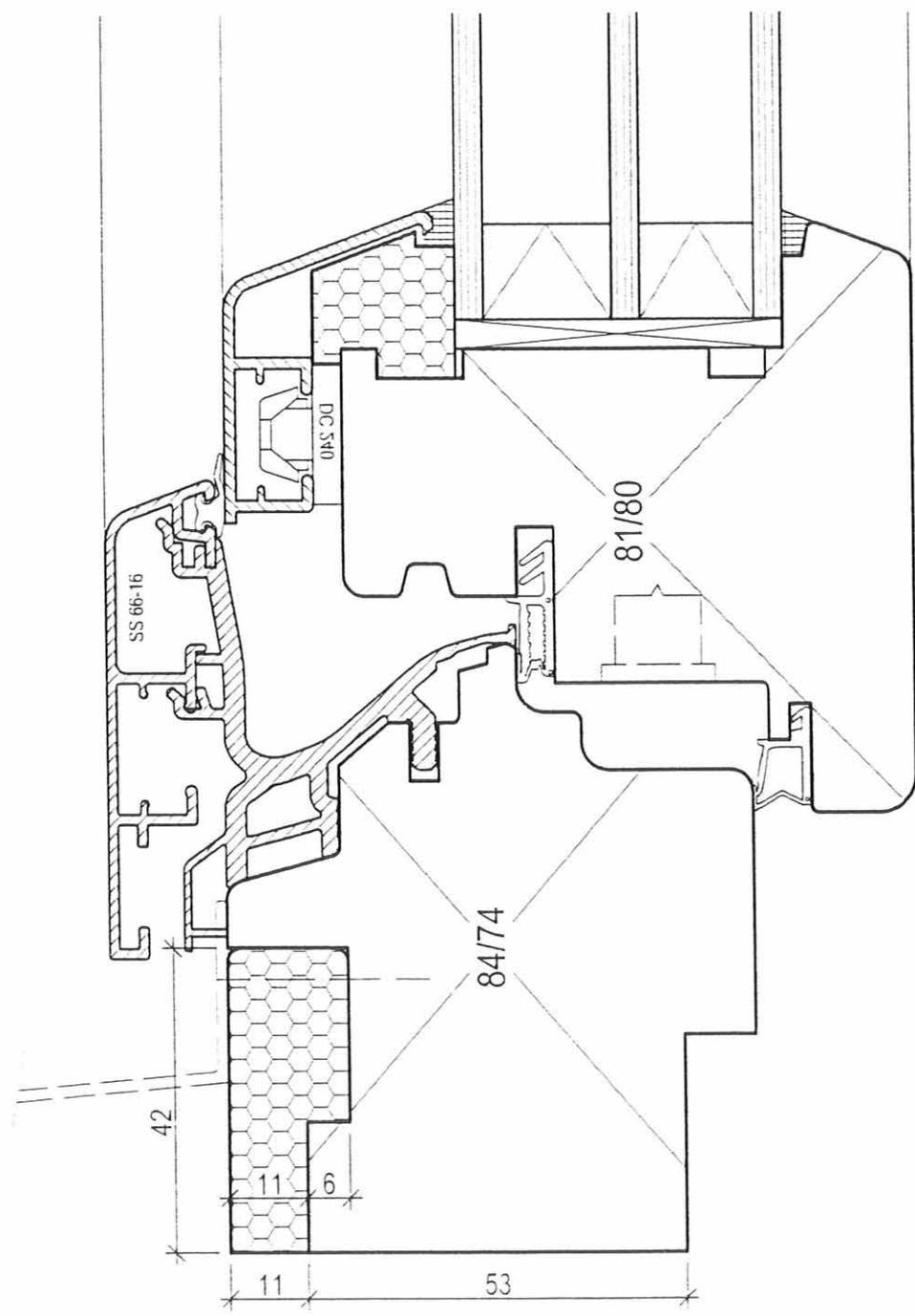
Akkreditiert als Prüf- und Überwachungsstelle durch das BMWA und durch das OIB mit Bescheid OIB-190-004/98-008.

Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände zum Zeitpunkt der Untersuchung. Auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit schriftlicher Genehmigung der Holzforschung Austria gestattet.

(The results and statements given in this document relate only to the tested materials, the present information and the state of the art at the time of investigation. Publication in excerpts is only permitted with the written approval of Holzforschung Austria.)

UNTERLAGEN DES
AUFTRAGGEBERS

Beilage zu Auftrag
Nr.: Nr.:
001 51/2009
HOLZFORSCHUNG AUSTRIA
Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien

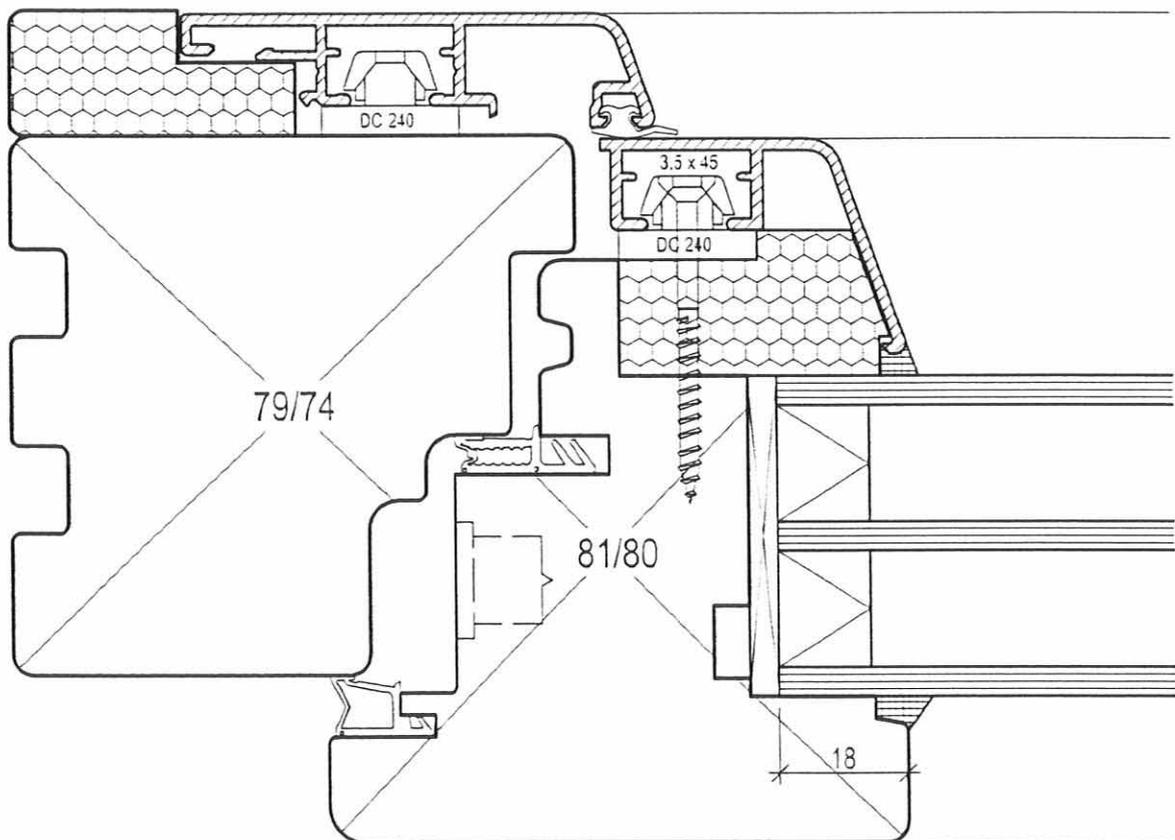


Beilage zu Auftrag
Nr.: Nr.:

001 51/2009

UNTERLAGEN DES
AUFTRAGGEBERS

HOLZFORSCHUNG AUSTRIA
Franz Grill-Straße 7, 1030 Wien



Titel: Niedrigenergie Variante 1 - seitlich

Datum: 14.01.09

Zeichnungs-Nr.

Maßstab: M 1:1

Gezeichnet: SK

Firma: Maderböck GesmbH & Co KG / Wolfers

Seite:

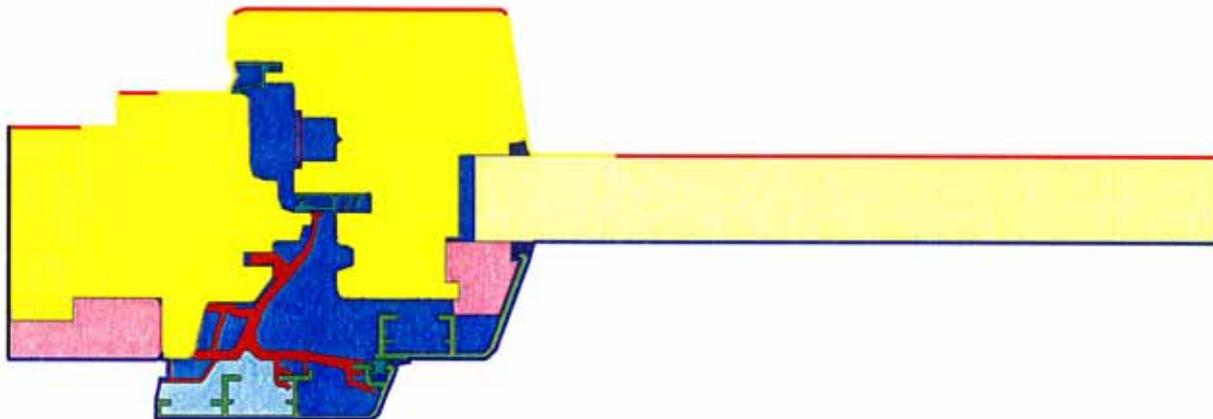
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Maske | 0,035 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 11073

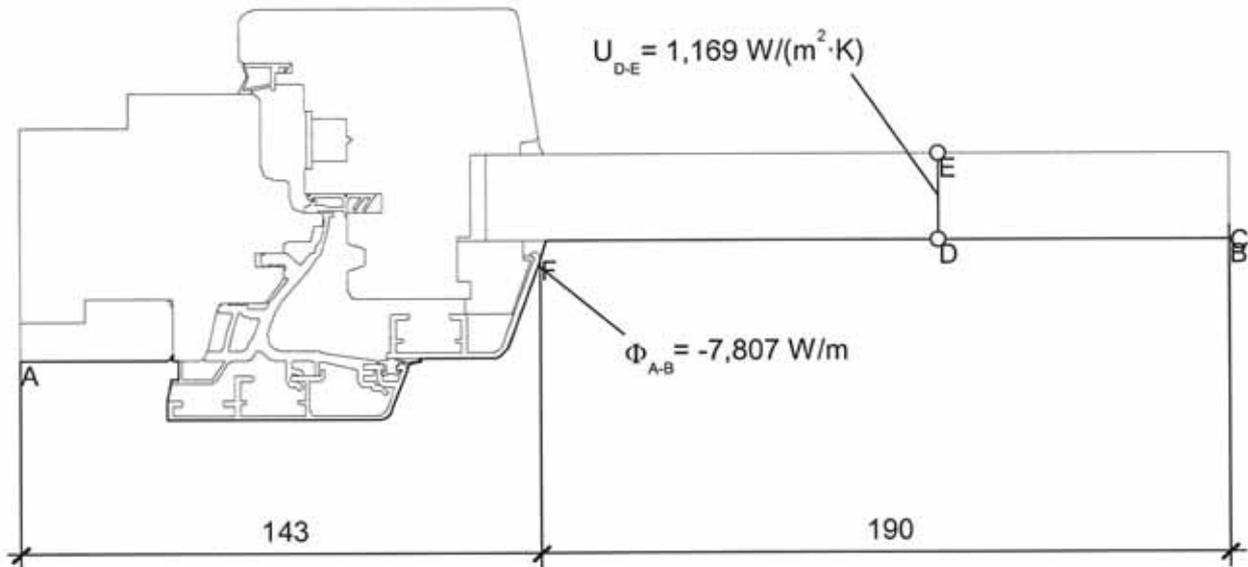
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten



$$U_{fF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-7,807}{-20,000} - 1,169 \cdot 0,190}{0,143} = 1,174 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11073

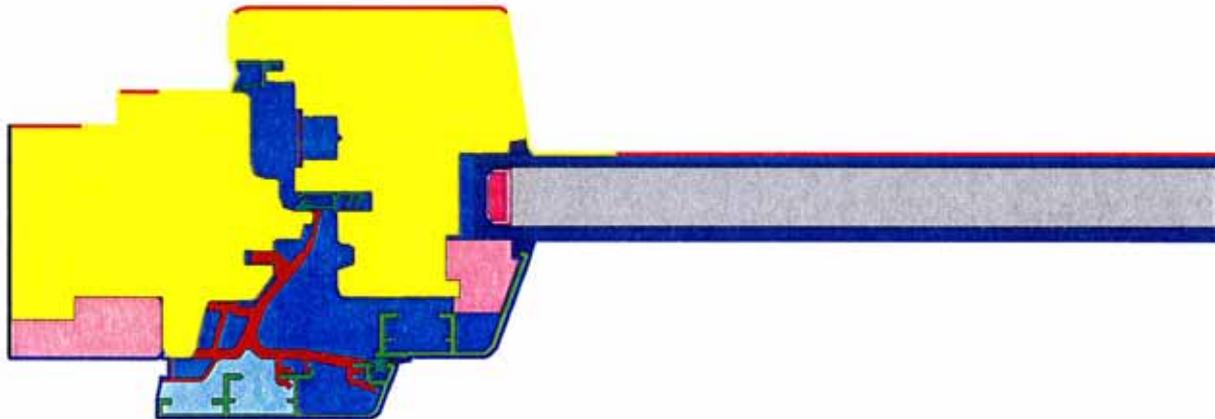
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Ar 90%, Pos 3; e=0,03 | 0,02253 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Edelstahl L=15 | 15,000 | | | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasren verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 13922

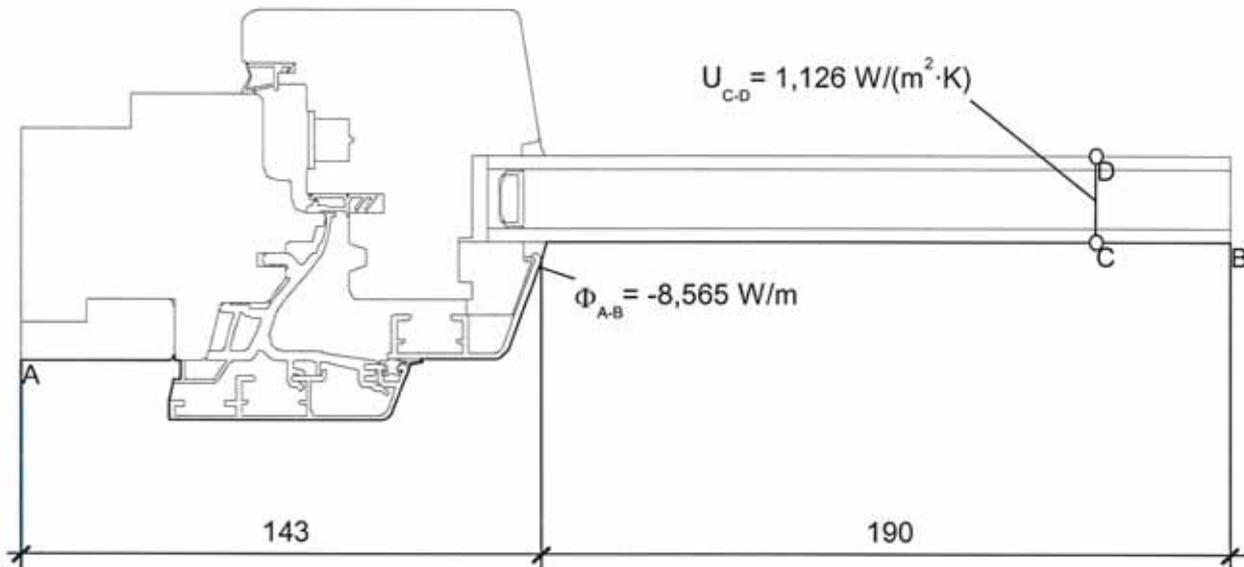
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-8,565}{-20} - 1,126 \cdot 0,190 - 1,174 \cdot 0,143 = 0,046 \text{ W/(mK)}$$

Anzahl FE: 13922

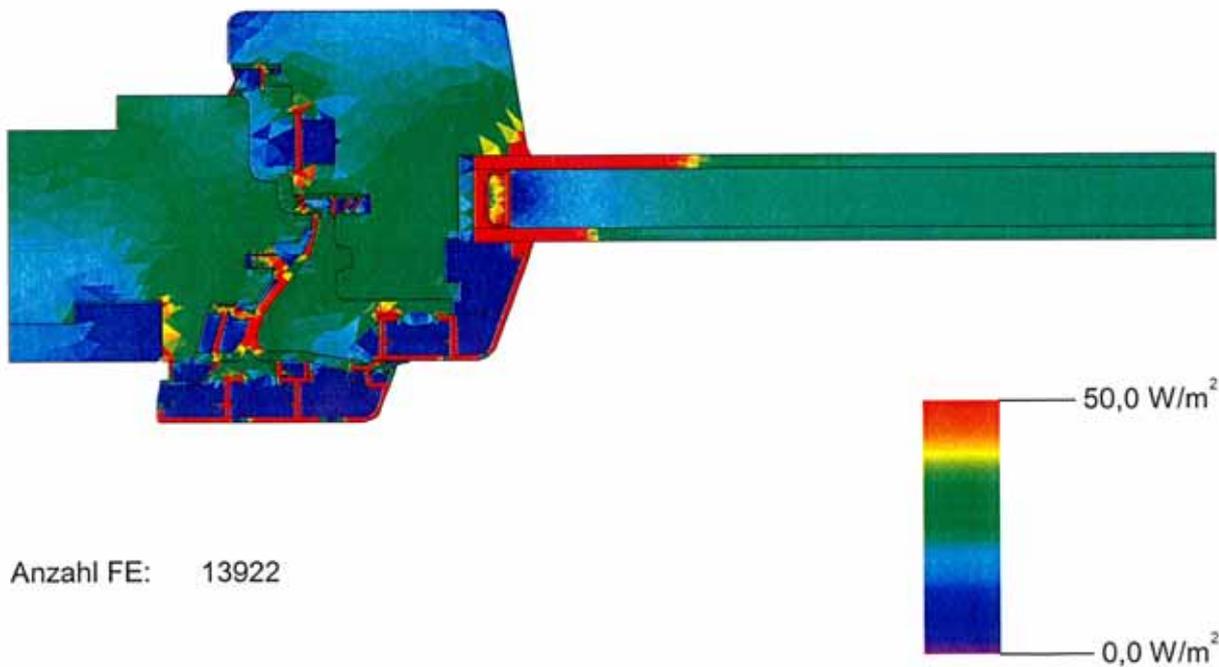
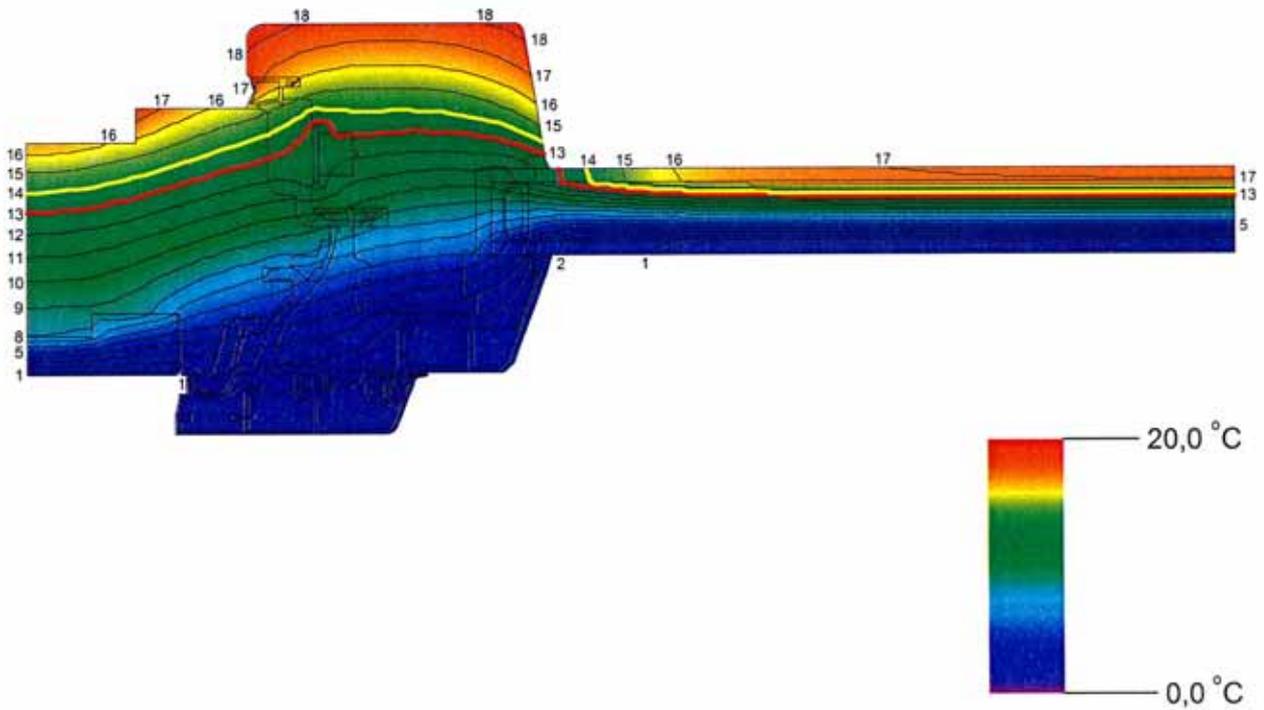
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt unten, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 13922

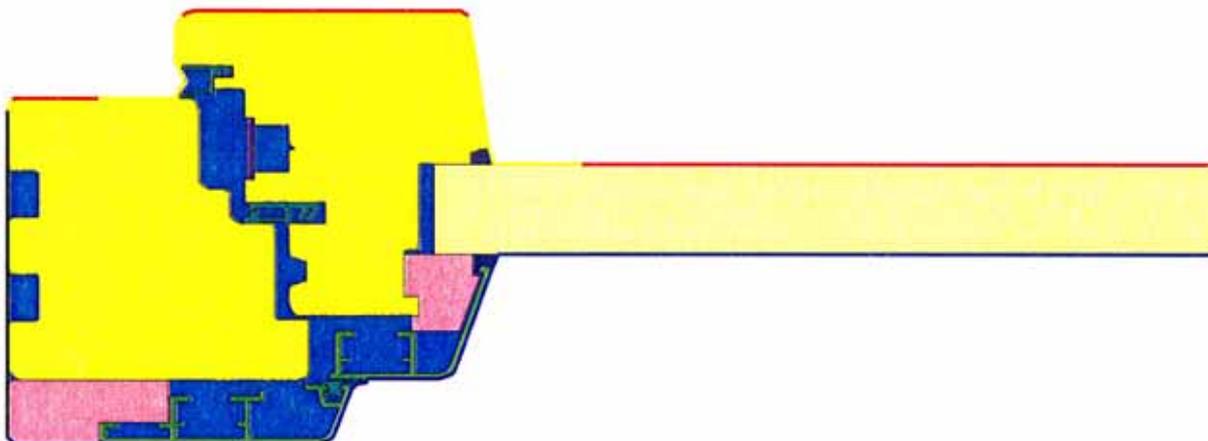
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] |
|--------------------------------------|---------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 |
| Maske | 0,035 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 |
| Rein-Silicon | 0,350 |
| Stahl (1) | 50,000 |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 |

| Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |

Anzahl FE: 11675

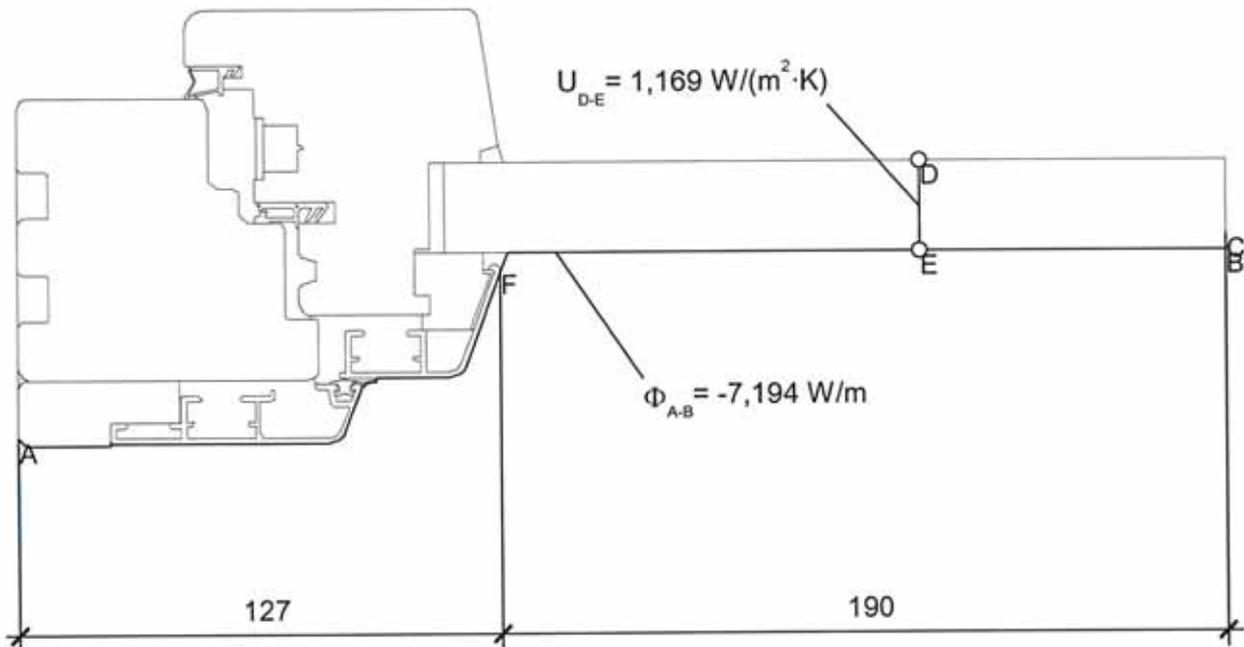
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben



$$U_{fF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-7,194}{-20,000} - 1,169 \cdot 0,190}{0,127} = 1,084 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11675

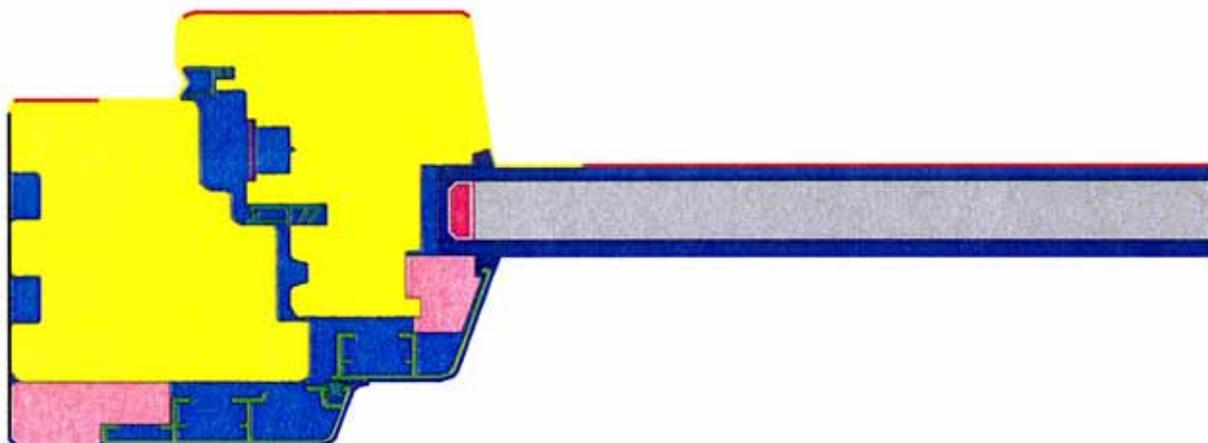
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] |
|---|---------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 |
| Ar 90%, Pos 3: e=0,03(3) | 0,02253 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 |
| Edelstahl L=15 | 15,000 |
| Floatglas | 1,000 |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 |
| Polypropylen mit 25% Glasfasren verstärkt | 0,250 |
| Polysulfid (1) | 0,400 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 |
| Rein-Silicon | 0,350 |
| Stahl (1) | 50,000 |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 |

| Name | q[W/m ²] | θ [°C] | R[(m ² ·K)/W] |
|-------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |

Anzahl FE: 14405

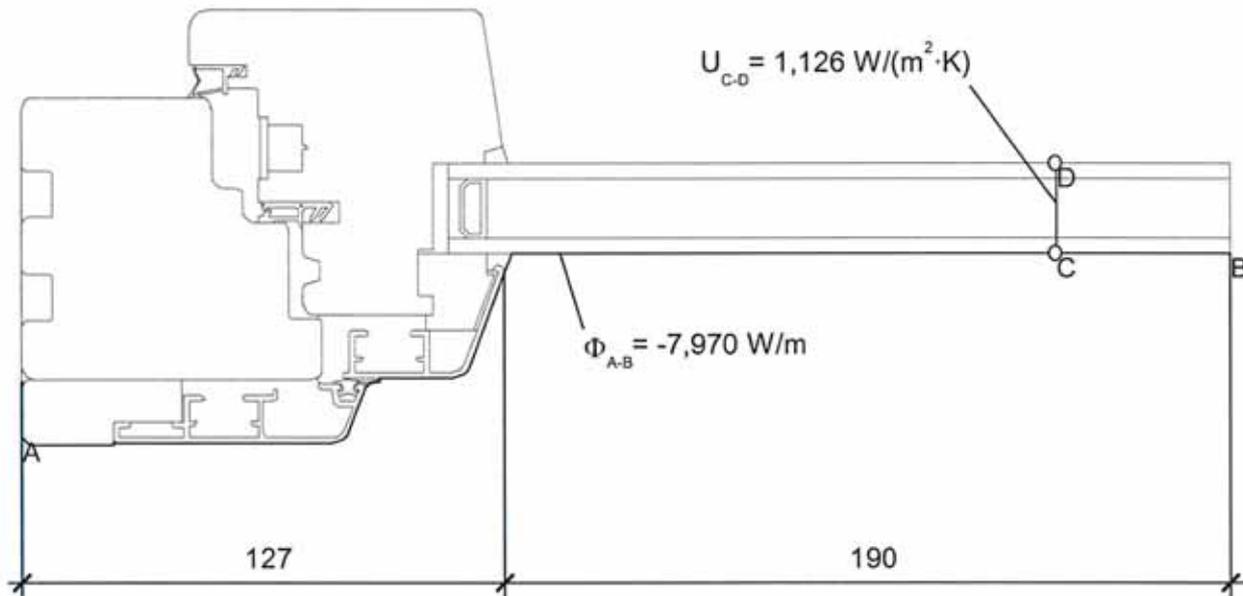
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-7,970}{-20} - 1,126 \cdot 0,190 - 1,084 \cdot 0,127 = 0,047 \text{ W}/(\text{mK})$$

Anzahl FE: 14405

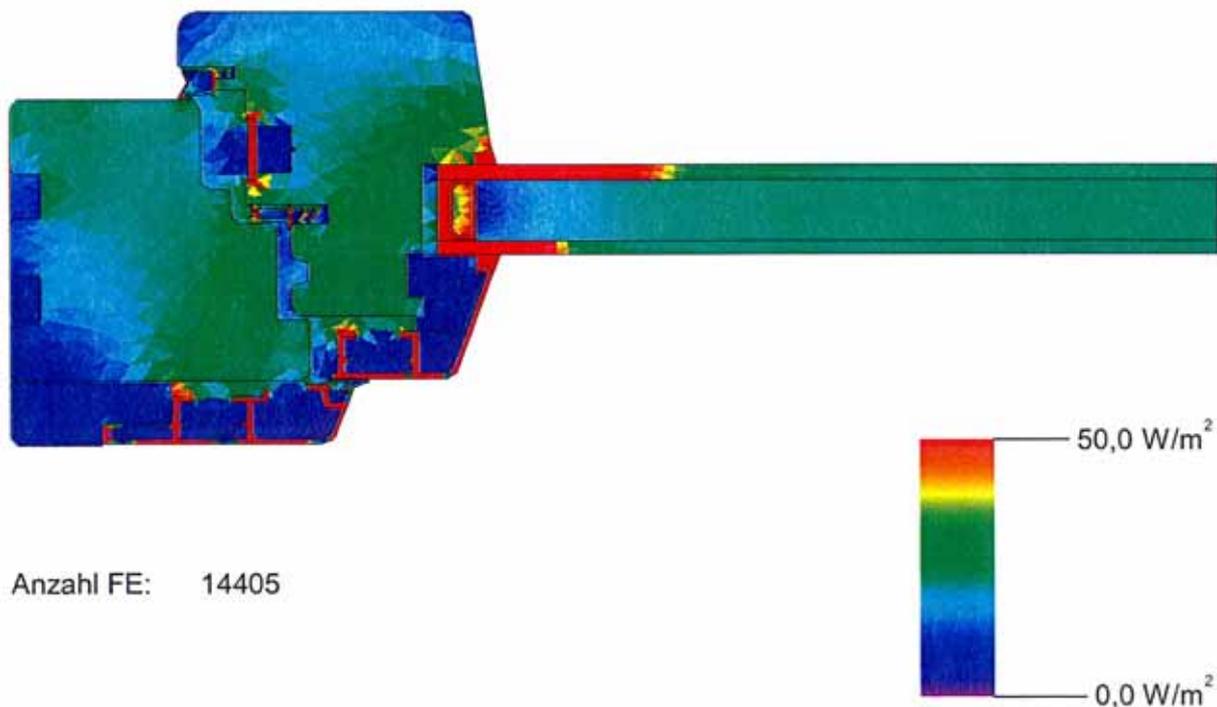
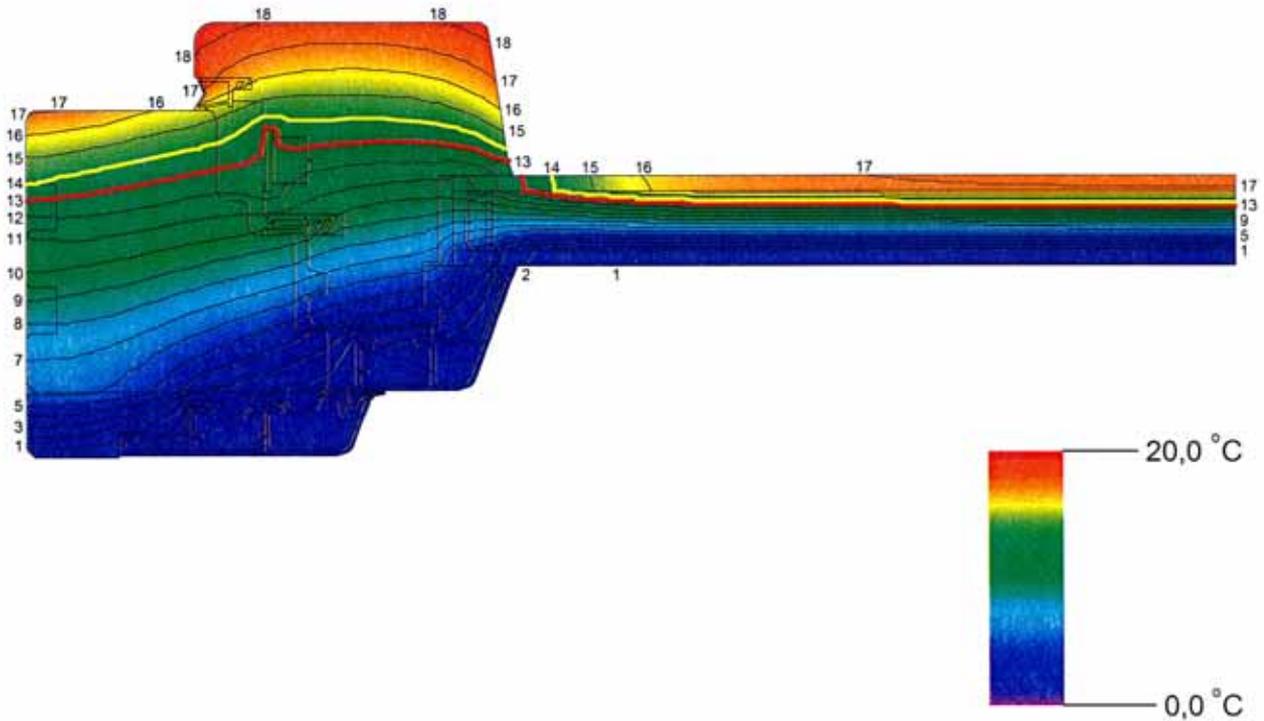
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt unten, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 14405

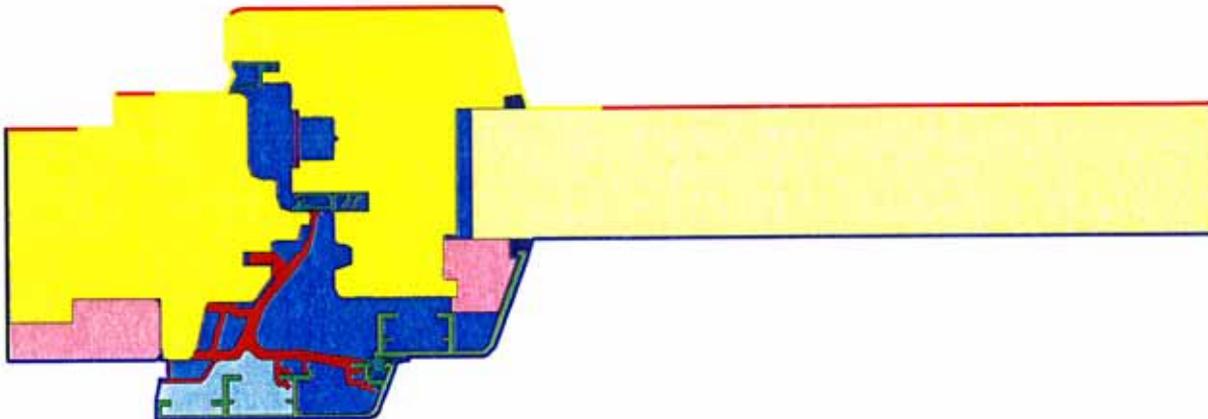
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Maske | 0,035 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 11485

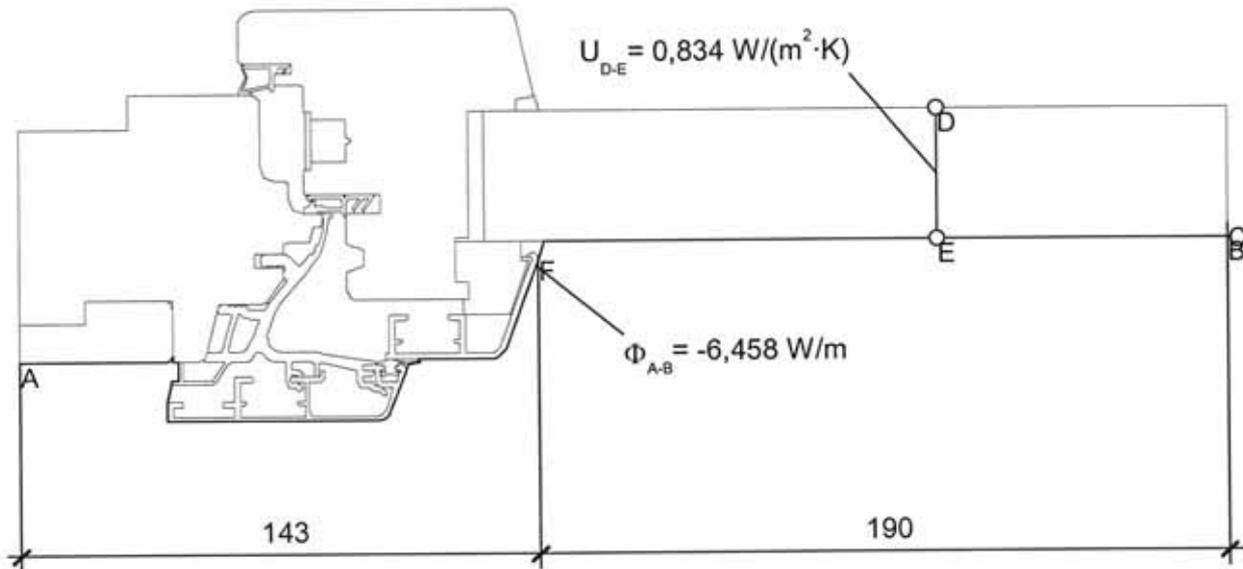
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten



$$U_{fF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-6,458}{-20,000} - 0,834 \cdot 0,190}{0,143} = 1,147 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11485

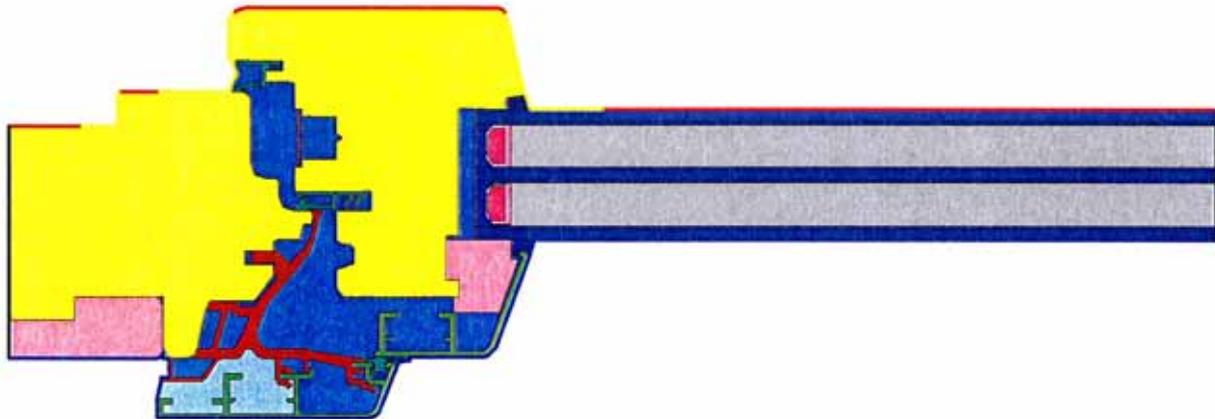
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | 0,000 | 0,040 |
| Ar 90%, Pos 2: $\epsilon=0,03$ | 0,01992 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | 0,200 | 0,200 |
| Ar 90%, Pos 5: $\epsilon=0,03$ | 0,01992 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | 0,130 | 0,130 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | | | | |
| Edelstahl L=15 | 15,000 | | | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasern verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 16462

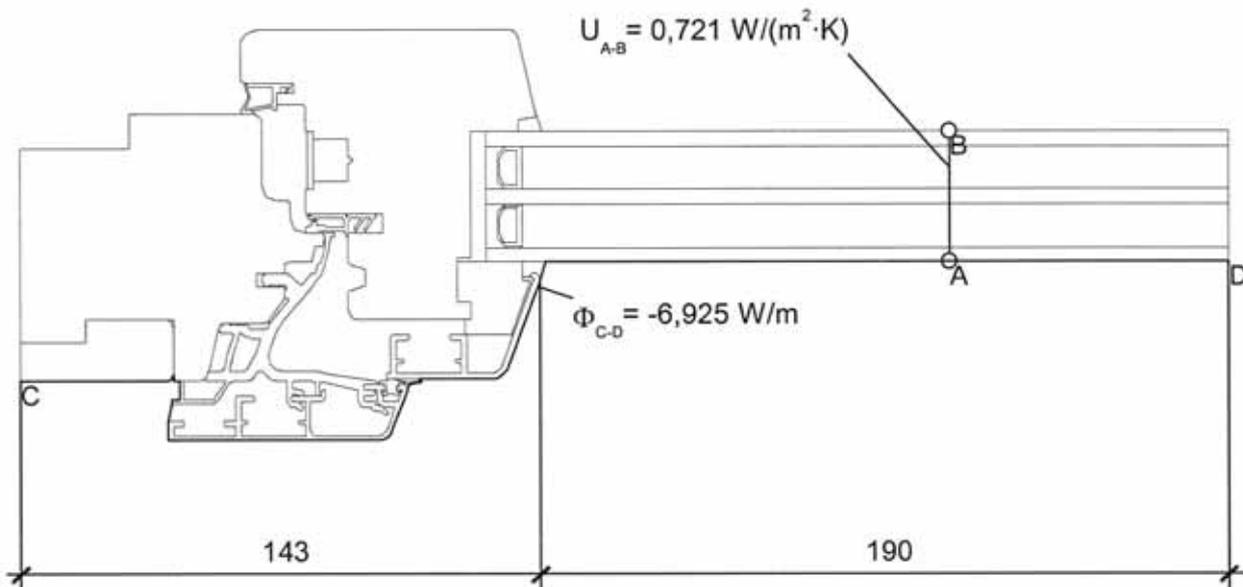
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-9,925}{-20} - 0,721 \cdot 0,190 - 1,147 \cdot 0,143 = 0,045 \text{ W}/(\text{mK})$$

Anzahl FE: 16462

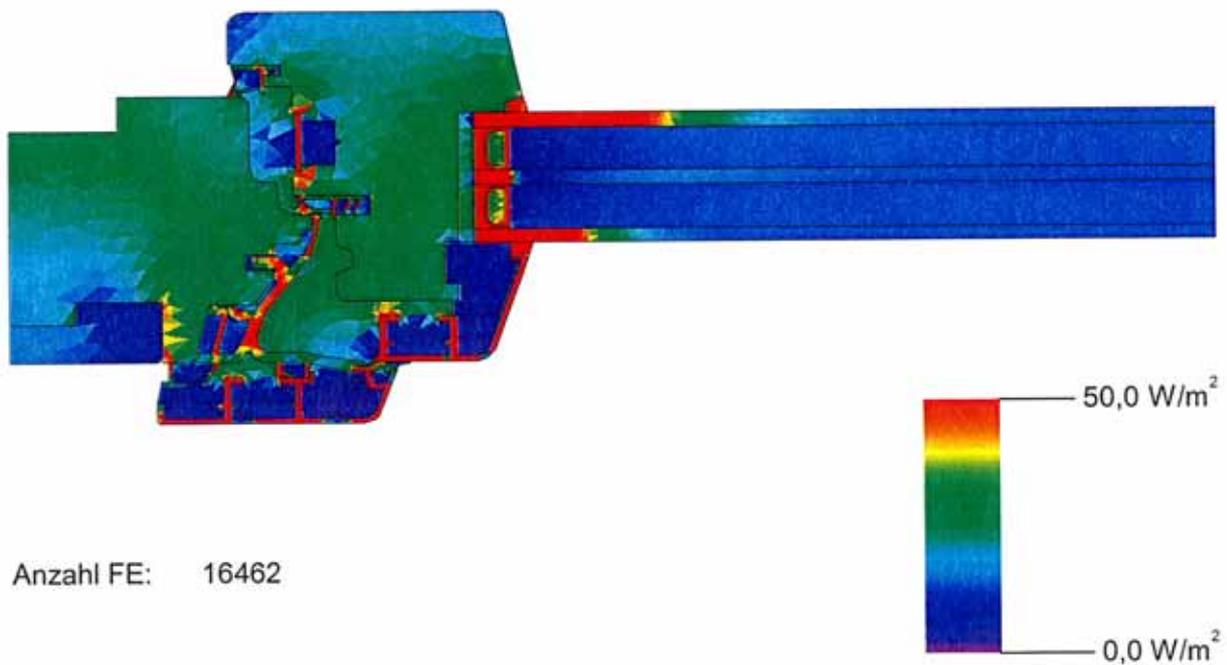
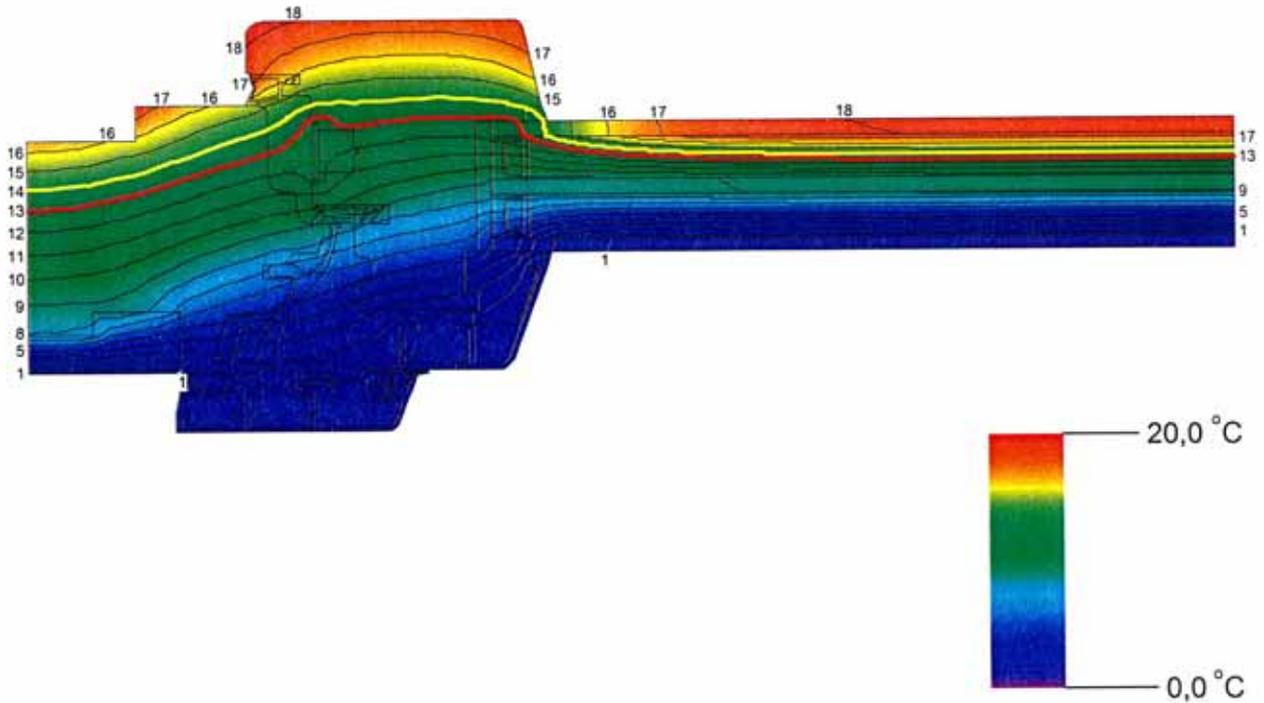
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt unten, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 16462

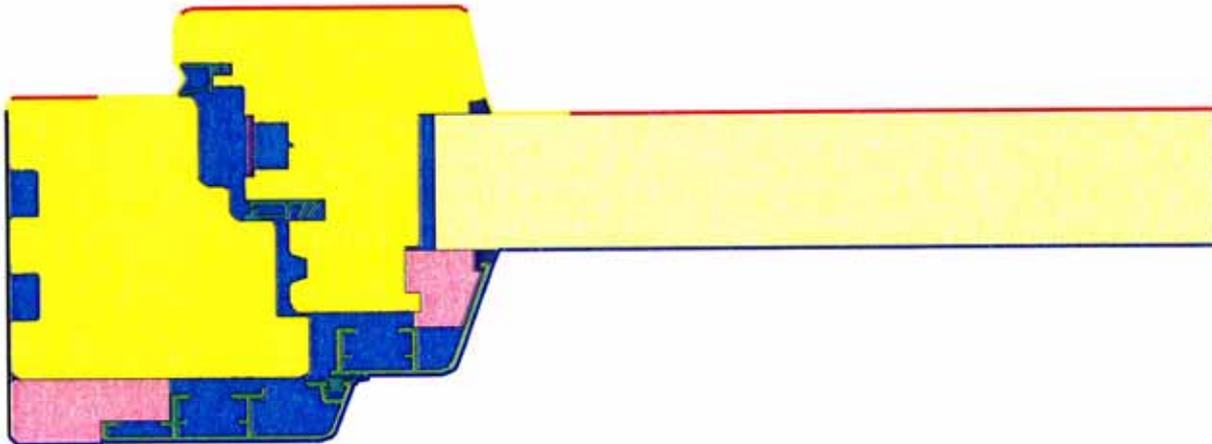
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Maske | 0,035 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 11706

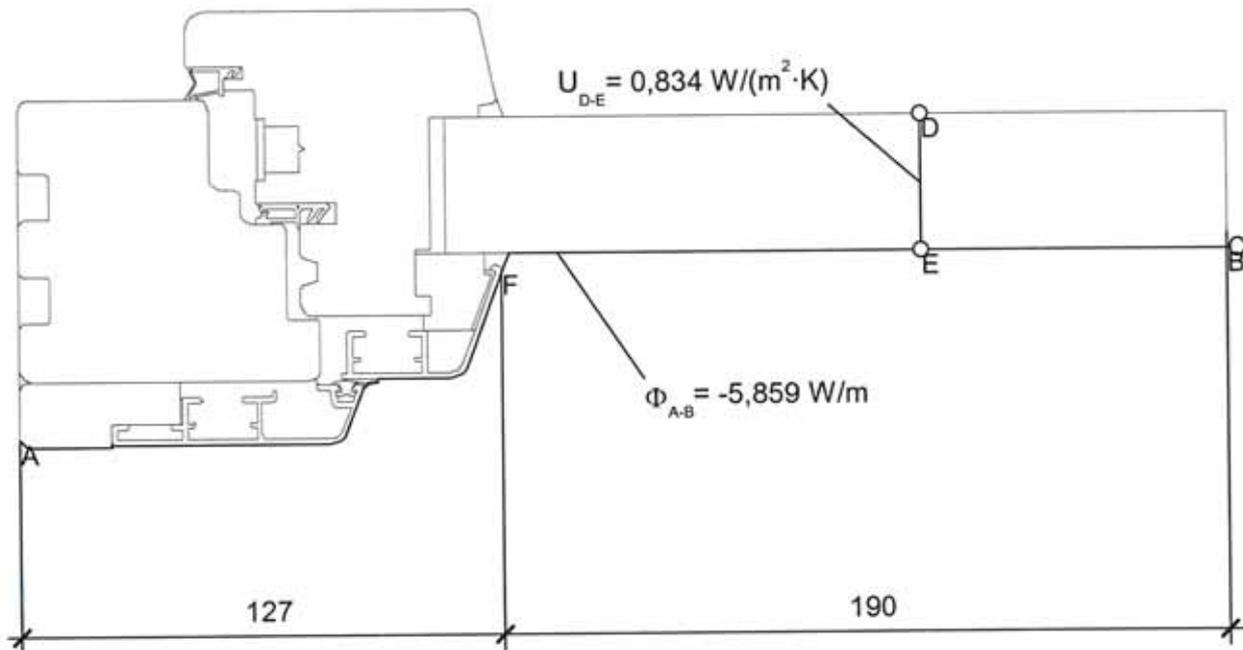
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben



$$U_{ff} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-5,859}{-20,000} - 0,834 \cdot 0,190}{0,127} = 1,059 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11706

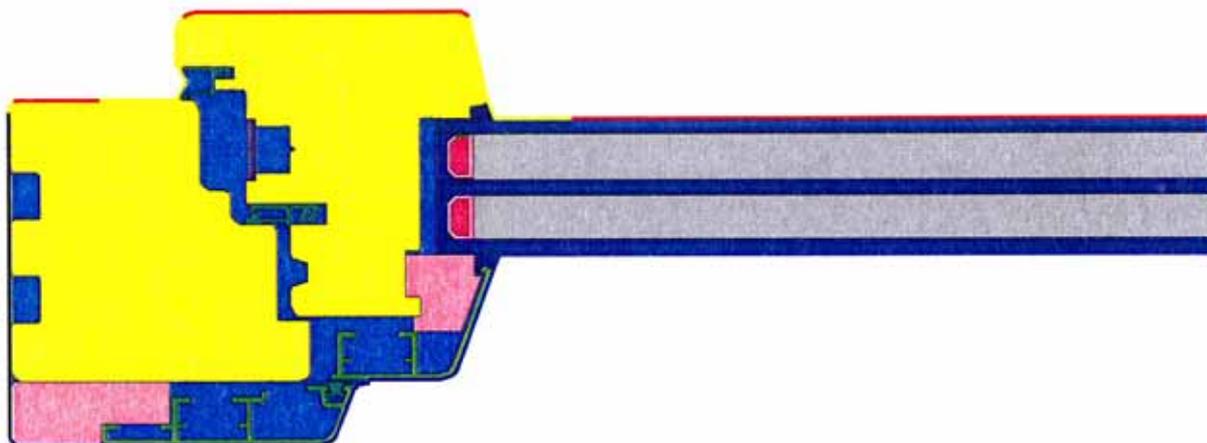
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Ar 90%, Pos 2: e=0,03(1) | 0,01992 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Ar 90%, Pos 5: e=0,03(1) | 0,01992 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | | | | |
| Edelstahl L=15 | 15,000 | | | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasren verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0,9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 16367

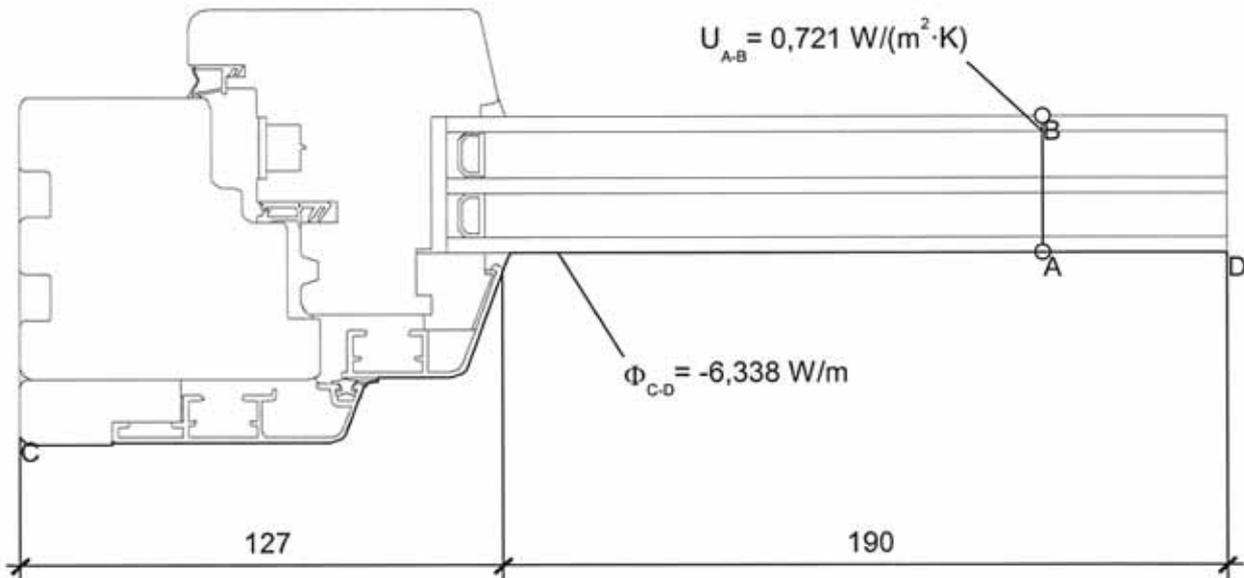
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-6,338}{-20} - 0,721 \cdot 0,190 - 1,059 \cdot 0,127 = 0,045 \text{ W}/(\text{mK})$$

Anzahl FE: 16367

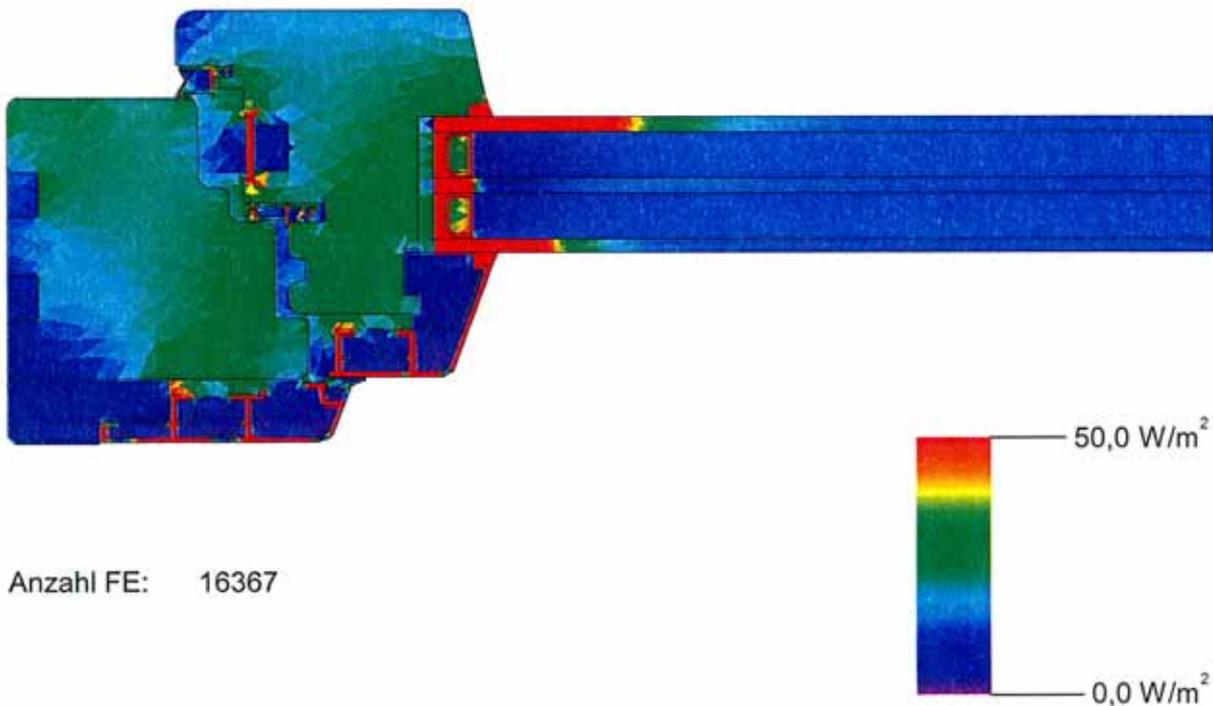
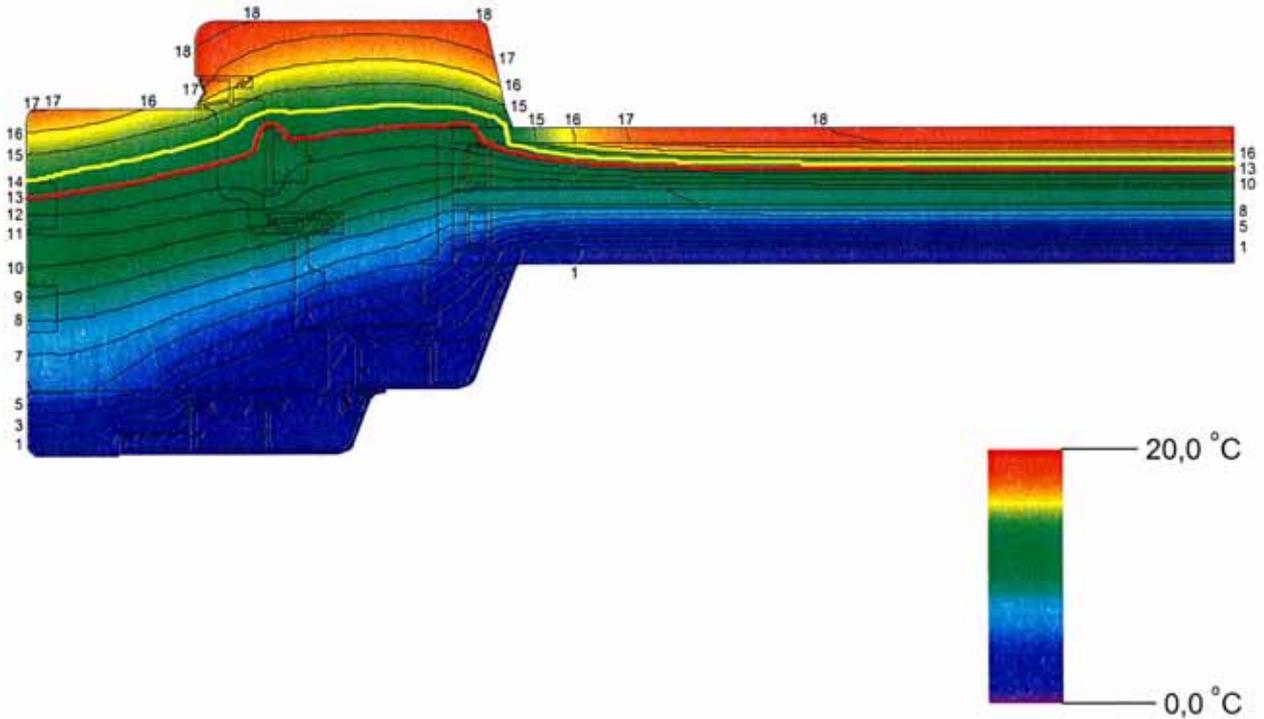
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt seitlich und oben, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 16367

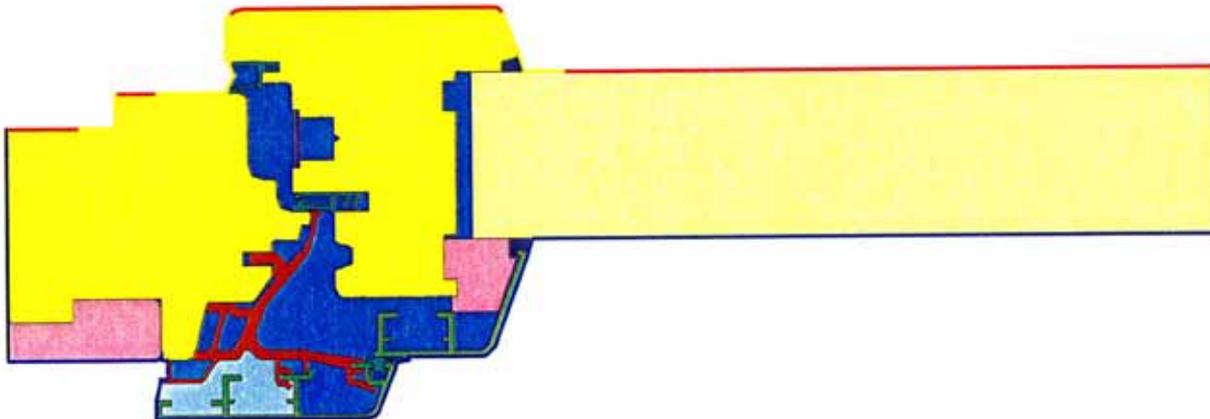
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] |
|--|---------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | |
| Maske | 0,035 |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 |
| Rein-Silicon | 0,350 |
| Stahl (1) | 50,000 |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 |

| Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |

Anzahl FE: 11415

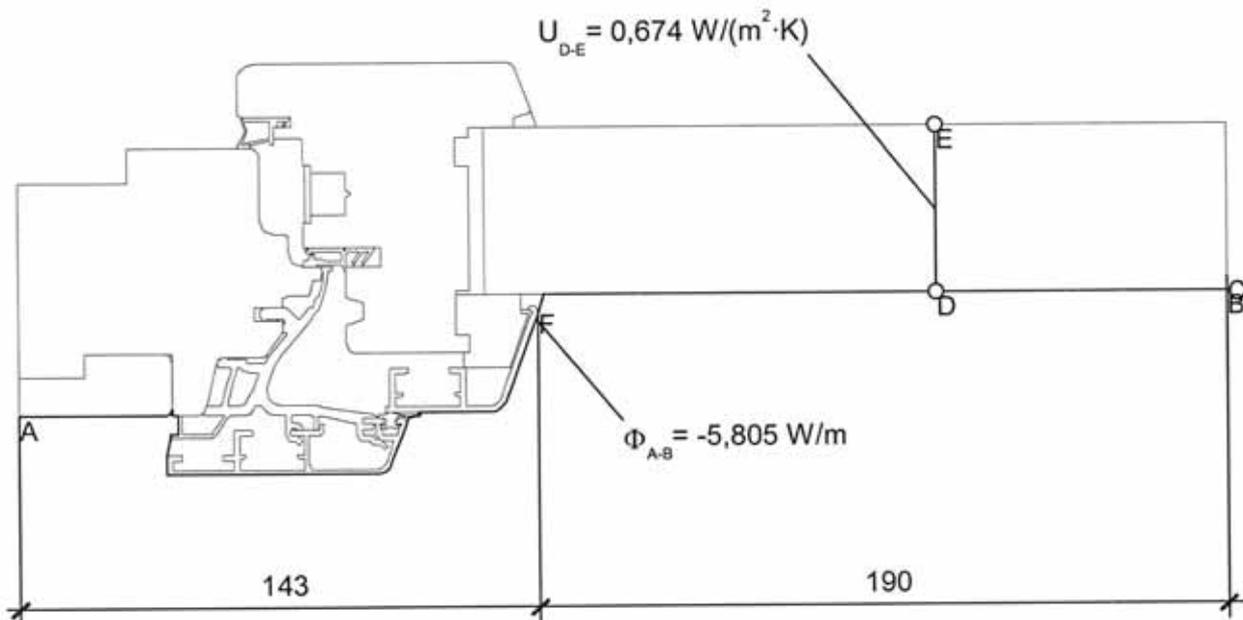
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_i ; Schnitt unten



$$U_{iF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-5,805}{-20,000} - 0,674 \cdot 0,190}{0,143} = 1,132 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11415

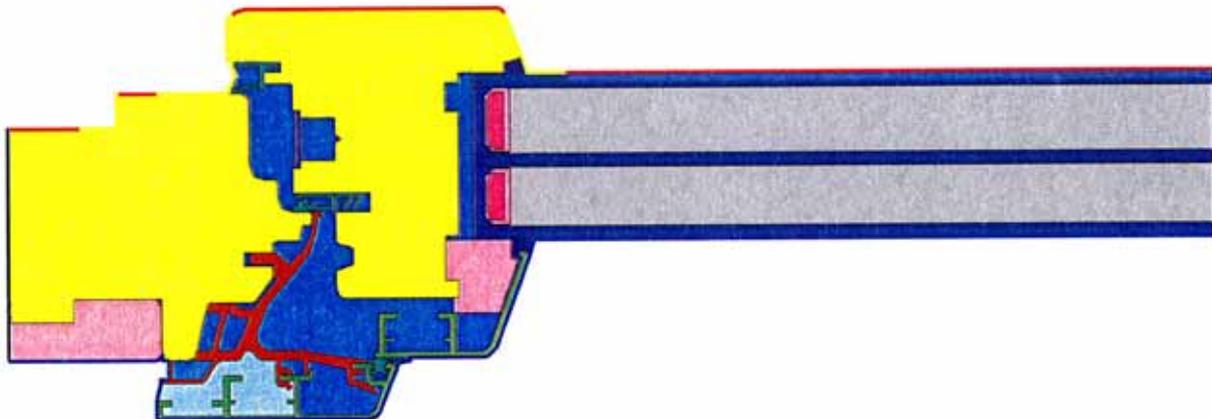
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q[W/m ²] | θ [°C] | R[(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Argon 90% (1) | 0,02086 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Argon 90% (2) | 0,02086 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | | | | |
| Edelstahl L=15 | 15,000 | | | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasern verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 15034

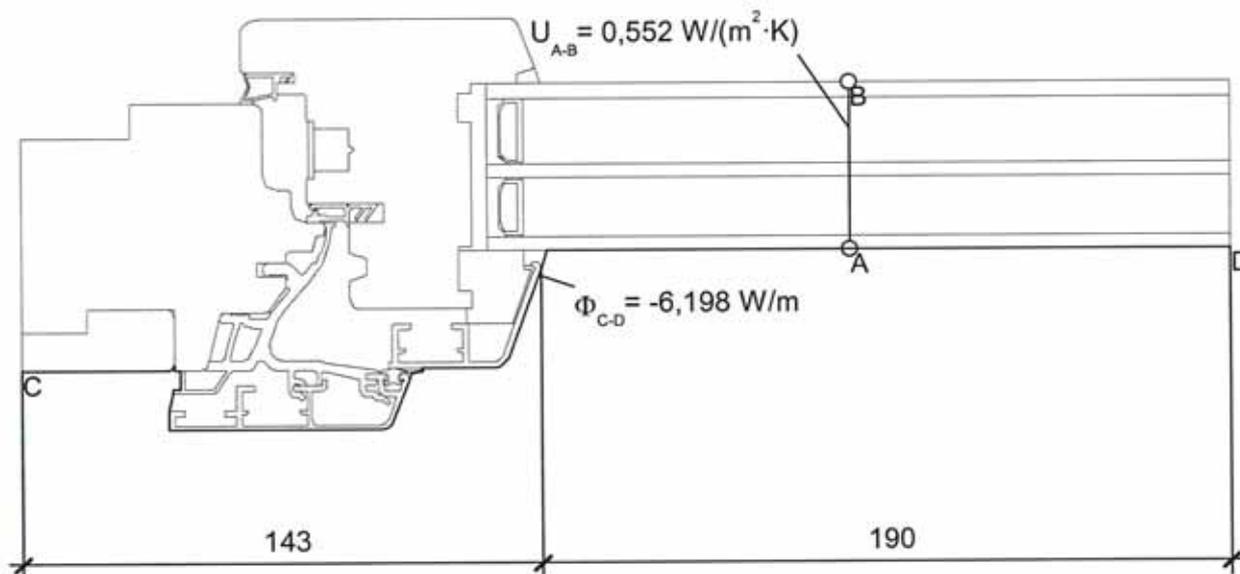
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-6,198}{-20} - 0,552 \cdot 0,190 - 1,132 \cdot 0,143 = 0,043 \text{ W/(mK)}$$

Anzahl FE: 15034

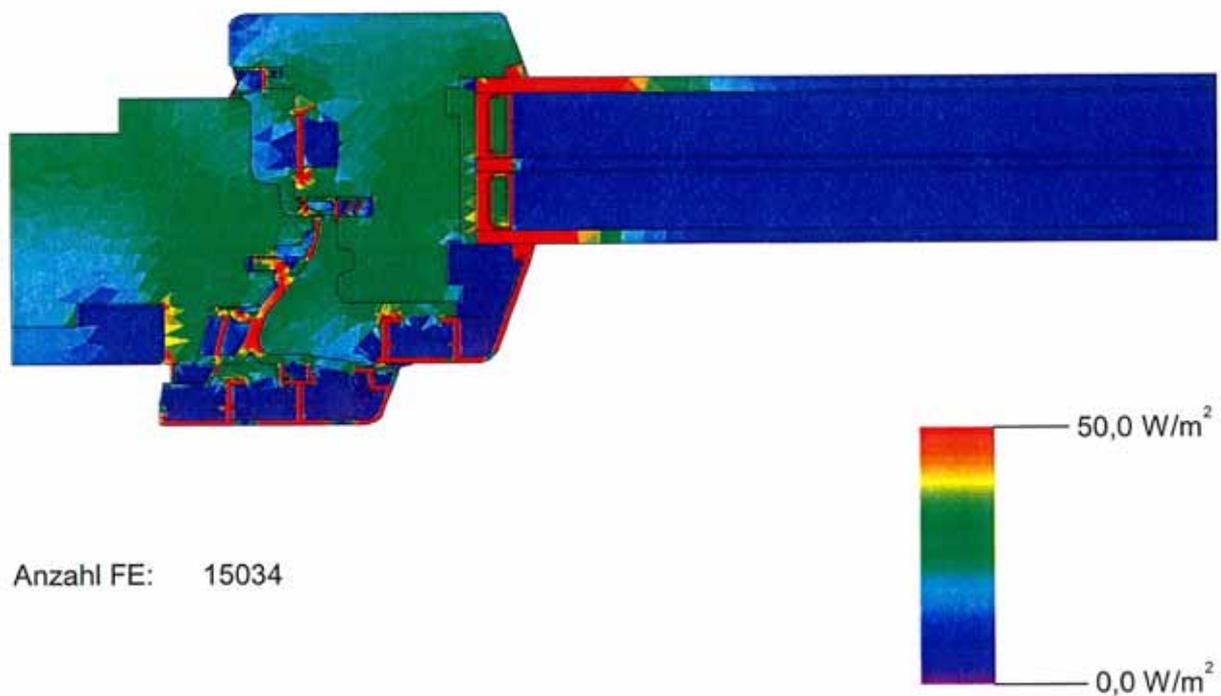
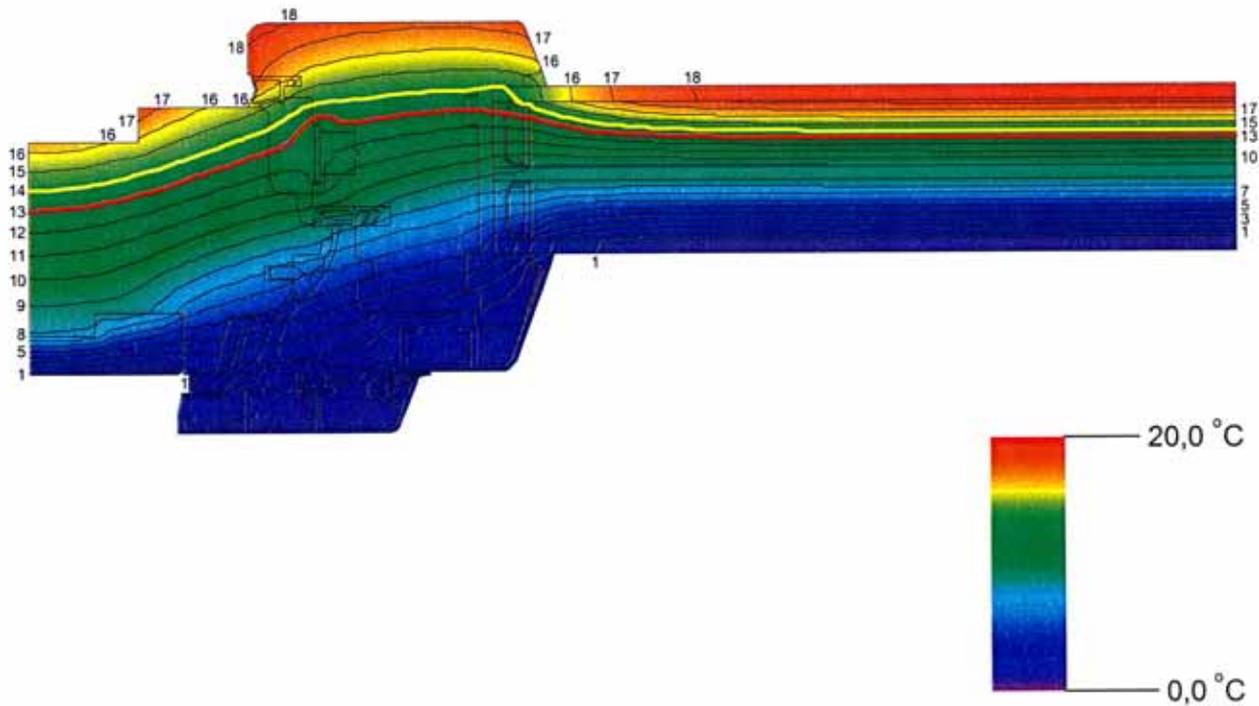
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt unten, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 15034

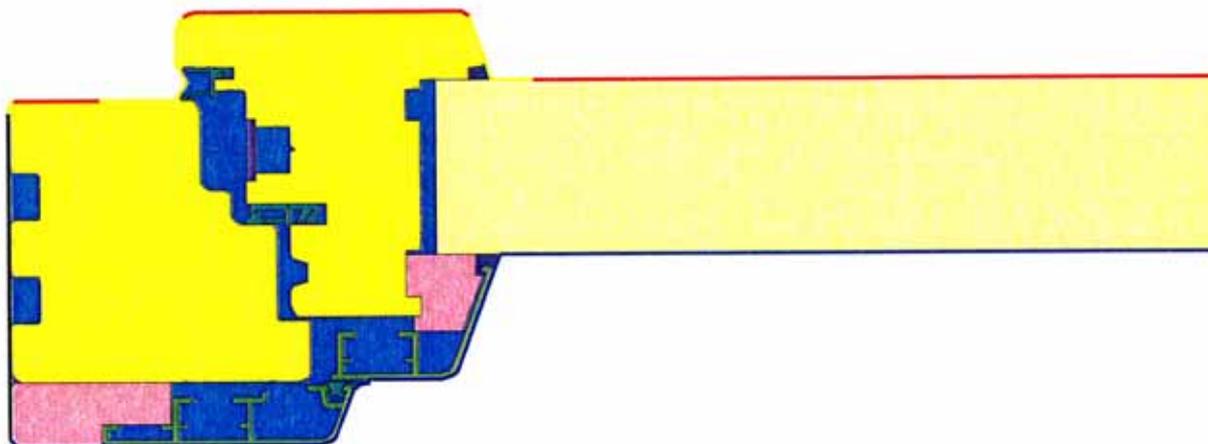
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_i ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] |
|--------------------------------------|---------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 |
| Maske | 0,035 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 |
| Rein-Silicon | 0,350 |
| Stahl (1) | 50,000 |
| Unbeheizte Hohlräume, Eps=0.9 | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 |

| Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |

Anzahl FE: 12159

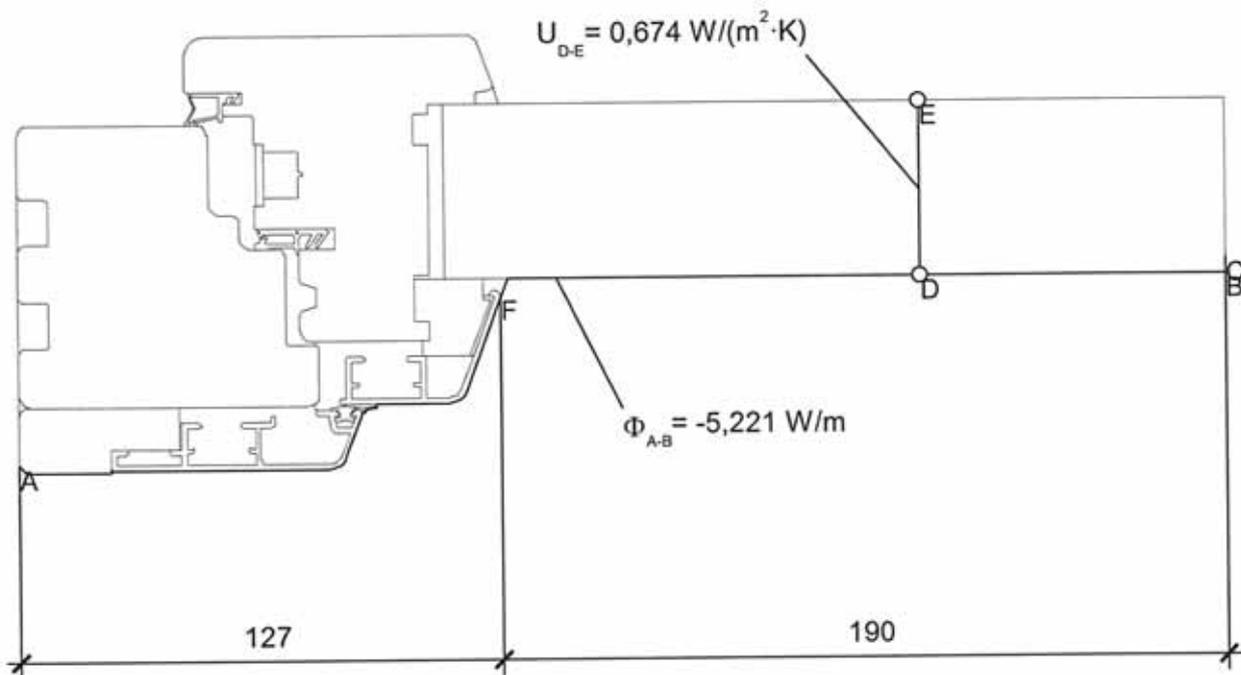
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben



$$U_{fF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-5,221}{-20,000} - 0,674 \cdot 0,190}{0,127} = 1,048 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 12159

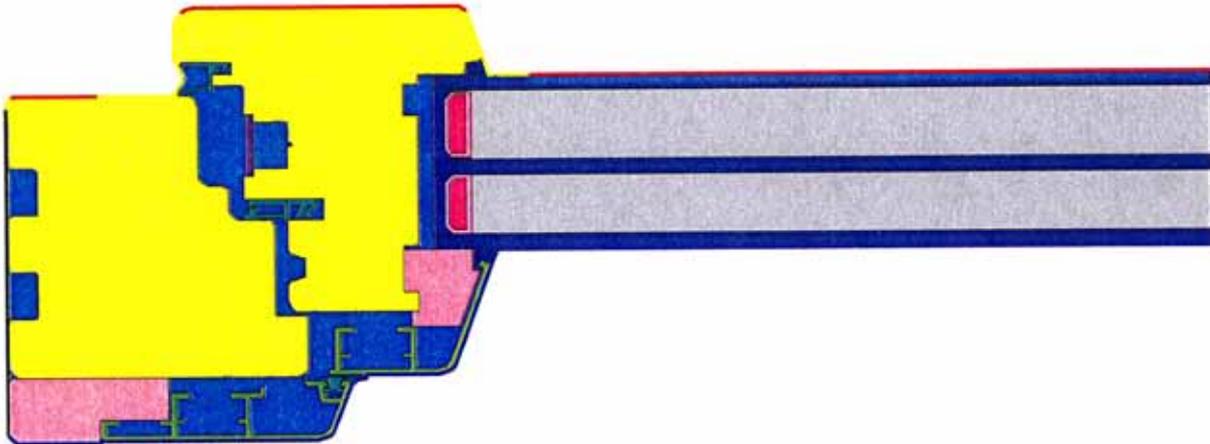
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| Argon 90% (1) | 0,02086 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Argon 90% (2) | 0,02086 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Butyl (Isobuten), heissgeschmolzen | 0,240 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | | | | |
| Edelstahl L=15 | 15,000 | | | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasern verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 15871

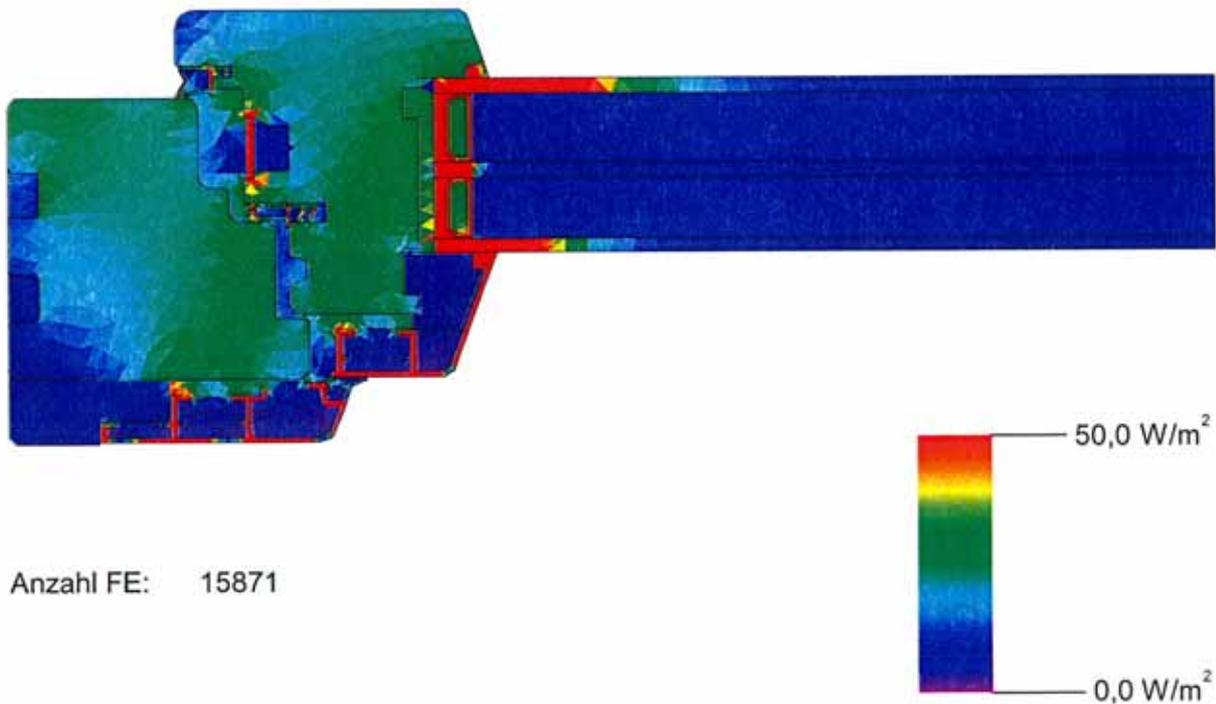
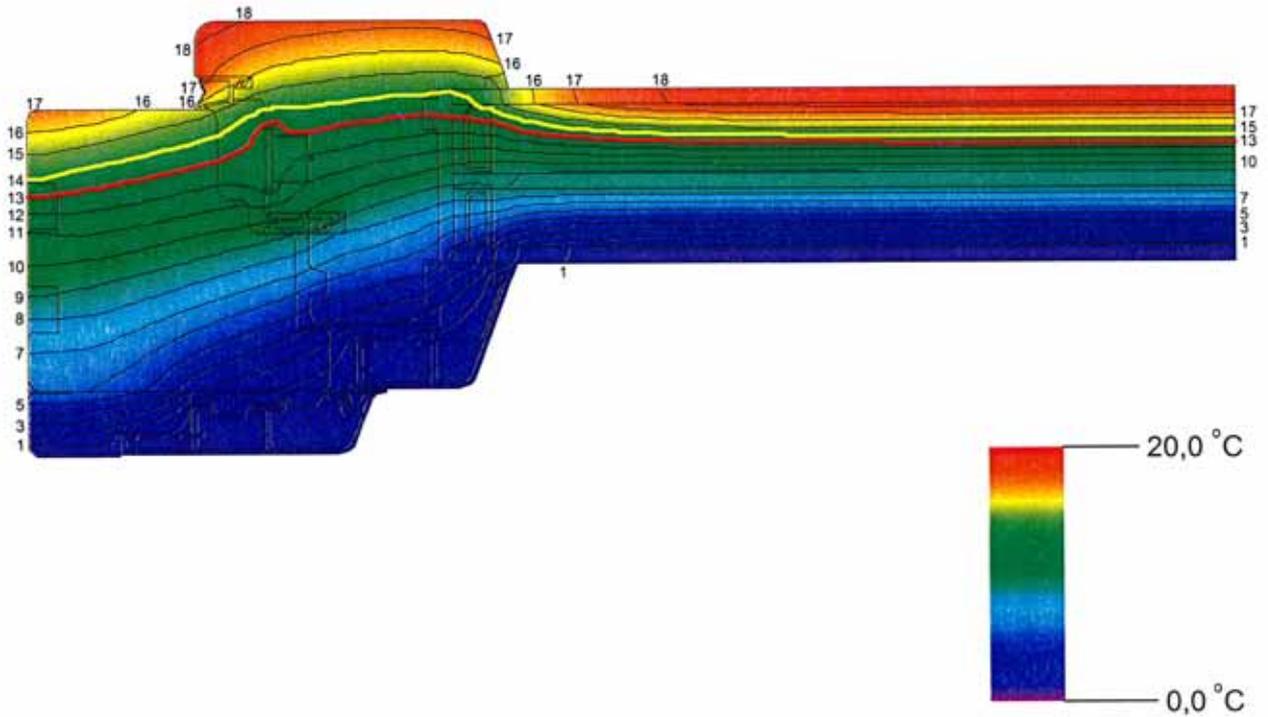
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 27.01.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt seitlich und oben, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 15871

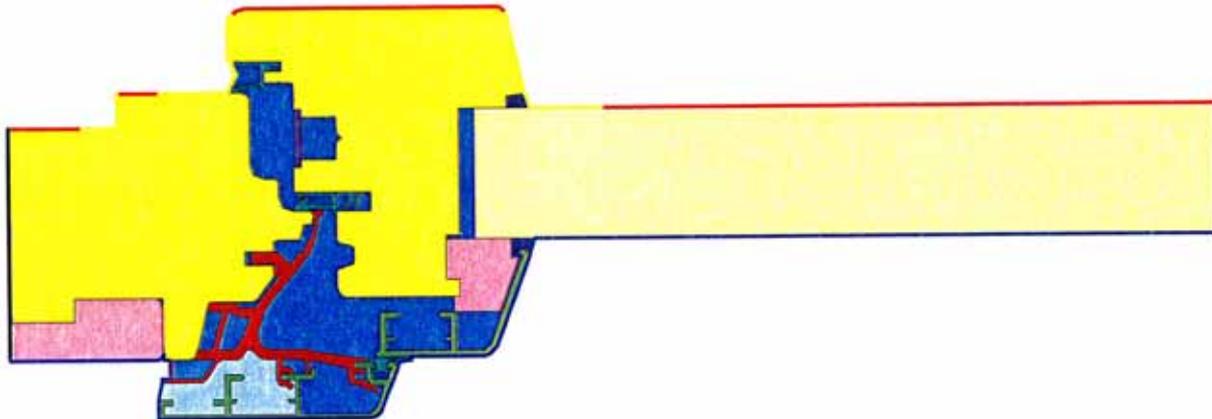
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|--|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Maske | 0,035 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 11485

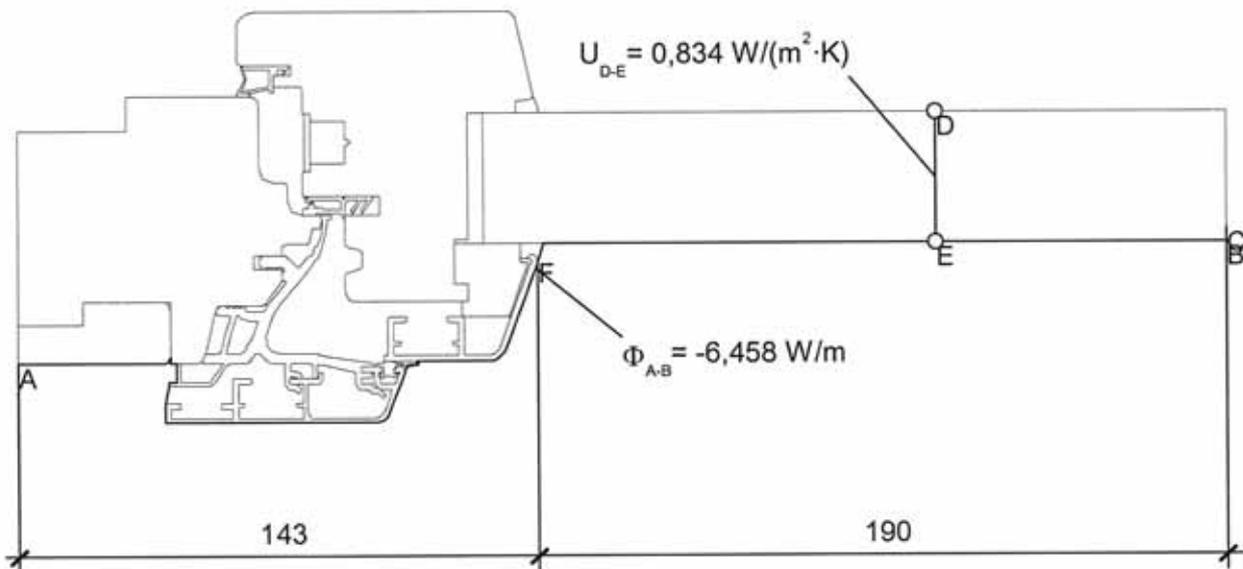
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_i ; Schnitt unten



$$U_{iF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-6,458}{-20,000} - 0,834 \cdot 0,190}{0,143} = 1,147 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11485

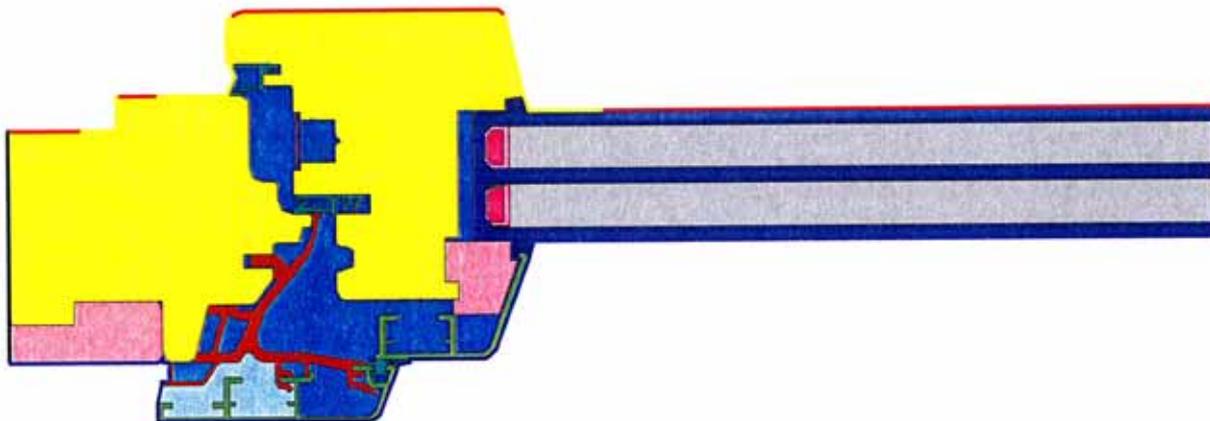
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| 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 L=15 | 15,000 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Kr 90%, Pos 2: e=0,03 | 0,01285 | | | | |
| Kr 90%, Pos 5: e=0,03 | 0,01285 | | | | |
| Leicht belüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasern verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 15986

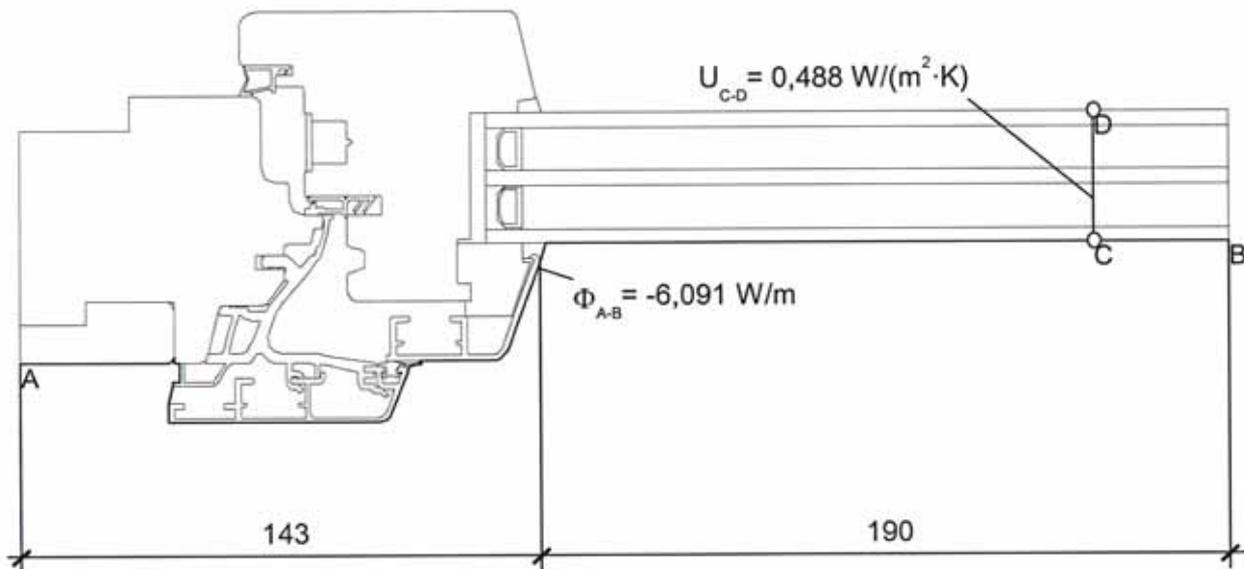
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt unten



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-6,091}{-20} - 0,488 \cdot 0,190 - 1,147 \cdot 0,143 = 0,048 \text{ W/(mK)}$$

Anzahl FE: 15986

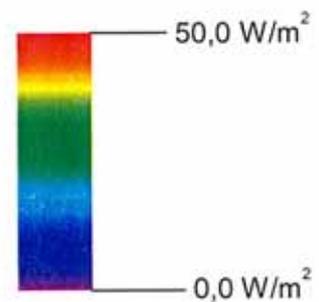
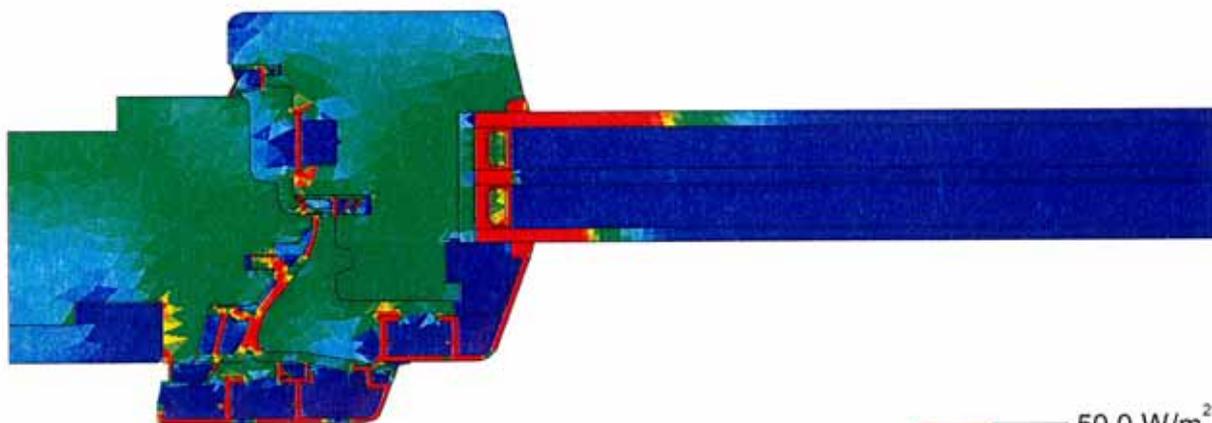
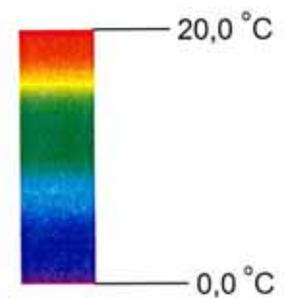
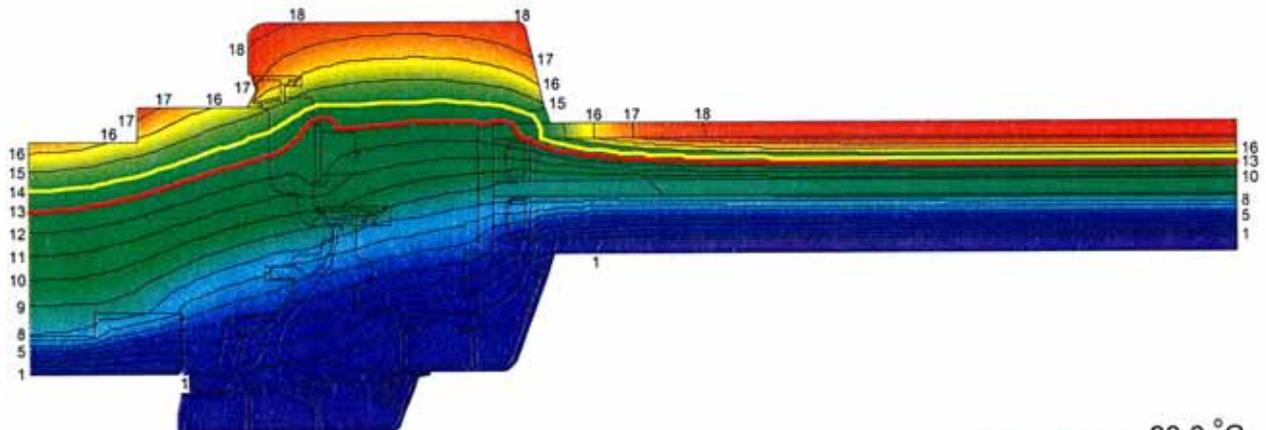
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt unten, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 15986

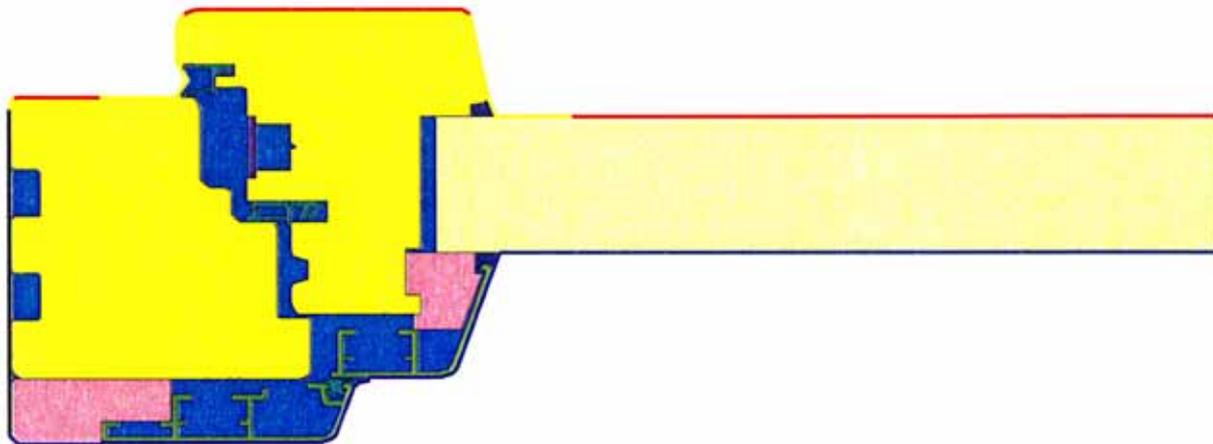
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 |
| Maske | 0,035 | Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 11706

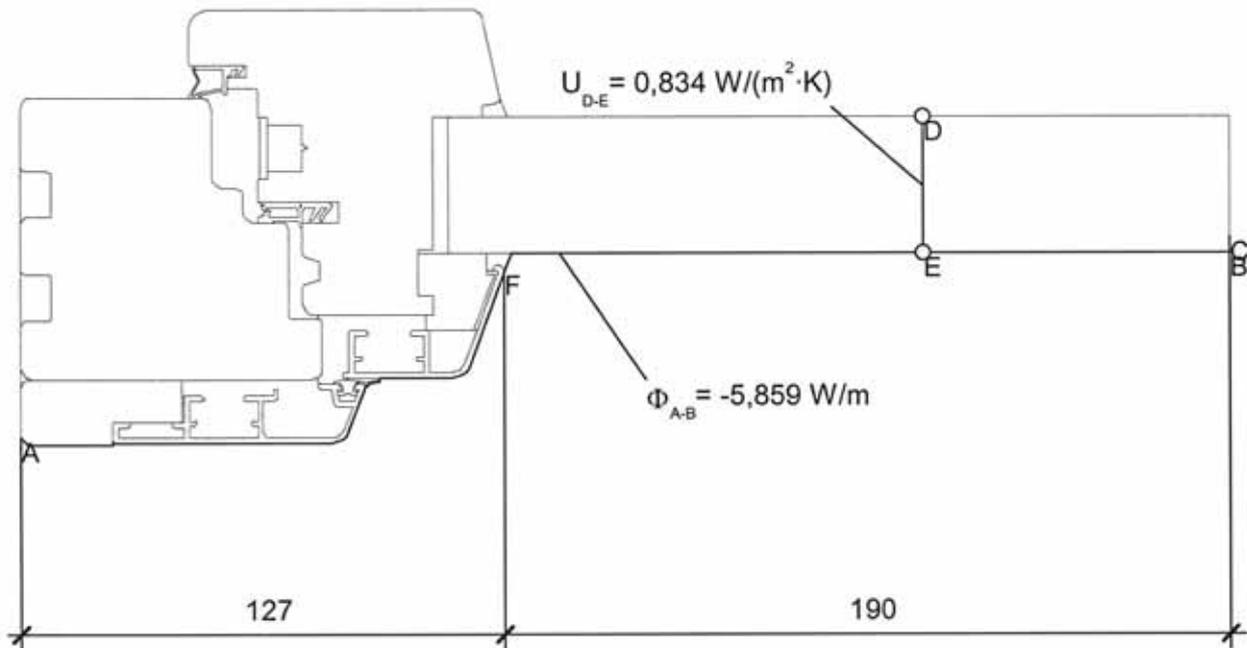
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung U_f ; Schnitt seitlich und oben



$$U_{fF} = \frac{\frac{\Phi}{\Delta T} - U_p \cdot b_p}{b_f} = \frac{\frac{-5,859}{-20,000} - 0,834 \cdot 0,190}{0,127} = 1,059 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Anzahl FE: 11706

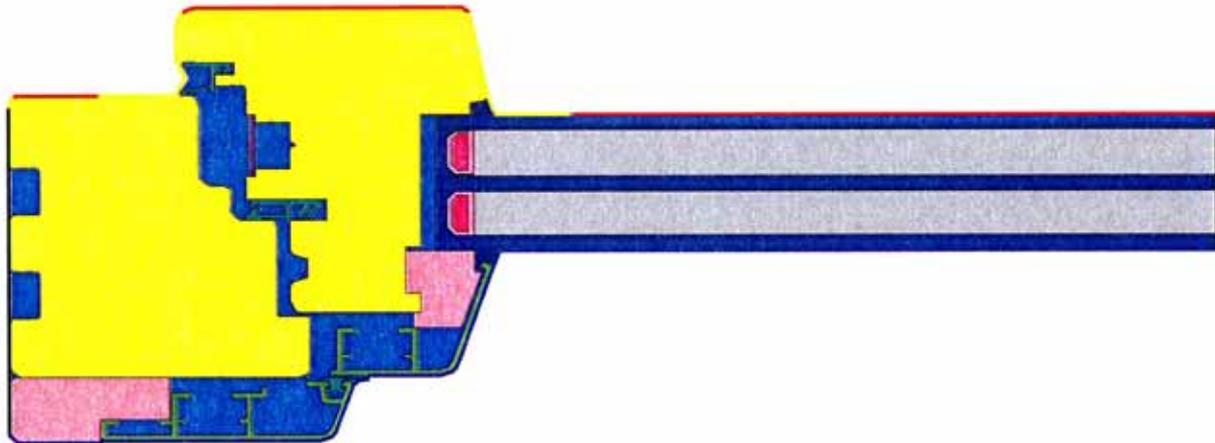
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben, Materialien und Randbedingungen



| Name | λ [W/(m·K)] | Name | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] |
|---|---------------------|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|
| 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 L=15 | 15,000 | Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | |
| Floatglas | 1,000 | | | | |
| Kr 90%, Pos 2: e=0,03(1) | 0,01285 | | | | |
| Kr 90%, Pos 5: e=0,03(1) | 0,01285 | | | | |
| Molekularsieb (Trockenmittel) | 0,100 | | | | |
| Polypropylen mit 25% Glasfasern verstärkt | 0,250 | | | | |
| Polysulfid (1) | 0,400 | | | | |
| Puren diffusionsdicht (PIR) | 0,024 | | | | |
| Rein-Silicon | 0,350 | | | | |
| Stahl (1) | 50,000 | | | | |
| Unbelüftete Hohlräume, Eps=0.9 | | | | | |
| Weich-Holz (typisches Bauholz) | 0,130 | | | | |

Anzahl FE: 16210

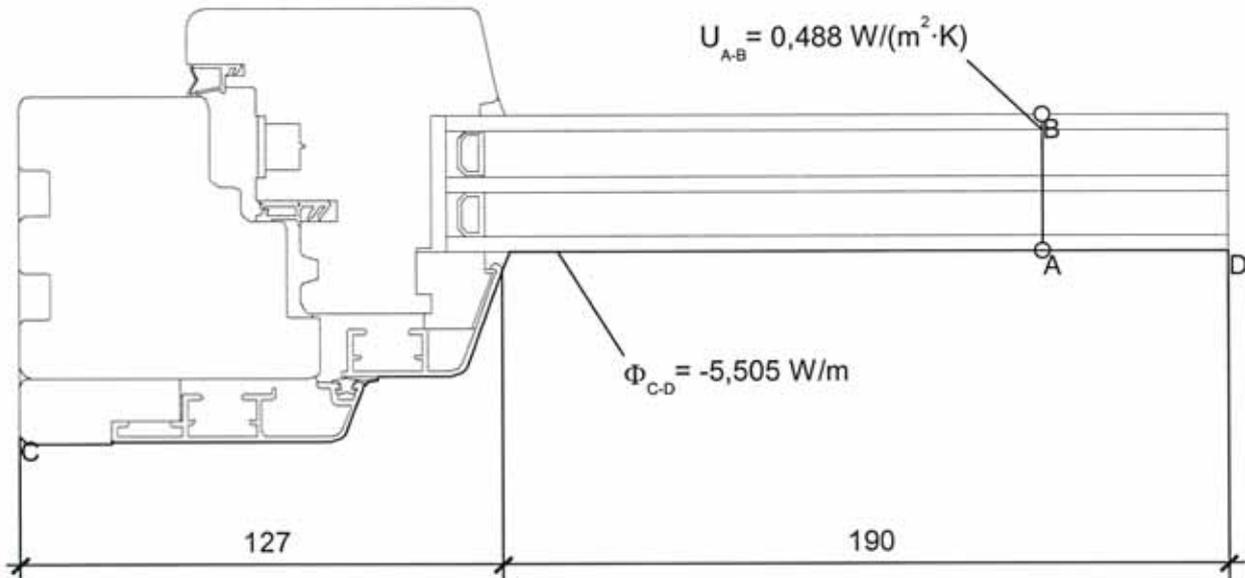
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Ermittlung ψ ; Schnitt seitlich und oben



$$\psi = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{-5,505}{-20} - 0,488 \cdot 0,190 - 1,059 \cdot 0,127 = 0,048 \text{ W/(mK)}$$

Anzahl FE: 16210

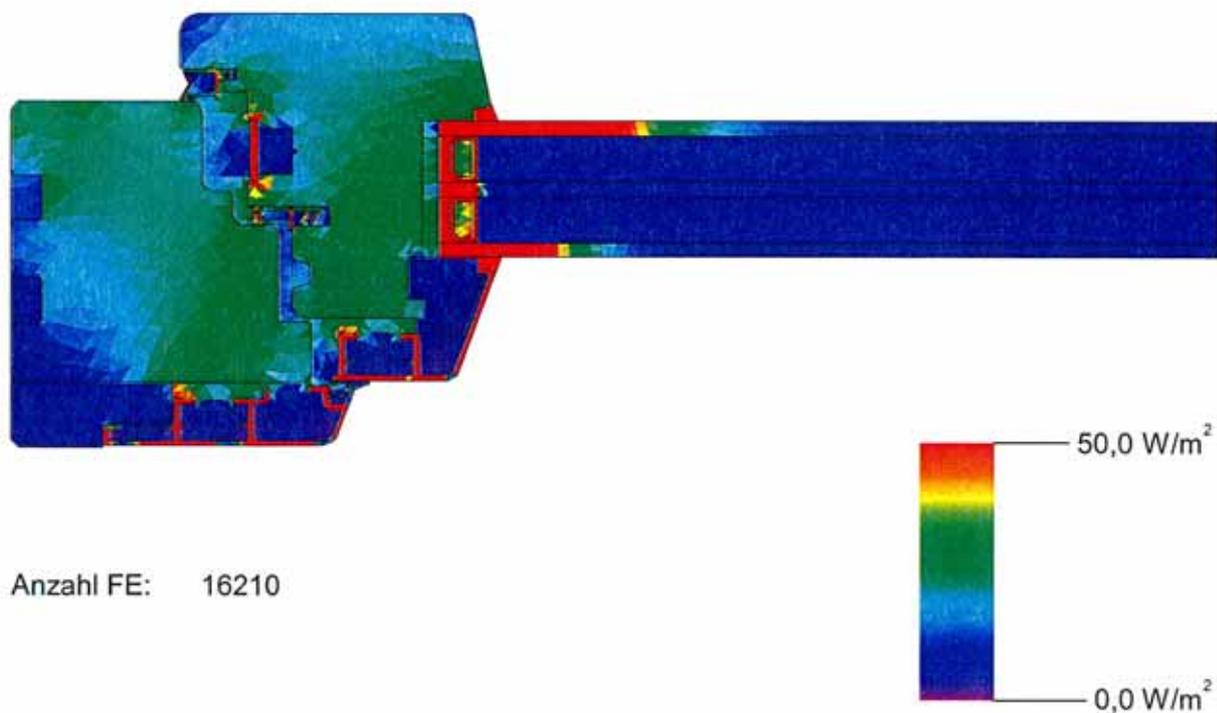
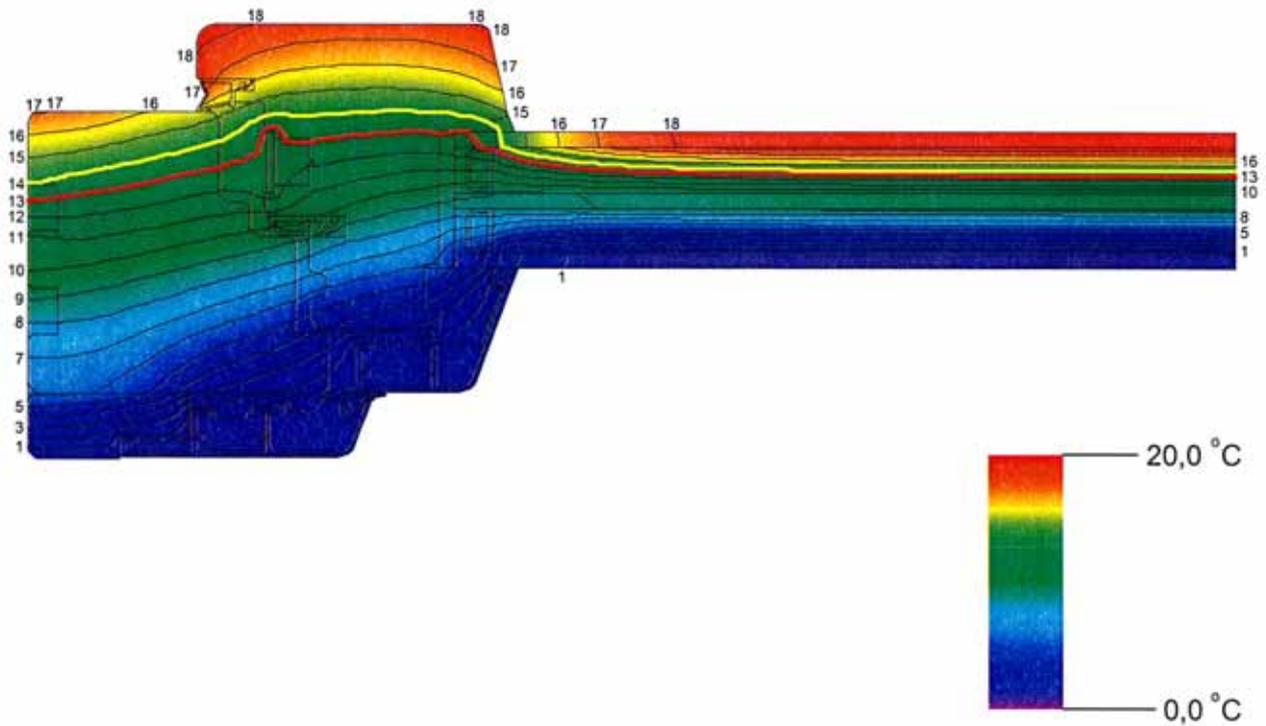
Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 06.02.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Beschreibung: Schnitt seitlich und oben, Temperaturfeld mit Isothermen (oben),
Wärmestromdichtefeld (unten)



Anzahl FE: 16210

Berechnungsblatt - Wärmeschutz

Einfügeliges Fenster

(gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1 vom Dez. 2006, ÖNORM EN ISO 10077-2 vom Dez. 2008
sowie ÖNORM EN 673 vom Sep. 2003)

Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG
Auftragsnr.: 51/2009

Datum: 6.2.2009
Prüfer: RuF

Rahmen: Einfügeliges Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfenster
Werkstoff Nadelholz ($\rho \approx 500 \text{ kg/m}^3$), PIR mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$ lt. Herstellerangabe sowie Aluminium

Verglasung: Zweischeiben-Isolierverglasung (Natron-Kalkglas) 4-16-4 (d = 24 mm),
Füllgas Argon 90% und Luft 10%, Beschichtung auf Pos. 3 mit norm. Emissionsvermögen $\epsilon = 0,03$

Abstandhalter: Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN"

Maßangaben:

| Stockaußenmaß | | projizierte Breite des Rahmens [mm] | | | |
|---------------|-----------|-------------------------------------|-------|----------------|-------|
| Breite [mm] | Höhe [mm] | unten | | seitl. u. oben | |
| | | innen | außen | innen | außen |
| 1230 | 1480 | 143 | 143 | 127 | 127 |

Flächen/Längen-Verhältnisse:

| Gesamtfläche A_w [m ²] | Verglasungsfläche A_g [m ²] | Rahmenfläche A_r [m ²] | Länge Glasrand l_g [m] |
|---|--|---|-----------------------------|
| 1,82 | 1,18 | 0,64 | 4,37 |

| Flächenanteile | | | | Längenanteile | |
|----------------|---------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Glas | Rahmen gesamt | Rahmen unten | Rahmen seit. + ob. | Glasrand unten | Glasrand seit. + ob. |
| 64,87% | 35,13% | 9,66% | 25,46% | 22,32% | 77,68% |

Wärmestrom, Wärmedurchgangskoeffizienten und Korrekturkoeffizient 2D-Wärmebrücke:

| 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Paneel L^{2D} unten [W/(m·K)] | | 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Verglasung L^{2D} seit.+ob. [W/(m·K)] | |
|---|-------|---|-------|
| 0,390 | 0,360 | 0,428 | 0,399 |
| gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 (b_p bzw. $b_g = 190 \text{ mm}$) | | | |

| Wärmedurchgangskoeff. Verglasung U_g [W/(m ² ·K)] | Wärmedurchgangskoeff. Rahmen U_r unten [W/(m ² ·K)] | | Korrekturkoeff. 2D-Wärmebrücke ψ_g unten [W/(m·K)] | |
|---|---|-------|--|-------|
| 1,126 | 1,174 | 1,084 | 0,046 | 0,047 |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN 673 | gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | |

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U_w -Wert) des Fensters:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + \sum U_{r_i} \cdot A_{r_i} + \sum \psi_{g_i} \cdot l_{g_i}}{A_g + A_r}$$

$$U_w = 1,23 \quad \text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Hierin bedeutet:

| | |
|--------------|---|
| U_g ... | Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in W/(m ² ·K) |
| A_g ... | Verglasungsfläche in m ² |
| U_r ... | Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in W/(m ² ·K) |
| A_r ... | Rahmenfläche in m ² |
| l_g ... | Länge der Wärmebrücke, für die ψ_a zutrifft, in m (Glasrand) |
| ψ_a ... | Korrekturkoeffizient für die 2D-Wärmebrücke zwischen Rahmen und Verglasung in W/(m·K) |

Berechnungsblatt - Wärmeschutz

Einfügeliges Fenster

(gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1 vom Dez. 2006, ÖNORM EN ISO 10077-2 vom Dez. 2008
sowie ÖNORM EN 673 vom Sep. 2003)

Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG
Auftragsnr.: 51/2009

Datum: 6.2.2009
Prüfer: RuF

Rahmen: Einfügeliges Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfenster
Werkstoff Nadelholz ($\rho \approx 500 \text{ kg/m}^3$), PIR mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$ lt. Herstellerangabe sowie Aluminium

Verglasung: Dreischeiben-Isolierverglasung (Natron-Kalkglas) 4:-12-4-12:-4 (d = 36 mm),
Füllgas Argon 90% und Luft 10%, Beschichtung auf Pos. 2 und 5 mit norm. Emissionsvermögen $\epsilon = 0,03$

Abstandhalter: Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN"

Maßangaben:

| Stockaußenmaß | | projizierte Breite des Rahmens [mm] | | | |
|---------------|-----------|-------------------------------------|-------|----------------|-------|
| Breite [mm] | Höhe [mm] | unten | | seitl. u. oben | |
| | | innen | außen | innen | außen |
| 1230 | 1480 | 143 | 143 | 127 | 127 |

Flächen/Längen-Verhältnisse:

| Gesamtfläche $A_w \text{ [m}^2\text{]}$ | Verglasungsfläche $A_g \text{ [m}^2\text{]}$ | Rahmenfläche $A_r \text{ [m}^2\text{]}$ | Länge Glasrand $l_g \text{ [m]}$ |
|--|---|--|-------------------------------------|
| 1,82 | 1,18 | 0,64 | 4,37 |

| Flächenanteile | | | | Längenanteile | |
|----------------|---------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Glas | Rahmen gesamt | Rahmen unten | Rahmen seit. + ob. | Glasrand unten | Glasrand seit. + ob. |
| 64,87% | 35,13% | 9,66% | 25,46% | 22,32% | 77,68% |

Wärmestrom, Wärmedurchgangskoeffizienten und Korrekturkoeffizient 2D-Wärmebrücke:

| 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Paneel $L^{2D} \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | | 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Verglasung $L^{2D} \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | |
|--|-------|--|-------|
| 0,323 | 0,293 | 0,346 | 0,317 |
| gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 (b_p bzw. $b_g = 190 \text{ mm}$) | | | |

| Wärmedurchgangskoeff. Verglasung $U_g \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | Wärmedurchgangskoeff. Rahmen $U_r \text{ unten [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ $U_r \text{ seit.+ob. [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | | Korrekturkoeff. 2D-Wärmebrücke $\psi_g \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ $\psi_g \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | |
|--|---|-------|---|-------|
| 0,721 | 1,147 | 1,059 | 0,045 | 0,045 |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN 673 | gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | |

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U_w -Wert) des Fensters:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + \sum U_{fi} \cdot A_{fi} + \sum l_{qi} \cdot \psi_{qi}}{A_g + A_r}$$

$$U_w = \quad \quad \quad \mathbf{0,96 \quad \quad \text{W/(m}^2\cdot\text{K)}}$$

Hierin bedeutet:

- $U_g \dots$ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- $A_g \dots$ Verglasungsfläche in m^2
- $U_r \dots$ Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in $\text{W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- $A_r \dots$ Rahmenfläche in m^2
- $l_{qi} \dots$ Länge der Wärmebrücke, für die ψ_{qi} zutrifft, in m (Glasrand)
- $\psi_{qi} \dots$ Korrekturkoeffizient für die 2D-Wärmebrücke zwischen Rahmen und Verglasung in $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$

Berechnungsblatt - Wärmeschutz

Einfügeliges Fenster

(gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1 vom Dez. 2006, ÖNORM EN ISO 10077-2 vom Dez. 2008
sowie ÖNORM EN 673 vom Sep. 2003)

Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG
Auftragsnr.: 51/2009

Datum: 6.2.2009
Prüfer: RuF

Rahmen: Einfügeliges Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfenster
Werkstoff Nadelholz ($\rho=500 \text{ kg/m}^3$), PIR mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$ lt. Herstellerangabe sowie Aluminium

Verglasung: Dreischeiben-Isolierverglasung (Natron-Kalkglas) 4:-18-4-16:-4 ($d = 46 \text{ mm}$),
Füllgas Argon 90% und Luft 10%, Beschichtung auf Pos. 2 und 5 mit norm. Emissionsvermögen $\epsilon = 0,03$

Abstandhalter: Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN"

Maßangaben:

| Stockaußenmaß | | projizierte Breite des Rahmens [mm] | | | |
|---------------|-----------|-------------------------------------|-------|----------------|-------|
| Breite [mm] | Höhe [mm] | unten | | seitl. u. oben | |
| 1230 | 1480 | innen | außen | innen | außen |
| | | 143 | 143 | 127 | 127 |

Flächen/Längen-Verhältnisse:

| Gesamtfläche $A_w \text{ [m}^2\text{]}$ | Verglasungsfläche $A_g \text{ [m}^2\text{]}$ | Rahmenfläche $A_f \text{ [m}^2\text{]}$ | Länge Glasrand $l_g \text{ [m]}$ |
|--|---|--|-------------------------------------|
| 1,82 | 1,18 | 0,64 | 4,37 |

| Flächenanteile | | | | Längenanteile | |
|----------------|---------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Glas | Rahmen gesamt | Rahmen unten | Rahmen seit. + ob. | Glasrand unten | Glasrand seit. + ob. |
| 64,87% | 35,13% | 9,66% | 25,46% | 22,32% | 77,68% |

Wärmestrom, Wärmedurchgangskoeffizienten und Korrekturkoeffizient 2D-Wärmebrücke:

| 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Paneel | | 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Verglasung | |
|---|---|---|---|
| $L^{2D} \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ |
| 0,290 | 0,261 | 0,310 | 0,281 |
| gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 (b_p bzw. $b_g = 190 \text{ mm}$) | | | |

| Wärmedurchgangskoeff. Verglasung $U_g \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | Wärmedurchgangskoeff. Rahmen | | Korrekturkoeff. 2D-Wärmebrücke | |
|--|--|--|--|--|
| 0,552 | $U_f \text{ unten [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | $U_f \text{ seit.+ob. [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | $\psi_{g \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $\psi_{g \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ |
| | | 1,132 | 1,048 | 0,043 |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN 673 | | | | |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | gemäß Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | |

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U_w -Wert) des Fensters:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + \sum U_{fi} \cdot A_{fi} + \sum l_{qi} \cdot \psi_{qi}}{A_g + A_f}$$

$$U_w = \quad \quad \quad \mathbf{0,84 \quad \quad W/(m^2 \cdot K)}$$

Hierin bedeutet:

- $U_g \dots$ Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in $W/(m^2 \cdot K)$
- $A_g \dots$ Verglasungsfläche in m^2
- $U_f \dots$ Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in $W/(m^2 \cdot K)$
- $A_f \dots$ Rahmenfläche in m^2
- $l_q \dots$ Länge der Wärmebrücke, für die ψ_{qi} zutrifft, in m (Glasrand)
- $\psi_{qi} \dots$ Korrekturkoeffizient für die 2D-Wärmebrücke zwischen Rahmen und Verglasung in $W/(m \cdot K)$

Berechnungsblatt - Wärmeschutz

Einfügeliges Fenster

(gemäß ÖNORM EN ISO 10077-1 vom Dez. 2006, ÖNORM EN ISO 10077-2 vom Dez. 2008
sowie ÖNORM EN 673 vom Sep. 2003)

Firma: Maderböck Tischlerei GmbH & Co KG

Datum: 6.2.2009

Auftragsnr.: 51/2009

Prüfer: RuF

Rahmen: Einfügeliges Dreh-Kipp-Holz-Aluminiumfenster
Werkstoff Nadelholz ($\rho=500 \text{ kg/m}^3$), PIR mit Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,024 \text{ W/(mK)}$ lt. Herstellerangabe sowie Aluminium

Verglasung: Dreischeiben-Isolierverglasung (Natron-Kalkglas) 4-12-4-12-4 ($d = 36 \text{ mm}$),
Füllgas Krypton 90% und Luft 10%, Beschichtung auf Pos. 2 und 5 mit norm. Emissionsvermögen $\epsilon = 0,03$

Abstandhalter: Kunststoff mit Edelstahlfolie "Thermix TXN"

Maßangaben:

| Stockaußenmaß | | projizierte Breite des Rahmens [mm] | | | |
|---------------|-----------|-------------------------------------|-------|----------------|-------|
| Breite [mm] | Höhe [mm] | unten | | seitl. u. oben | |
| | | innen | außen | innen | außen |
| 1230 | 1480 | 143 | 143 | 127 | 127 |

Flächen/Längen-Verhältnisse:

| Gesamtfläche $A_w \text{ [m}^2\text{]}$ | Verglasungsfläche $A_g \text{ [m}^2\text{]}$ | Rahmenfläche $A_f \text{ [m}^2\text{]}$ | Länge Glasrand $l_g \text{ [m]}$ |
|--|---|--|-------------------------------------|
| 1,82 | 1,18 | 0,64 | 4,37 |

| Flächenanteile | | | | Längenanteile | |
|----------------|---------------|--------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Glas | Rahmen gesamt | Rahmen unten | Rahmen seit. + ob. | Glasrand unten | Glasrand seit. + ob. |
| 64,87% | 35,13% | 9,66% | 25,46% | 22,32% | 77,68% |

Wärmestrom, Wärmedurchgangskoeffizienten und Korrekturkoeffizient 2D-Wärmebrücke:

| 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Paneel | | 2-dim. thermischer Leitwert Rahmen mit Verglasung | |
|---|---|---|---|
| $L^{2D} \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $L^{2D} \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ |
| 0,323 | 0,293 | 0,305 | 0,275 |
| gem. Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 (b_p bzw. $b_g = 190 \text{ mm}$) | | | |

| Wärmedurchgangskoeff. Verglasung $U_g \text{ [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | Wärmedurchgangskoeff. Rahmen | | Korrekturkoeff. 2D-Wärmebrücke | |
|--|--|--|---|---|
| | $U_f \text{ unten [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | $U_f \text{ seit.+ob. [W/(m}^2\cdot\text{K)]}$ | $\psi_g \text{ unten [W/(m}\cdot\text{K)]}$ | $\psi_g \text{ seit.+ob. [W/(m}\cdot\text{K)]}$ |
| 0,488 | 1,147 | 1,059 | 0,048 | 0,048 |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN 673 | | | | |
| gemäß Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | gemäß Berechnung nach ÖNORM EN ISO 10077-2 | | |

Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten (U_w -Wert) des Fensters:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + \sum U_{fi} \cdot A_{fi} + \sum l_{gi} \cdot \psi_{gi}}{A_g + A_f}$$

$$U_w = \quad \quad \quad \mathbf{0,81 \quad \quad W/(m^2 \cdot K)}$$

Hierin bedeutet:

| | |
|----------------|---|
| $U_g \dots$ | Wärmedurchgangskoeffizient der Verglasung in $W/(m^2 \cdot K)$ |
| $A_g \dots$ | Verglasungsfläche in m^2 |
| $U_f \dots$ | Wärmedurchgangskoeffizient des Rahmens in $W/(m^2 \cdot K)$ |
| $A_f \dots$ | Rahmenfläche in m^2 |
| $l_g \dots$ | Länge der Wärmebrücke, für die ψ_g zutrifft, in m (Glasrand) |
| $\psi_g \dots$ | Korrekturkoeffizient für die 2D-Wärmebrücke zwischen Rahmen und Verglasung in $W/(m \cdot K)$ |