

BERECHNUNG - NR. B22.203.016.482

Labor für Bauphysik - Notified Body 1379

Inffeldgasse 24 Tel.: +43 316 873 1301
8010 Graz - Austria Fax: +43 316 873 1320

UID: ATU 574 77 929 bauphysik@tugraz.at
www.bauphysik.tugraz.a

ANTRAGSTELLER: Internorm International GmbH
Ganglgutstraße 131
A-4050 Traun

SPEZIFIKATION / NORM:
EN ISO 10077-2:2017-07

ANTRAG: Berechnung von längenbezogenen
Wärmedurchgangskoeffizienten Ψ gemäß EN ISO 10077-2.

MITGELTENDE DOKUMENTE:
EN ISO 10456:2007-12
EN 673:2011-02
EN 14351-1:2006+A2:2016-09

GEGENSTAND: **FENSTERRAHMEN**
Systembezeichnung: **HF410, Designstil home pure**

DARSTELLUNG:

Beschreibung: Fensterrahmen eines Holz-Aluminiumfensters

Füllungsdicke: 48 mm

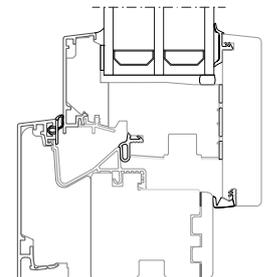
Abstandhalter: „Alu“

Dichtungsebenen: 3

Rahmenmaterial: Fichtenholz

Bemerkungen:

Die vollständige Beschreibung aller leistungsrelevanten Produktdetails sind dem Punkt 3 „Gegenstand“ sowie den Beilagen zu entnehmen.



ERGEBNIS:

| Schnittbezeichnung | Ψ (min.) (max.) |
|--------------------|----------------------------|
| „HF410“ | 0,075 W/mK 0,093 W/mK |

Details zum Ergebnis sowie dessen Messunsicherheit sind dem Punkt 5 „Ergebnis“ zu entnehmen.

GELTUNG:

Eine Vervielfältigung des Dokuments darf nur in vollem Umfang erfolgen. Ergänzende Punkte der Geltung sowie Informationen zur Akkreditierung sind unter www.bauphysik.tugraz.at einzusehen. Für alle durchgeführten Arbeiten gelten ausschließlich allgemein die Geschäftsbedingungen der Technischen Universität Graz* und im Speziellen die Geschäftsbedingungen des Labors für Bauphysik unter der Anwendung der salvatorischen Klausel. *(www.tugraz.at)

INHALT:

- 1 Antrag
- 2 Geltende Dokumente
- 3 Gegenstand
- 4 Materialkennwerte und R.B.
- 5 Ergebnis
Beilagen

1 ANTRAG

Berechnung von längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ gemäß EN ISO 10077-2.

2 DOKUMENTE

2.1 SPEZIFIKATION / NORM

| | |
|------------------------|--|
| EN ISO 10077-2:2017-07 | „Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen - Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten, Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen“ |
|------------------------|--|

2.2 MITGELTENDE DOKUMENTE

| | |
|--------------------------------------|--|
| EN ISO 10456:2007-12 + AC:2009-12 | „Baustoffe und Bauprodukte - Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte und Verfahren zur Bestimmung der wärmeschutztechnischen Nenn- und Bemessungswerte“ |
| EN 673:2011-02 | „Glas im Bauwesen – Bestimmung des U-Werts (Wärmedurchgangskoeffizient) – Berechnungsverfahren“ |
| EN 14351-1:2006+ A2:2016-09 | „Fenster und Türen — Produktnorm, Leistungseigenschaften – Teil 1: Fenster und Außentüren“ |

3 GEGENSTAND

| | |
|----------------------|---|
| | Fensterrahmen |
| Systembezeichnung: * | HF410, Designstil home pure |
| Beschreibung: | Fensterrahmen eines Holz-Aluminiumfensters |
| Ausfachungsdicke: | 48 mm |
| Abstandhalter: | „Alu“ |
| Dichtungsebenen: | 3 |
| Rahmenmaterial: | Fichtenholz |
| Geometrie: | Details zur Geometrie des Gegenstands und den zugehörigen Maßen sind den Beilagen zu entnehmen. |
| Bemerkungen: | |
| Anmerkung: | |

* Angaben laut Antragsteller

3.1 VERGLASUNGSVARIANTE 1

| | | |
|--|--------------------------|------------------------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 4 mm | Floatglas |
| | 18 mm | 90 % Krypton, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| | 18 mm | 90 % Krypton, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 1% | |
| informativer U_g : | 0,4 W/(m ² K) | |

3.2 VERGLASUNGSVARIANTE 2

| | | |
|--|--------------------------|----------------------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 4 mm | Floatglas |
| | 18 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| | 18 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 0,5 W/(m ² K) | |

3.3 VERGLASUNGSVARIANTE 3

| | | |
|--|--------------------------|----------------------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 6 mm | Floatglas |
| | 18 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| | 16 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 0,5 W/(m ² K) | |

3.4 VERGLASUNGSVARIANTE 4

| | | |
|--|--------------------------|----------------------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 8 mm | VSG |
| | 15 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 4 mm | Floatglas |
| | 12 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 8 mm | VSG |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 0,7 W/(m ² K) | |

3.5 VERGLASUNGSVARIANTE 5

| | | |
|--|--------------------------|----------------------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 8 mm | VSG |
| | 12 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 8 mm | Floatglas |
| | 10 mm | 90 % Argon, 10% Luft |
| | 8 mm | VSG |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 0,8 W/(m ² K) | |

3.6 VERGLASUNGSVARIANTE 6

| | | |
|--|--------------------------|-----------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 8 mm | Floatglas |
| | 12 mm | 100% Luft |
| | 6 mm | Floatglas |
| | 14 mm | 100% Luft |
| | 8 mm | Floatglas |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 0,9 W/(m ² K) | |

3.7 VERGLASUNGSVARIANTE 7

| | | |
|--|--------------------------|-----------|
| Verglasungsaufbau: (von außen nach innen) | 8 mm | VSG |
| | 12 mm | 100% Luft |
| | 8 mm | Floatglas |
| | 10 mm | 100% Luft |
| | 8 mm | VSG |
| Beschichtung: | Auf Ebene 2 und Ebene 5 | |
| Emissionsgrad: | 3% | |
| informativer U_g : | 1,0 W/(m ² K) | |

3.8 WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT

| | | |
|---------------------|---|---------------------|
| Fensterrahmen HF410 | $U_f = 0,912 \text{ W/(m}^2\text{K)} \pm 0,035 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ | lt. B22.203.015.482 |
|---------------------|---|---------------------|

4 MATERIALKENNWERTE UND RANDBEDINGUNGEN

Die der Berechnung zu Grunde liegenden Materialkennwerte und Randbedingungen sind in den jeweiligen Beilagen angeführt. Materialkennwerte für welche keine gesonderten Quellen angegeben werden, wurden entsprechenden Tabellen der EN ISO 10077-2 bzw. EN ISO 10456 entnommen.

Für die Berechnung der Hohlräume wurde das Radiosity-Verfahren nach EN ISO 10077-2 Punkt 6.4.2 angewendet.

Die Materialkennwerte des Materials "Xenergy" wurden der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung des Deutschen Institutes für Bautechnik mit der Zulassungsnummer Z-23.35-1951 entnommen.

Die Berechnungen wurden mit einer Wärmeleitfähigkeit für das Material "Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz" von 0,115 W/mK durchgeführt und sind somit nur für Funierschichtholz gültig, welches die gleiche Wärmeleitfähigkeit auf Basis der Anforderungen der EN ISO 10077-2 aufweist. Die Wärmeleitfähigkeit des bei der Berechnung eingesetzten Materials wurde dem Prüfbericht 80.905-1 der akkreditierten Technischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Festigkeits- und Materialprüfung der Technischen Universität Graz entnommen. Die Berechnung des angeführten Bemessungswertes, auf Basis der Messwerte, kann dem Bericht B15.203.021.482 entnommen werden.

Anmerkung:

Abweichend von den Spezifikationen der EN ISO 10077-2 wurden die ψ -Berechnungen systembedingt mit einer Höhe der Glasfalzluft "b1" (siehe EN ISO 10077-2 Anhang C) kleiner als 5 mm durchgeführt.

5 ERGEBNIS

Die Berechnungen wurden mit der vom Labor für Bauphysik entsprechend validierten Software „flixo professional 8.1“ der Infomind GmbH durchgeführt.

Die ψ Berechnungen wurden auf Basis der U_f -Berechnung B22.203.015.482 durchgeführt.

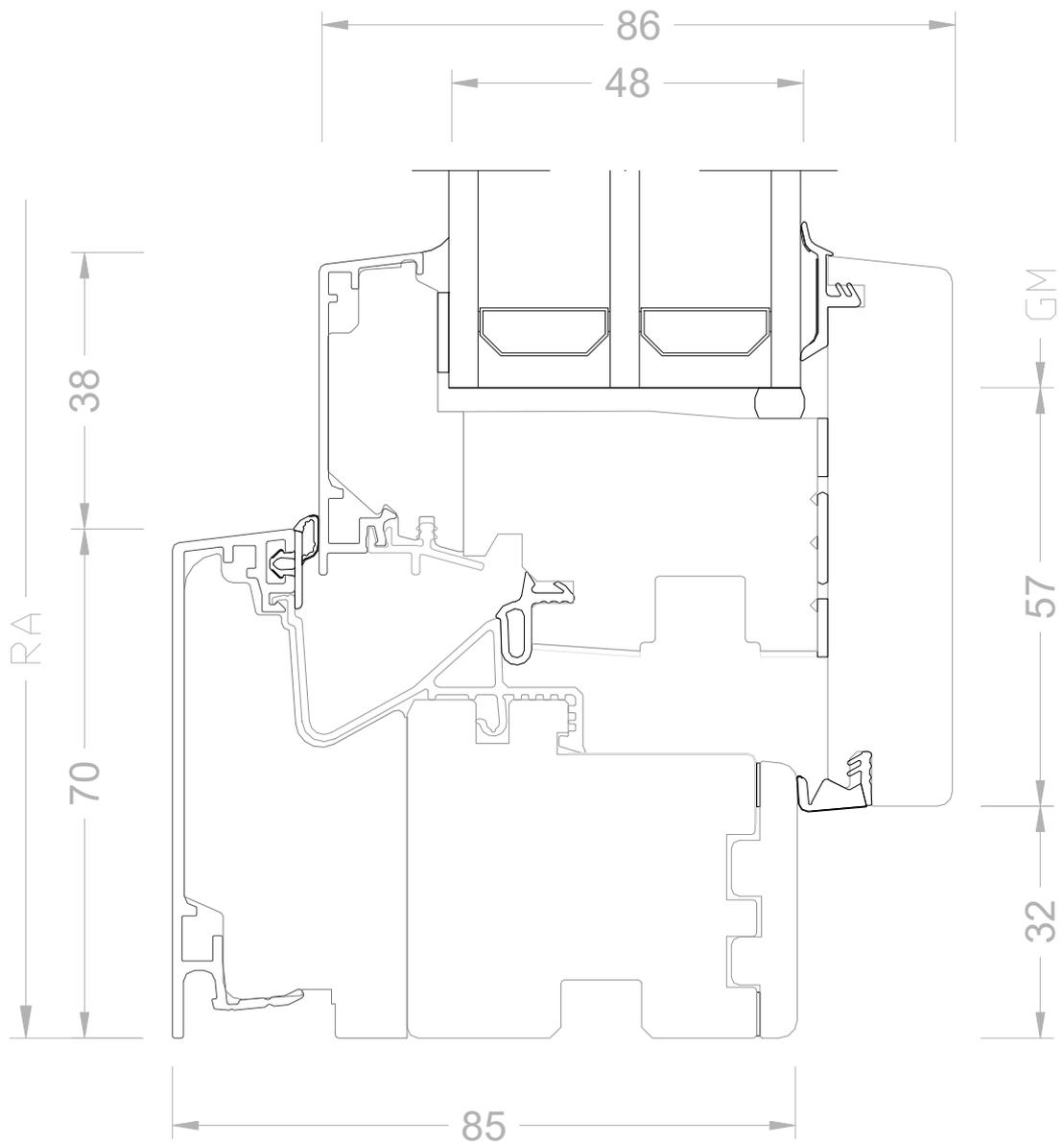
5.1 LÄNGENBEZOGENE WÄRMEDURCHGANGSKOEFFIZIENT Ψ :

Für die in den Beilagen 2 bis 8 dargestellten Kombinationen aus Rahmen und der oben beschriebenen Verglasung inklusive zugehörigem Abstandhalter ergeben sich nach EN ISO 10077-2 längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient von:

| SCHNITTBEZEICHNUNG | ABSTANDHALTER | ERGEBNIS Ψ | QUELLE |
|-------------------------|---------------|---------------------------------|-------------|
| „Verglasungsvariante 1“ | „Alu“ | 0,076 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 2.2 |
| „Verglasungsvariante 2“ | „Alu“ | 0,075 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 3.2 |
| „Verglasungsvariante 3“ | „Alu“ | 0,081 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 4.2 |
| „Verglasungsvariante 4“ | „Alu“ | 0,093 W/(mK) \pm 0,004 W/(mK) | Beilage 5.2 |
| „Verglasungsvariante 5“ | „Alu“ | 0,088 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 6.2 |
| „Verglasungsvariante 6“ | „Alu“ | 0,084 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 7.2 |
| „Verglasungsvariante 7“ | „Alu“ | 0,083 W/(mK) \pm 0,003 W/(mK) | Beilage 8.2 |

Anmerkung: Die unter Punkt 5 angeführten Messunsicherheiten wurden mit einem Vertrauensintervall von 95 % ermittelt.

**Beilage 1.1: Prinzip-Darstellung des Berechnungsgegenstandes
(vom Antragsteller beigestellt, Maßstab 1:1)**

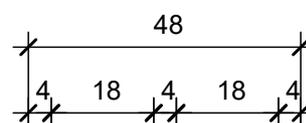


Beilage 2.1: Berechnungsparameter

Materialkennwerte:

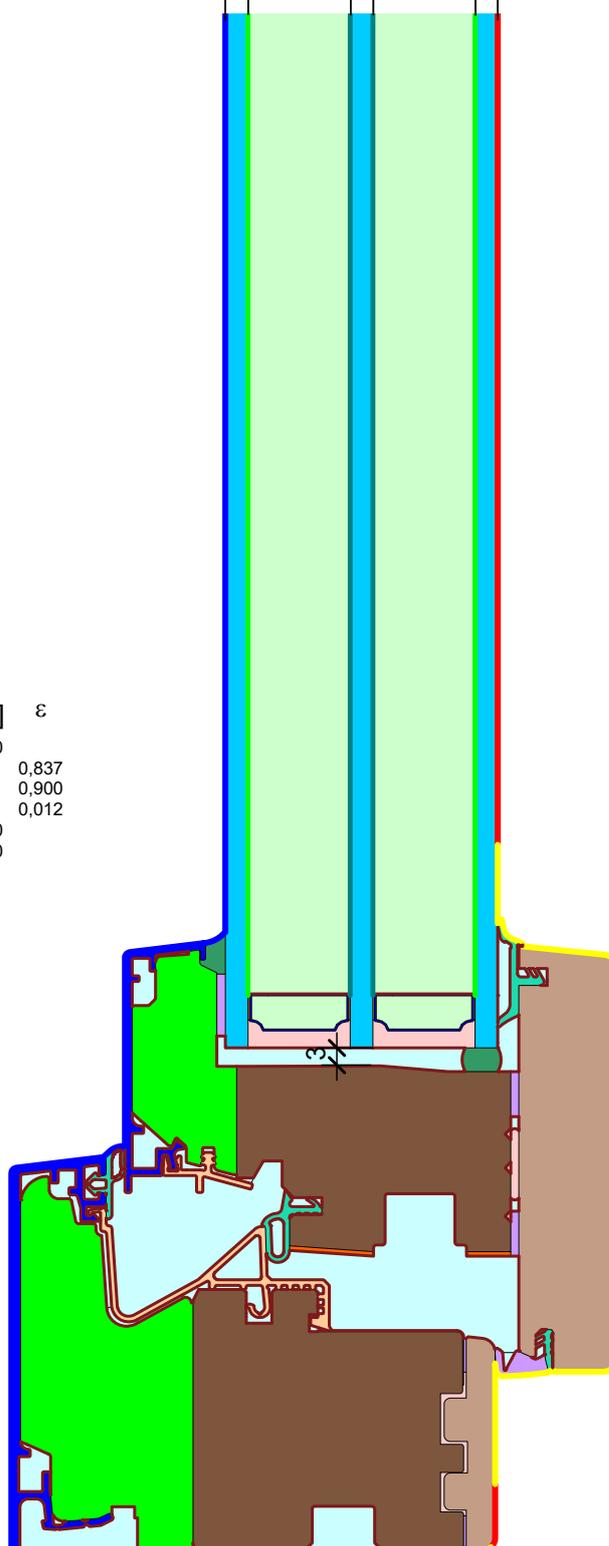
| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,012 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Krypton 90% ** | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

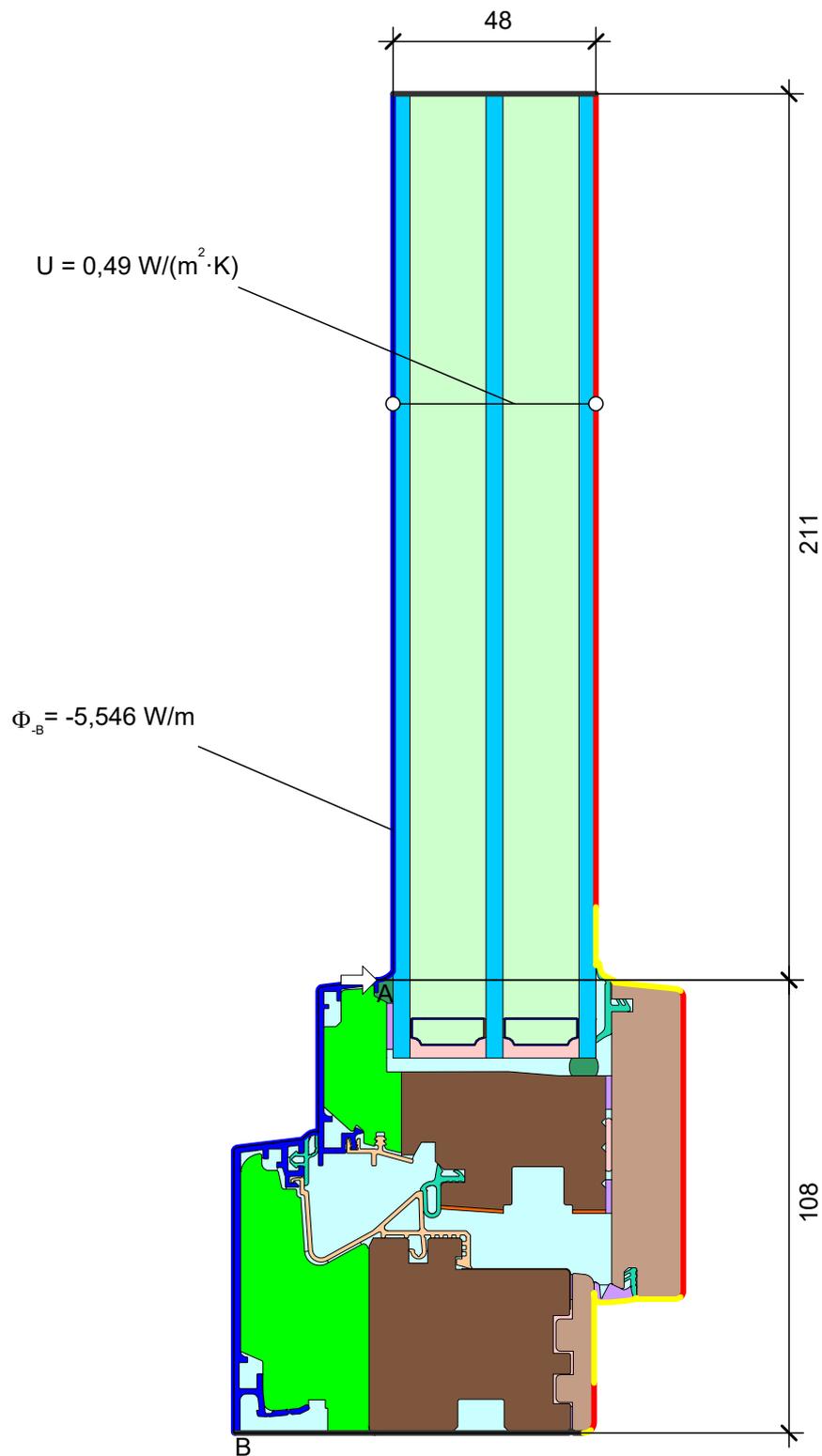


Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | | 0,000 | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 1% | | | | 0,012 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |

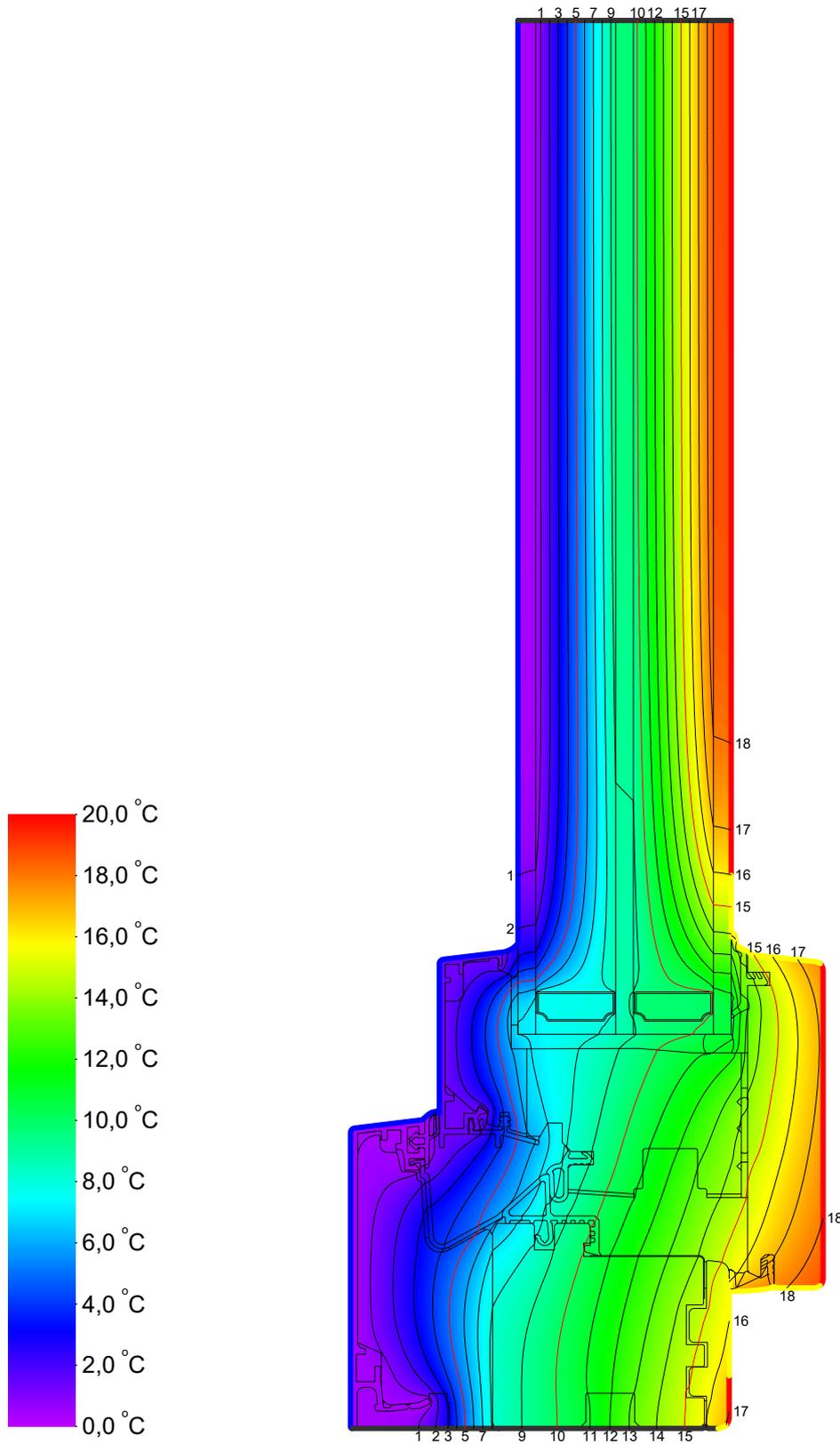


Beilage 2.2: Berechnungsergebnis



$$\Psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{5,546}{20,0} - 0,486 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,076 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 2.3: Isothermen u. Temperaturverteilung



Beilage 3.1: Berechnungsparameter

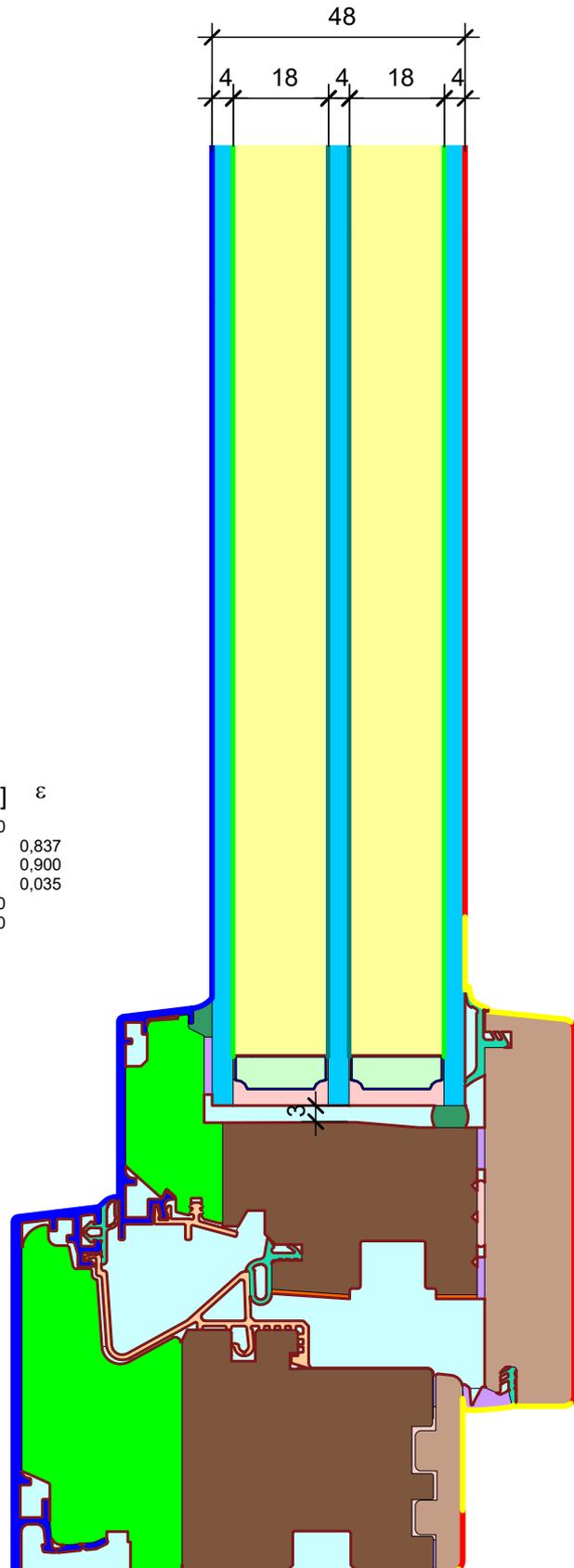
Materialkennwerte:

| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Argon 90 % ** | | |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,035 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

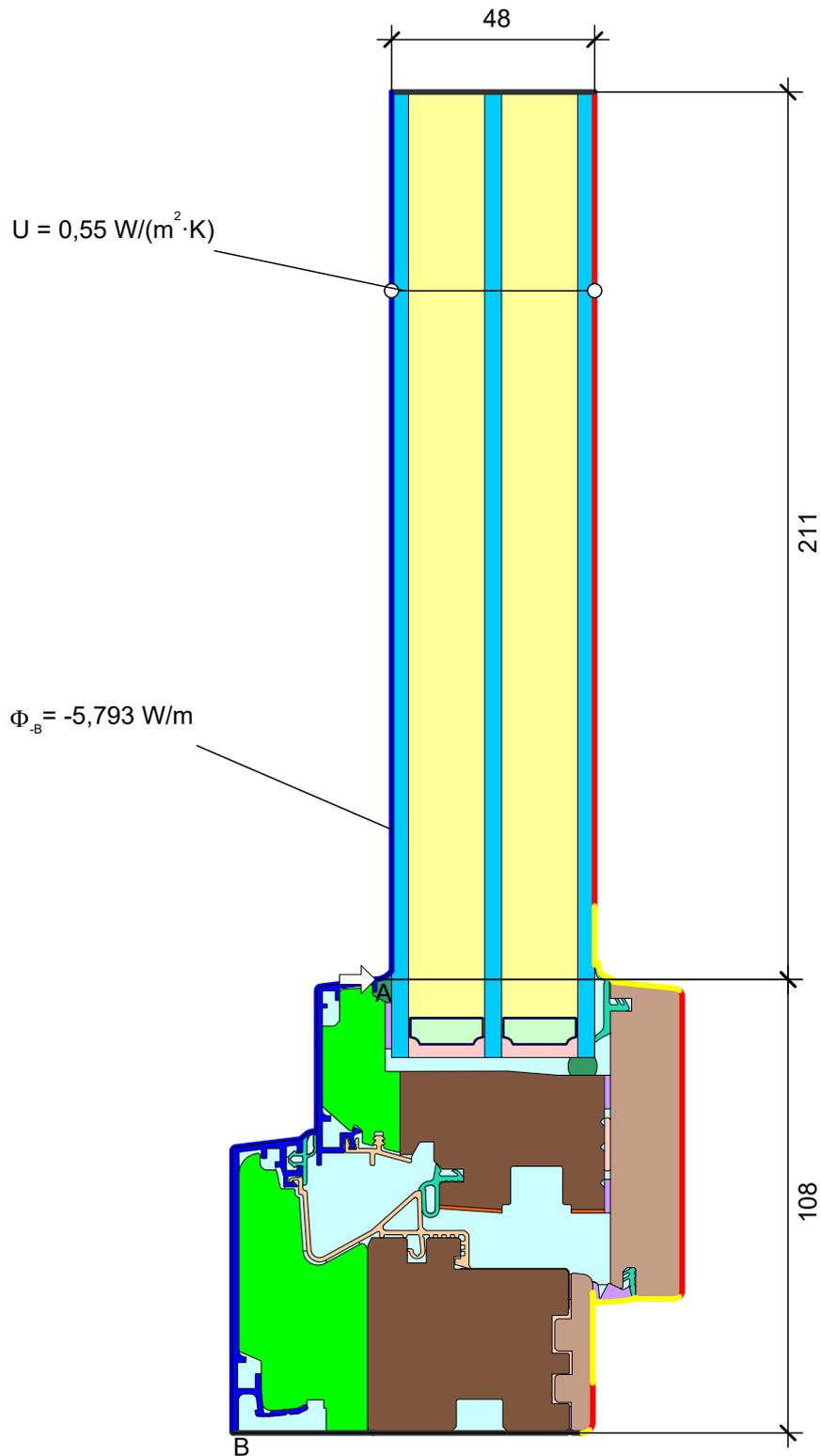
* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | | 0,000 | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,035 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |

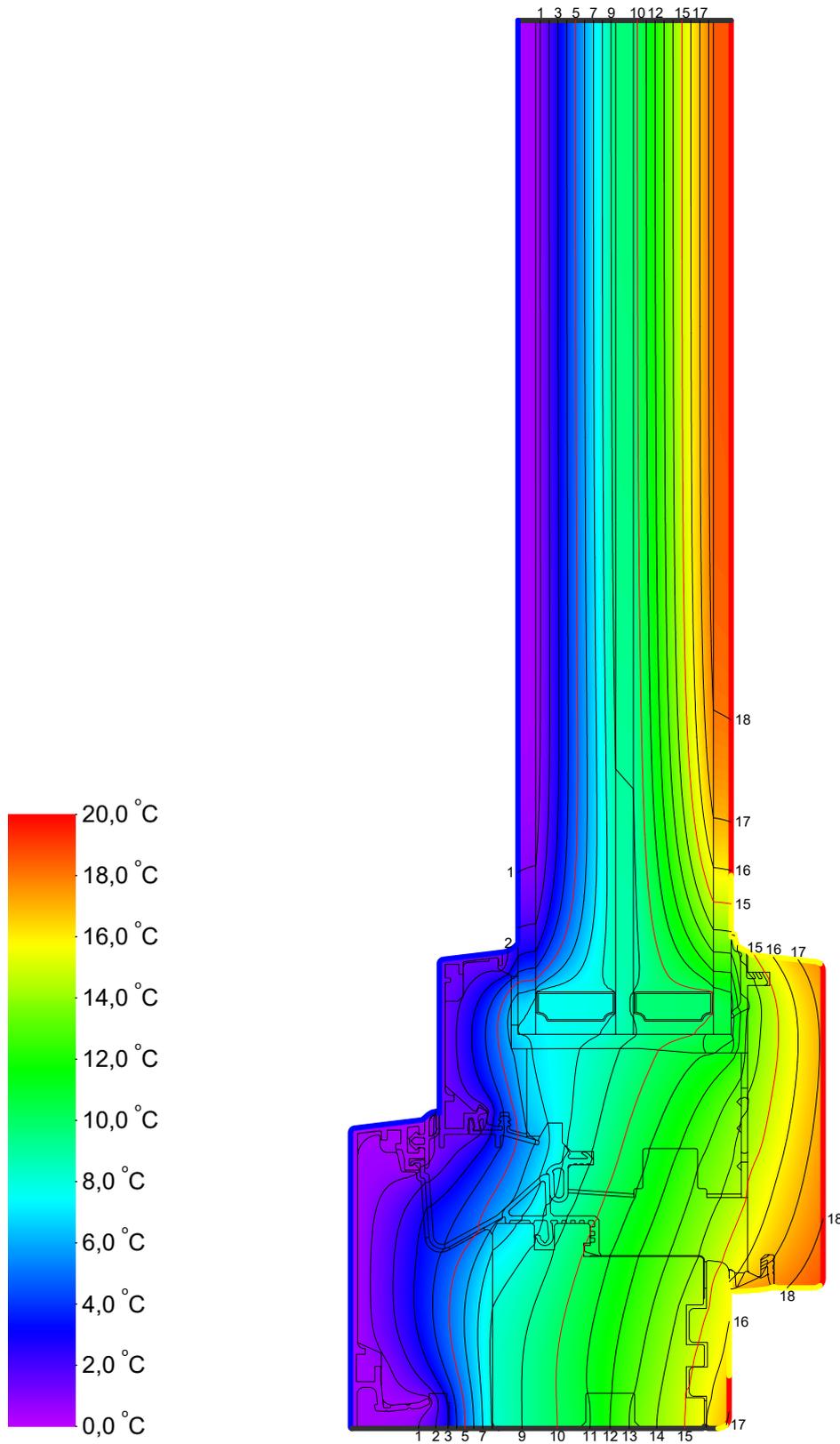


Beilage 3.2: Berechnungsergebnis



$$\psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{5,793}{20,0} - 0,548 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,075 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 3.3: Isothermen u. Temperaturverteilung



Beilage 4.1: Berechnungsparameter

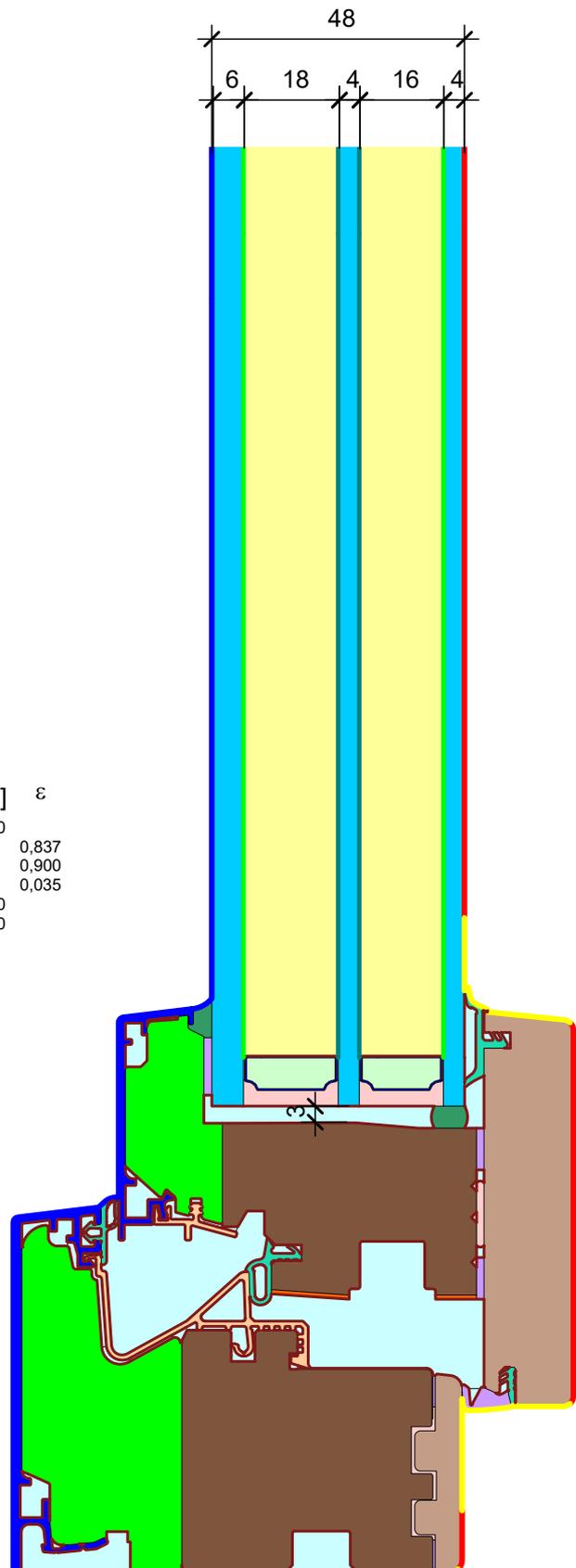
Materialkennwerte:

| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Argon 90 % ** | | |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,035 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

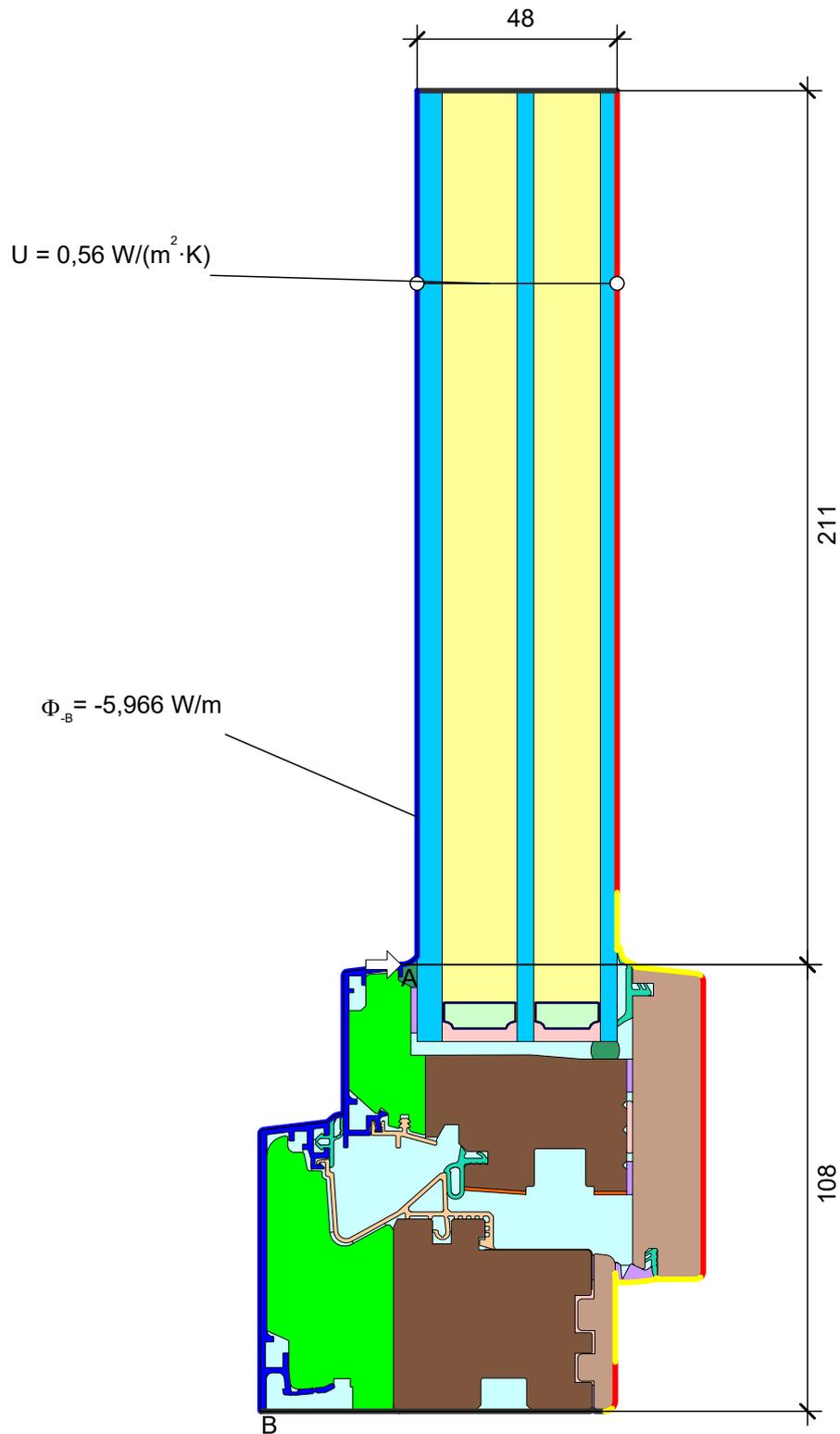
* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | | 0,000 | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,035 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |



Beilage 4.2: Berechnungsergebnis



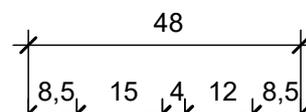
$$\Psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{5,966}{20,0} - 0,563 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,081 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 5.1: Berechnungsparameter

Materialkennwerte:

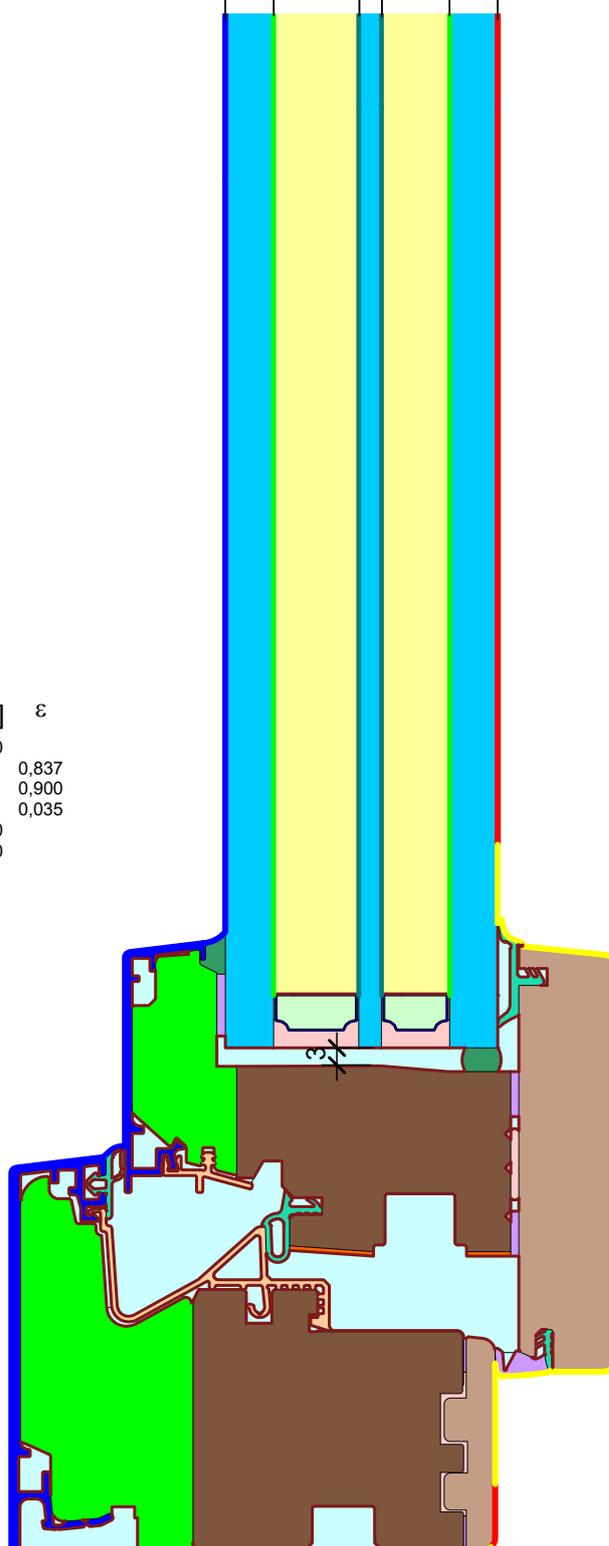
| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Argon 90 % ** | | |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,035 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

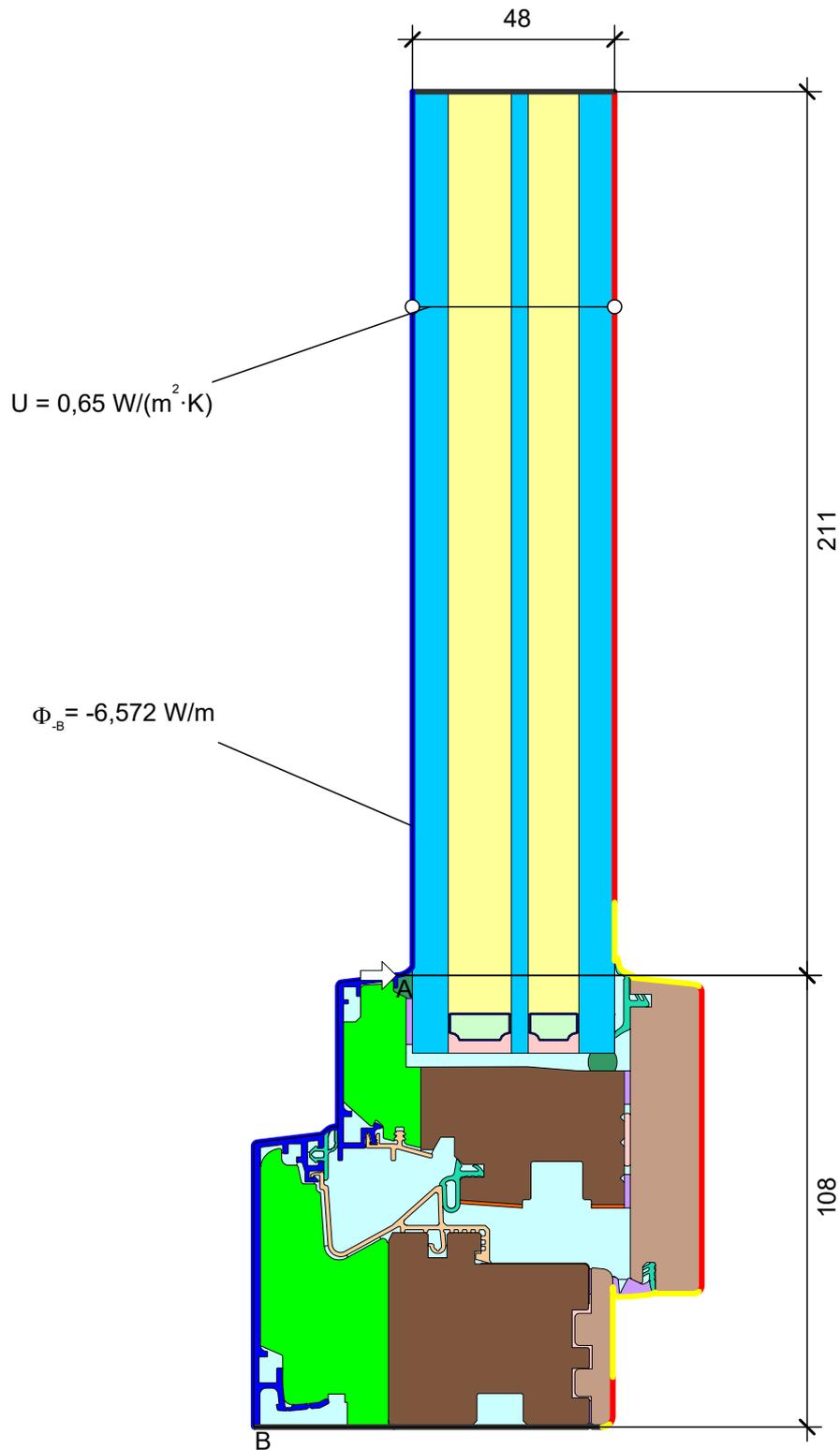


Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,035 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |

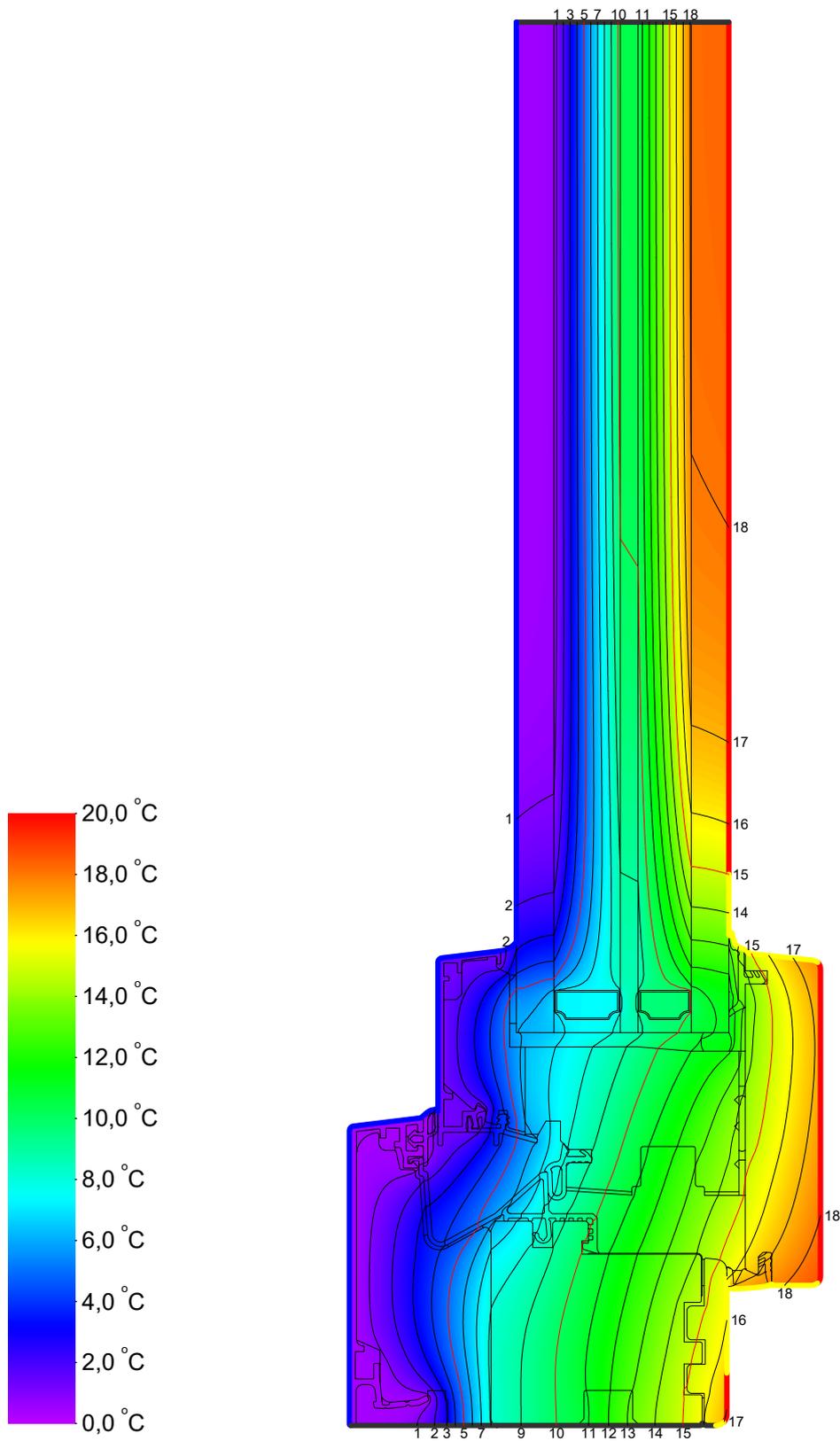


Beilage 5.2: Berechnungsergebnis



$$\psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{6,572}{20,0} - 0,649 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,093 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 5.3: Isothermen u. Temperaturverteilung



Beilage 6.1: Berechnungsparameter

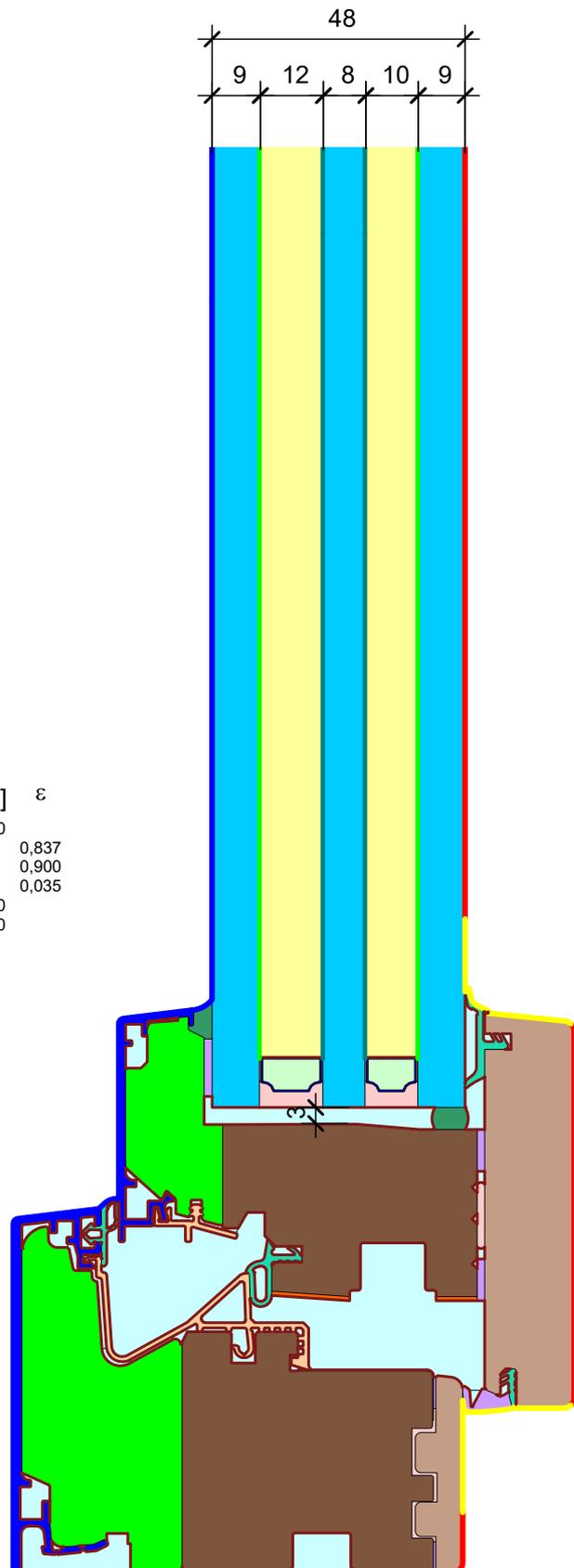
Materialkennwerte:

| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Argon 90 % ** | | |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,035 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

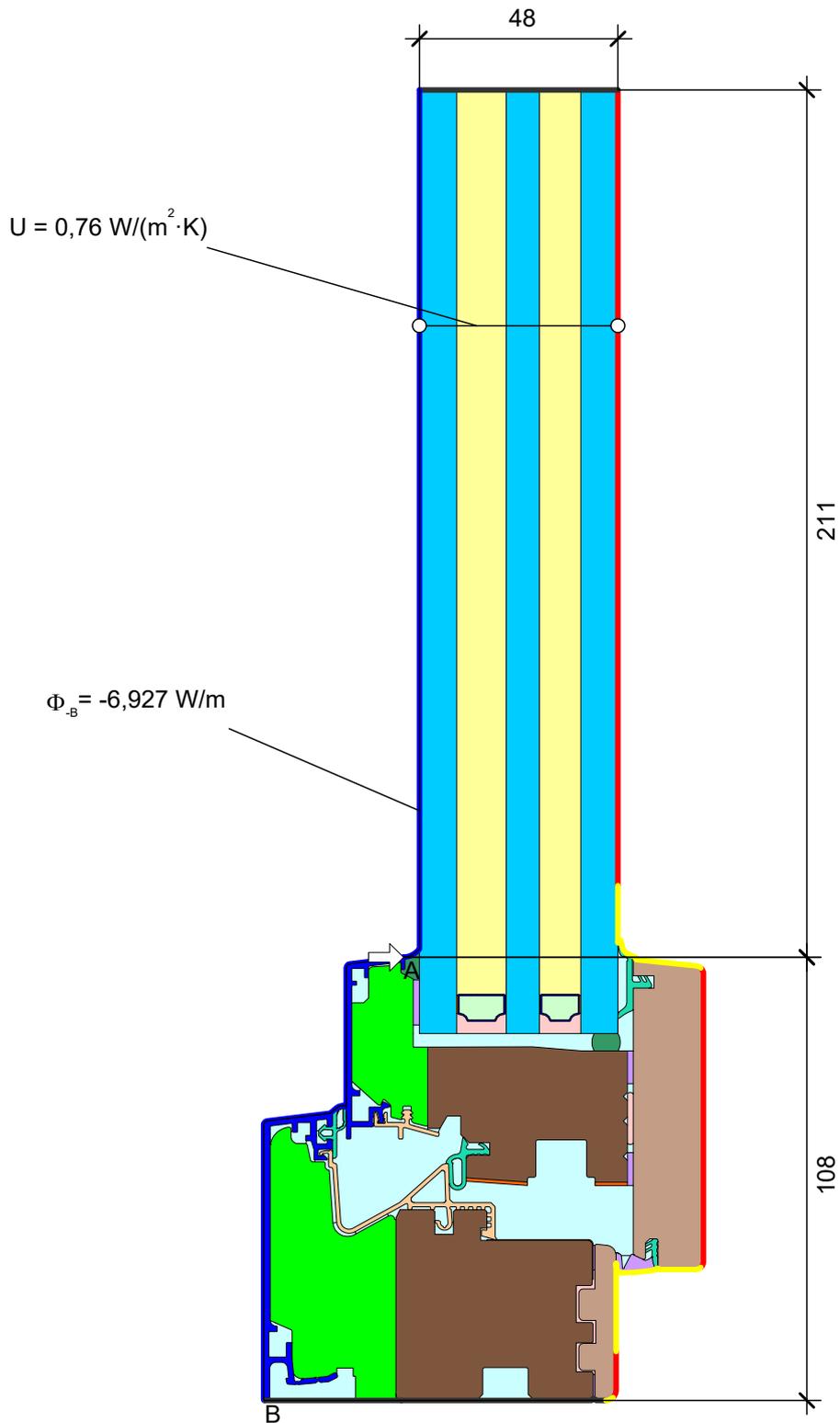
* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | 0,000 | | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,035 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |

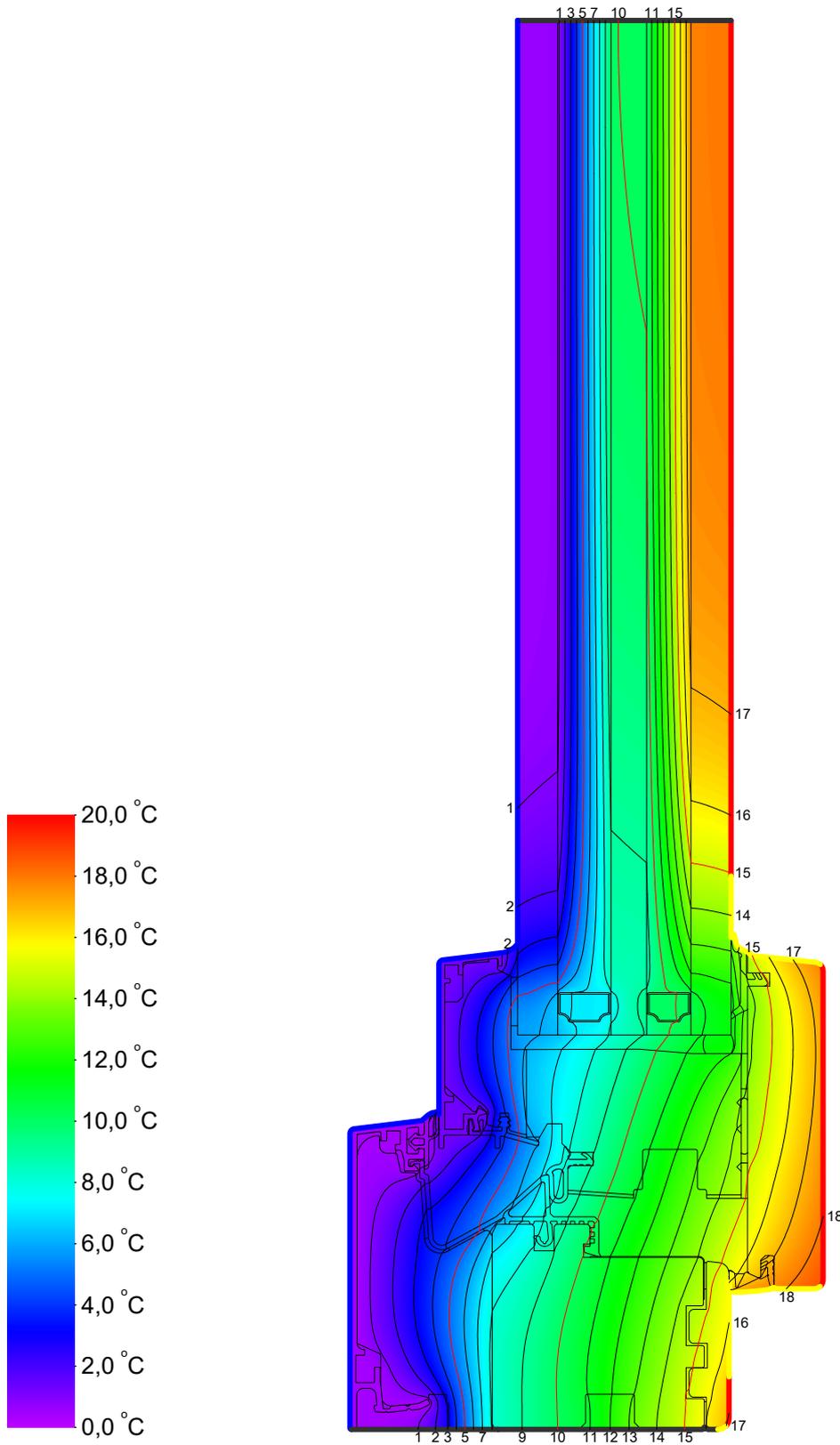


Beilage 6.2: Berechnungsergebnis



$$\psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{6,927}{20,0} - 0,757 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,088 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 6.3: Isothermen u. Temperaturverteilung



Beilage 7.1: Berechnungsparameter

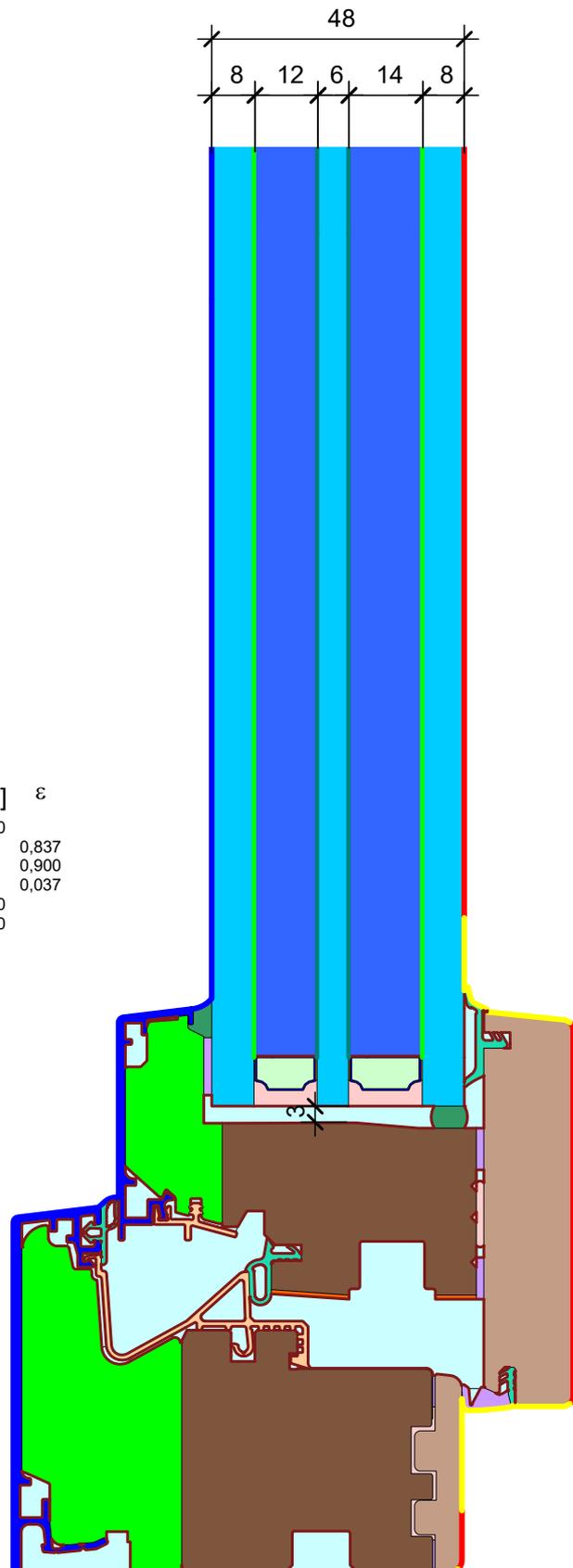
Materialkennwerte:

| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,037 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Luft ** | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

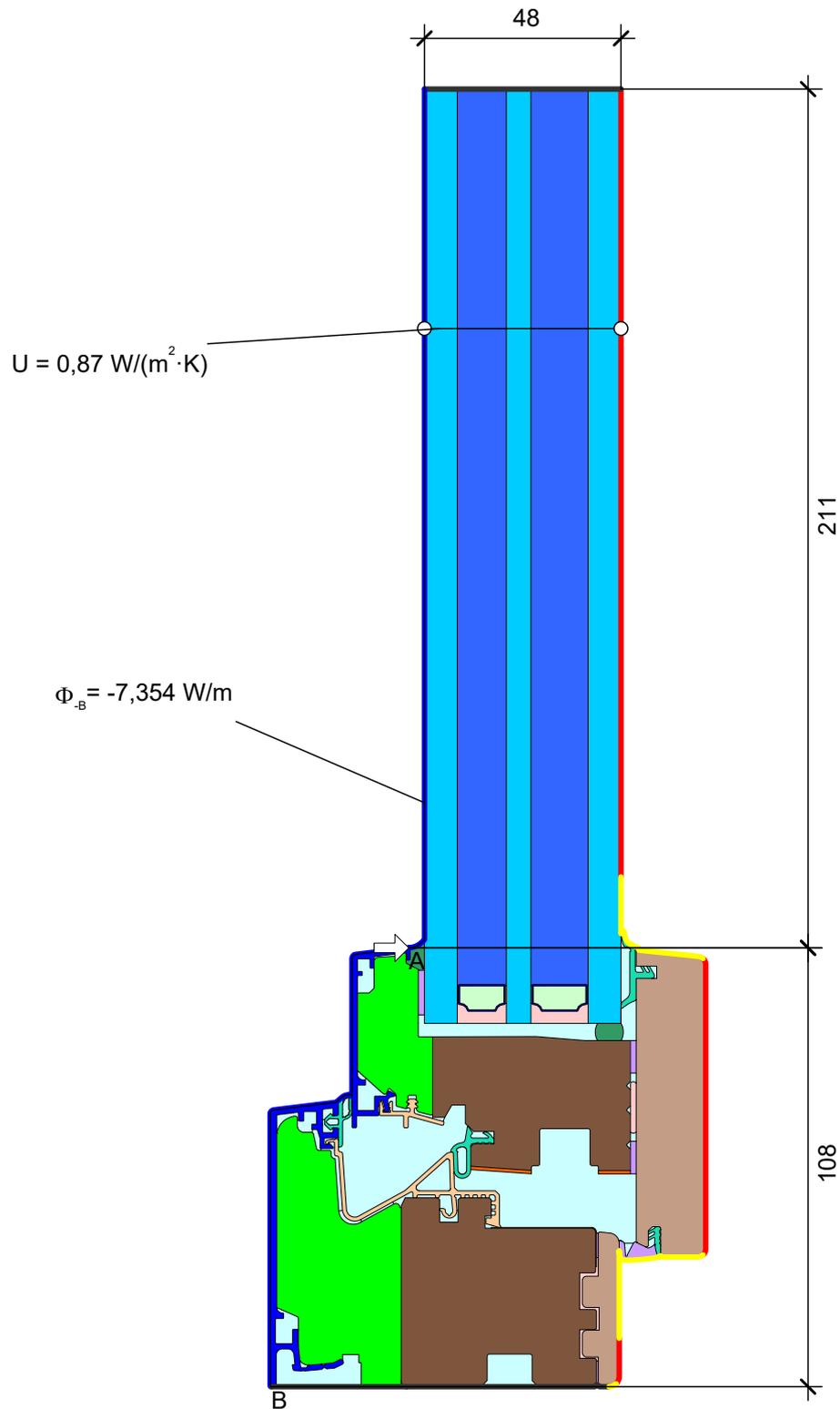
* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | | 0,000 | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,037 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |

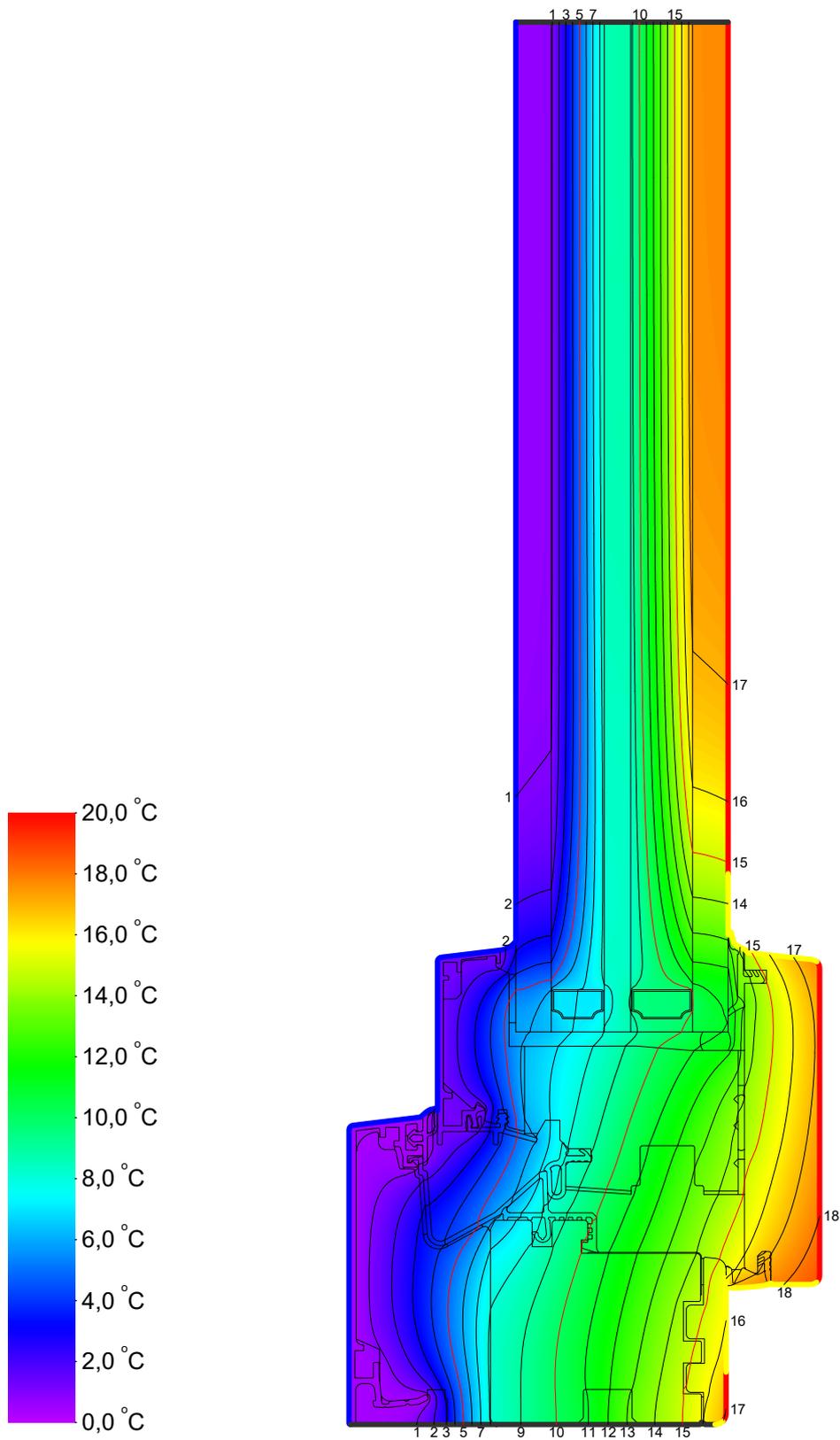


Beilage 7.2: Berechnungsergebnis



$$\psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{7,354}{20,0} - 0,874 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,084 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 7.3: Isothermen u. Temperaturverteilung



Beilage 8.1: Berechnungsparameter

Materialkennwerte:

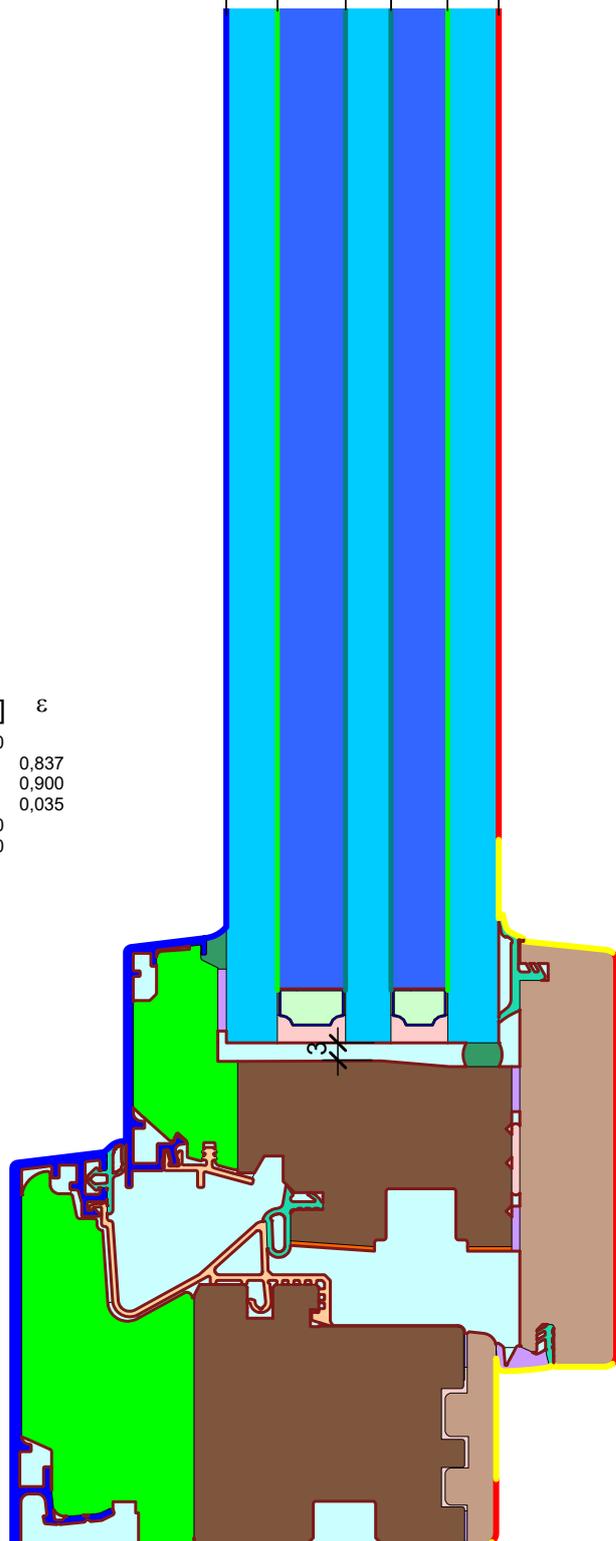
| Material | λ [W/(m·K)] | ϵ |
|--|---------------------|------------|
| Aluminium (Si-Legierungen) | 160,000 | 0,900 |
| Butyl | 0,240 | 0,900 |
| EPDM (Ethylen Propylen Dien Monomer) | 0,250 | 0,900 |
| Elastomerschaum, flexibel | 0,050 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,837 |
| Floatglas | 1,000 | 0,900 |
| Floatglas | 1,000 | 0,035 |
| Funierschichtholz aus Fichten bzw. Kiefernholz | 0,115 | 0,900 |
| Luft ** | | |
| Polyamid 6.6 mit 25% Glasfaser verstärkt | 0,300 | 0,900 |
| Polypropylen | 0,220 | 0,900 |
| Polyurethan | 0,400 | 0,900 |
| Polyurethan (AH) | 0,250 | 0,900 |
| Rein-Silicon | 0,350 | 0,900 |
| Silicagel (Trockenmittel) | 0,130 | 0,900 |
| Unbelüftete Hohlräume * | | |
| Weisstanne, Fichte, Sitkafichte | 0,110 | 0,900 |
| Xenergy | 0,031 | 0,900 |

* EN ISO 10077-2:2017, 6.4.2
 ** EN 673

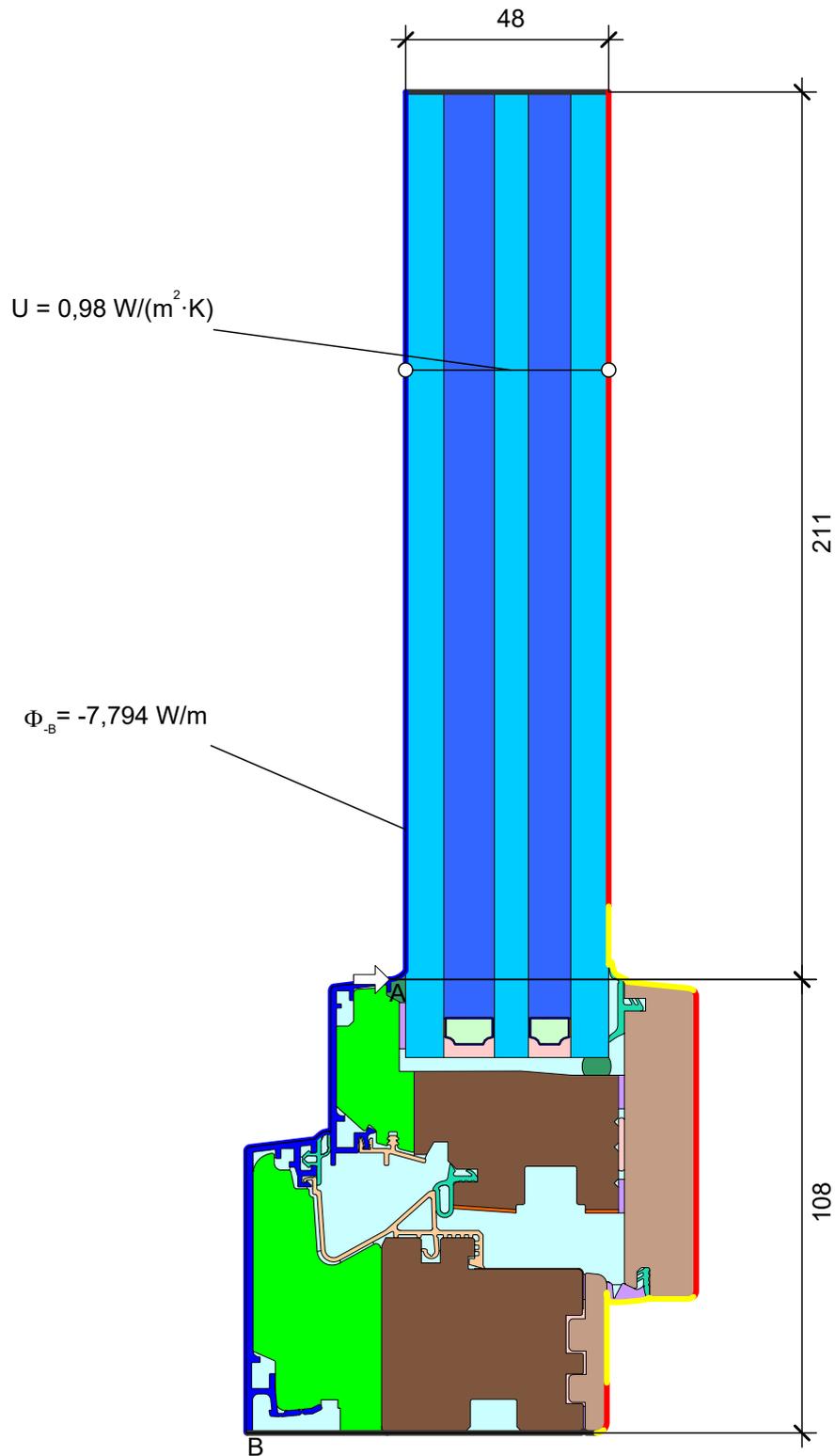


Randbedingungen:

| Boundary Condition | q [W/m ²] | θ [°C] | R [(m ² ·K)/W] | ϵ |
|-------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------------------|------------|
| Aussen Fenster | | 0,000 | 0,040 | |
| Epsilon 0,837 | | | | 0,837 |
| Epsilon 0,9 | | | | 0,900 |
| Epsilon 3% | | | | 0,035 |
| Innen Fensterrahmen Reduziert | 20,000 | | 0,200 | |
| Innen Fensterrahmen Standard | 20,000 | | 0,130 | |
| Symmetrie/Bauteilschnitt | 0,000 | | | |



Beilage 8.2: Berechnungsergebnis



$$\Psi_{\text{edA}} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_g \cdot b_g - U_f \cdot b_f = \frac{7,794}{20,0} - 0,984 \cdot 0,211 - 0,912 \cdot 0,108 = 0,083 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

Beilage 8.3: Isothermen u. Temperaturverteilung

