

**Prüfbericht**            **P0607.2/2**

**Gegenstand**            Nachweis der Gleichwertigkeit von Rollladen- und Jalousiekästen mit Ausführungsbeispielen aus DIN 4108 Beiblatt 2 durch Berechnung der  $\Psi$ -Werte sowie Nachweis des Mindestwärmeschutzes durch Berechnung der Temperaturfaktoren  $f_{Rsi}$ .

**Antragsteller**            hapa AG  
Neunstetter Straße 33  
D - 91567 Herrieden

**Produkte**                MS 28 NE Plus VWS  
MS 28 Mono NE Plus VWS  
MS 30 NE Plus Klinker  
DayLight<sup>®</sup> MS 30  
DayLight<sup>®</sup> MS 36

**Umfang**                 25 Seiten, nur in der Gesamtheit gültig

## Prüfbericht P0607.2/2

### Aufgabenstellung

Für die beschriebenen und in den Anlagen dargestellten Rollladen- und Jalousiekästen soll die Gleichwertigkeit mit einem jeweils zutreffenden Ausführungsbeispiel aus Beiblatt 2 der DIN 4108 überprüft werden. Anhand der minimalen Innenoberflächentemperaturen sollen zudem die  $f_{R_{Si}}$ -Werte an den Schnittstellen zum Fenster sowie zum Sturz berechnet und bewertet werden. Zusätzlich berechnet werden sollen auch die Werte für  $U_{sb}$  und  $R_{sb}$ .

### Grundlagen

Normen und Verordnungen:

- Verordnung über einsparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 16. November 2001, Geändert durch Artikel 296 der Verordnung vom 25. November 2003
- DIN 4108-2:2003-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden  
Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
- DIN V 4108-4: 2004-07, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden  
Teil 4: Wärme- und feuchtetechnische Bemessungswerte
- DIN 4108 Beiblatt 2: 2006-03, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden  
Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
- DIN EN ISO 6946:2003-10, Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 10077-2:2003-12 Wärmetechnische Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen – Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten  
Teil 2: Numerisches Verfahren für Rahmen
- DIN EN ISO 10211-1:1995-11, Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen  
Teil 1: Allgemeine Berechnungsverfahren
- DIN EN ISO 10211-2:2001-06, Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen  
Teil 2: Linienförmige Wärmebrücken
- DIN EN 12524:2000-07, Baustoffe und -produkte, Wärme- und feuchtetechnische Eigenschaften, Tabellierte Bemessungswerte

## Prüfbericht P0607.2/2

### Sonstige Grundlagen

- Zeichnungen des Antragstellers, übermittelt per E-Mail vom 17.07.2006
- Schriftverkehr sowie Telefonate mit dem Antragsteller bezüglich Aufbau der Rollläden-/Jalousiekästen, Materialeigenschaften und Änderungen.

### Berechnung

Die Berechnung erfolgte mit einem EDV-Programm, das die Anforderungen der EN ISO 10211-1:1995 für zweidimensionale numerische Berechnungen erfüllt. Die Validierungsbeispiele aus der EN ISO 10077-2:2003 sind mit dem verwendeten Rechenprogramm zutreffend nachvollzogen worden.

### Grundlagen der Nachweisführung

Gemäß EnEV zählen Wärmeverluste durch den Rollladenkasten zu den Wärmebrücken, die bei der Berechnung des spezifischen, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche bezogenen Transmissionswärmeverlustes sowie des Jahres-Primärenergiebedarfs zu berücksichtigen sind.

### Gleichwertigkeit nach DIN 4108 Beiblatt 2

Bei Anwendung der Planungsbeispiele aus DIN 4108 Beiblatt 2:2004-01 bzw. bei Nachweis der Gleichwertigkeit mit diesen Planungsbeispielen für alle in DIN V 4108-6 vorgegebenen Wärmebrücken darf der Einfluss von Wärmebrücken gemäß EnEV, Anhang 1, Kapitel 2.5, Nr. b), mit einer Erhöhung der Wärmedurchgangskoeffizienten der gesamten wärmeübertragenden Umfassungsfläche um  $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  berücksichtigt werden.

Die Gleichwertigkeit mit den Planungsbeispielen nach DIN 4108 Beiblatt 2 kann durch die Möglichkeit der eindeutigen Zuordnung des konstruktiven Grundprinzips und/oder den Vergleich von relevanten Wärmedurchlasswiderständen gegeben sein. Andernfalls kann die Gleichwertigkeit durch eine Wärmebrückenberechnung nach dem in DIN EN ISO 10211-1 beschriebenen Verfahren unter Verwendung der in Abschnitt 7 des Beiblattes 2 angegebenen Randbedingungen festgestellt werden.

## Prüfbericht P0607.2/2

Beim rechnerischen Nachweis wird der längenbezogene Wärmedurchgangskoeffizient  $\Psi$  in  $W/(mK)$  berechnet, der maximal den Wert des im Beiblatt 2 für das entsprechende Ausführungsdetail angegebenen Referenzwertes für  $\Psi$  erreichen darf.

### Nachweise des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2

Gemäß Kapitel 6.1 und 6.2 der DIN 4108-2 muss für alle Konstruktionen, die von den Planungsbeispielen in DIN 4108 Beiblatt 2 abweichen, sowie auch für Rollladenkästen, der Temperaturfaktor an der ungünstigsten Stelle die Mindestanforderung  $f_{Rsi} \geq 0,70$  erfüllen. Die Berechnung von  $f_{Rsi}$  erfolgt gemäß DIN EN ISO 10211-2 sowie unter Anwendung der Randbedingungen aus DIN 4108 Beiblatt 2, Abschnitt 7.

### Vorgehensweise

Die Kästen wurden in folgende Beispielkonstruktionen der DIN 4108 Beiblatt 2 eingesetzt:

Rollladenkästen:

MS 28 NE Plus VWS: Beispiel Bild 62  
MS 28 Mono NE Plus VWS: Beispiel Bild 62  
MS 30 NE Plus Klinker: Beispiel Bild 63

Jalousiekästen:

DayLight<sup>®</sup> MS 30: Beispiel Bild 60  
DayLight<sup>®</sup> MS 36: Beispiel Bild 60

Es wurde je eine Berechnung für  $\Psi$  und  $f_{Rsi}$  durchgeführt, jeweils mit den in Abschnitt 7 des Beiblattes 2 genannten Randbedingungen.

Auf Wunsch des Antragstellerst wurden zusätzlich die Werte  $U_{sb}$  und  $R_{sb}$  berechnet. Hierfür wurde der Wärmestrom durch die Rollladen-/Jalousiekästen mit Putz und außenliegenden Wandschichten, jedoch ohne Einfluss des jeweiligen oberen Wandanschlusses und Fensteranschlusses, ermittelt.

## Prüfbericht P0607.2/2

### Rechenwerte

#### Wärmeleitfähigkeiten

nach DIN EN 12524:

Innenputz	$\lambda_R = 0,570 \text{ W/(mK)}$
Außenputz	$\lambda_R = 1,000 \text{ W/(mK)}$
Stahlbeton	$\lambda_R = 2,300 \text{ W/(mK)}$
Stahl	$\lambda_R = 50,000 \text{ W/(mK)}$
Aluminium	$\lambda_R = 160,000 \text{ W/(mK)}$
zementgeb. Spanplatte	$\lambda_R = 0,230 \text{ W/(mK)}$
Holzfaserverplatte	$\lambda_R = 0,140 \text{ W/(mK)}$

nach DIN 4108-4:

Zementestrich	$\lambda_R = 1,400 \text{ W/(mK)}$
Ziegel, 1800 kg/m <sup>3</sup>	$\lambda_R = 0,810 \text{ W/(mK)}$
Kalksandstein, 2000 kg/m <sup>3</sup>	$\lambda_R = 1,100 \text{ W/(mK)}$
Klinker, 2200 kg/m <sup>3</sup>	$\lambda_R = 1,200 \text{ W/(mK)}$

nach DIN 4108 Beiblatt 2:

Mauerwerk 300 mm	$\lambda_R = 0,180 \text{ W/(mK)}$
Mauerwerk 365 mm	$\lambda_R = 0,210 \text{ W/(mK)}$
Außenwanddämmstoff	$\lambda_R = 0,040 \text{ W/(mK)}$
Trittschalldämmung	$\lambda_R = 0,040 \text{ W/(mK)}$
„Fenster“	$\lambda_R = 0,130 \text{ W/(mK)}$

nach Angaben des Antragstellers:

Rollraumdämmung	$\lambda_R = 0,035 \text{ W/(mK)}$
Integralschaum 0,6 g/cm <sup>3</sup>	$\lambda_R = 0,100 \text{ W/(mK)}$

## Prüfbericht P0607.2/2

Luft im Rollraum nach DIN EN ISO 10077-2:

MS 28 NE Plus VWS  $\lambda_{\text{eq}} = 1,926 \text{ W/(mK)}$

MS 28 Mono NE Plus VWS  $\lambda_{\text{eq}} = 1,786 \text{ W/(mK)}$

MS 30 NE Plus Klinker  $\lambda_{\text{eq}} = 1,964 \text{ W/(mK)}$

Der Panzerauslass-Schlitz der genannten Kästen wird beim Einbau laut Antragsteller auf  $\leq 10 \text{ mm}$  reduziert, daher können die genannten Hohlräume als leicht belüftete betrachtet werden. Bei den Jalousiekästen gibt es keinen geschlossenen Rollraum, hier wird Außenluft mit  $R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  angesetzt. Die Hinterlüftung beim Kasten MS 30 NE Plus Klinker wird als Außenluft mit  $R_{\text{se}} = 0,08 \text{ m}^2\text{K/W}$  betrachtet.

### Strahlungs-Emissionszahl

für alle Bauteile  $\varepsilon = 0,9$

### Wärmeübergangswiderstände, Lufttemperaturen

für die Berechnung von  $\Psi$ ,  $U_{\text{sb}}$  und  $R_{\text{sb}}$ :

$R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  für den Innenraum

$R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  für den Außenraum

für die Berechnung von  $f_{\text{Rsi}}$ :

$R_{\text{si}} = 0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  für den Innenraum

$R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$  für den Innenraum, Oberfläche Fenster

$R_{\text{se}} = 0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$  für den Außenraum

$\Theta_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  Innenluft

$\Theta_e = -5 \text{ }^\circ\text{C}$  Außenluft

## Prüfbericht P0607.2/2

### Maße und Eingabe-U-Werte für die Berechnungen:

Kasten	Kastenhöhe in m	Wandhöhe inkl. Kasten in m	$U_{AW}$ W/(m <sup>2</sup> K)	Fensterhöhe in m	$U_w$ W/(m <sup>2</sup> K)
MS 28 NE Plus VWS	0,300	1,540	0,402	1,000	1,412
MS 28 Mono NE Plus VWS	0,315	1,555	0,260	1,000	1,412
MS 30 NE Plus Klinker	0,300	1,540	0,419	1,000	1,412
DayLight <sup>®</sup> MS 30	0,315	1,555	0,535	1,000	1,412
DayLight <sup>®</sup> MS 36	0,315	1,555	0,515	1,000	1,412

## Ergebnisse

### längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient $\Psi$ : (nach Gleichung C.2 der DIN EN ISO 10211-1)

Kasten	Anzahl bilanzierte Zellen	Knotenzahl	Thermischer Leitwert W/K	$\Psi$ W/(mK)
<b>MS 28 NE Plus VWS</b>	24.333	294.243	2,21554	<b>0,19</b>
<b>MS 28 Mono NE Plus VWS</b>	26.534	320.799	1,99152	<b>0,18</b>
<b>MS 30 NE Plus Klinker</b>	21.614	261.735	2,26653	<b>0,21</b>
<b>DayLight<sup>®</sup> MS 30</b>	13.822	167.979	2,34293	<b>0,10</b>
<b>DayLight<sup>®</sup> MS 36</b>	14.179	172.275	2,31237	<b>0,10</b>

**Prüfbericht P0607.2/2**

**Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$ :**  
(nach Gleichung 4 der DIN EN ISO 10211-2)

Kasten	Anzahl bilanzierte Zellen	Knotenzahl	$\Theta_{si, min}$ am Fenster °C	$f_{Rsi}$ Fenster	$\Theta_{si, min}$ am Sturz °C	$f_{Rsi}$ Sturz
<b>MS 28 NE Plus VWS</b>	24.474	295.941	12,9	<b>0,71</b>	17,4	<b>0,89</b>
<b>MS 28 Mono NE Plus VWS</b>	26.722	323.067	14,3	<b>0,77</b>	17,9	<b>0,91</b>
<b>MS 30 NE Plus Klinker</b>	21.753	263.409	12,6	<b>0,70</b>	17,3	<b>0,89</b>
<b>DayLight® MS 30</b>	14.108	171.429	15,2	<b>0,80</b>	15,8	<b>0,83</b>
<b>DayLight® MS 36</b>	14.466	175.737	15,0	<b>0,80</b>	15,8	<b>0,83</b>

Wärmedurchgangskoeffizient  $U_{sb}$  und Wärmedurchlasswiderstand  $R_{sb}$ :

Kasten	Anzahl bilanzierte Zellen	Knotenzahl	Thermischer Leitwert W/K	$U_{sb}$ W/(m²K)	$R_{sb}$ m²K/W
MS 28 NE Plus VWS	22.460	271.497	0,24113	0,80	1,0
MS 28 Mono NE Plus VWS	21.299	257.673	0,18191	0,58	1,5
MS 30 NE Plus Klinker	14.527	175.908	0,25491	0,85	1,0
DayLight® MS 30	9.376	114.846	0,09829	0,31	3,0
DayLight® MS 36	8.989	109.449	0,07895	0,25	3,8

$U_{sb}$  und  $R_{sb}$  haben im Zusammenhang mit der Energieeinsparverordnung EnEV keine Relevanz und werden daher im Weiteren nicht betrachtet.



## Prüfbericht P0607.2/2

### Übersicht der Ergebnisse

Kasten	$\Psi$ W/(mK)	Referenzwerte $\Psi$ aus Beiblatt 2 W/(mK)	$f_{Rsi}$ am Fenster	$f_{Rsi}$ am Sturz
MS 28 NE Plus VWS	0,19	0,23	0,71	0,89
MS 28 Mono NE Plus VWS	0,18	0,23	0,77	0,91
MS 30 NE Plus Klinker	0,21	0,25	0,70	0,89
DayLight® MS 30	0,10	0,32	0,80	0,83
DayLight® MS 36	0,10	0,32	0,80	0,83

### Wertung der Ergebnisse

Alle berechneten  $\Psi$ -Wert sind kleiner als die jeweils in DIN 4108 Beiblatt 2 genannten Referenzwerte.

**Die Gleichwertigkeit aller fünf Kästen mit den Ausführungsbeispielen der DIN 4108 Beiblatt 2 ist damit nachgewiesen.**

Alle berechneten  $f_{Rsi}$ -Werte erreichen mindestens den Wert 0,70.

**Die Anforderung an den Mindestwärmeschutz nach DIN 4108 ist damit erfüllt.**

Die Revisionsdeckel, die Kopfstücke sowie die Auflagedämmung der beschriebenen Kästen bestehen aus mindestens 20 mm Dämmstoff der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_R = 0,035$  W/(mK). Das entspricht einem Wärmedurchlasswiderstand R von 0,57 m<sup>2</sup>K/W und erfüllt damit die Anforderung von  $R \geq 0,55$  m<sup>2</sup>K/W.

## Prüfbericht P0607.2/2

### Anlagen


- Schnittzeichnungen gemäß Antragsteller
- Darstellungen des Rechenmodells
- Isothermenverläufe
- Darstellungen der Wärmestromdichte

Anlagen 1 bis 3: MS 28 NE Plus VWS  
Anlagen 4 bis 6: MS 28 Mono NE Plus VWS  
Anlagen 7 bis 9: MS 30 NE Plus Klinker  
Anlagen 10 bis 12: DayLight<sup>®</sup> MS 30  
Anlagen 13 bis 15: DayLight<sup>®</sup> MS 36

### Umfang

25 Seiten, davon 10 Seiten Bericht und 15 Seiten Anlagen

Rosenheim, 18.08.2006

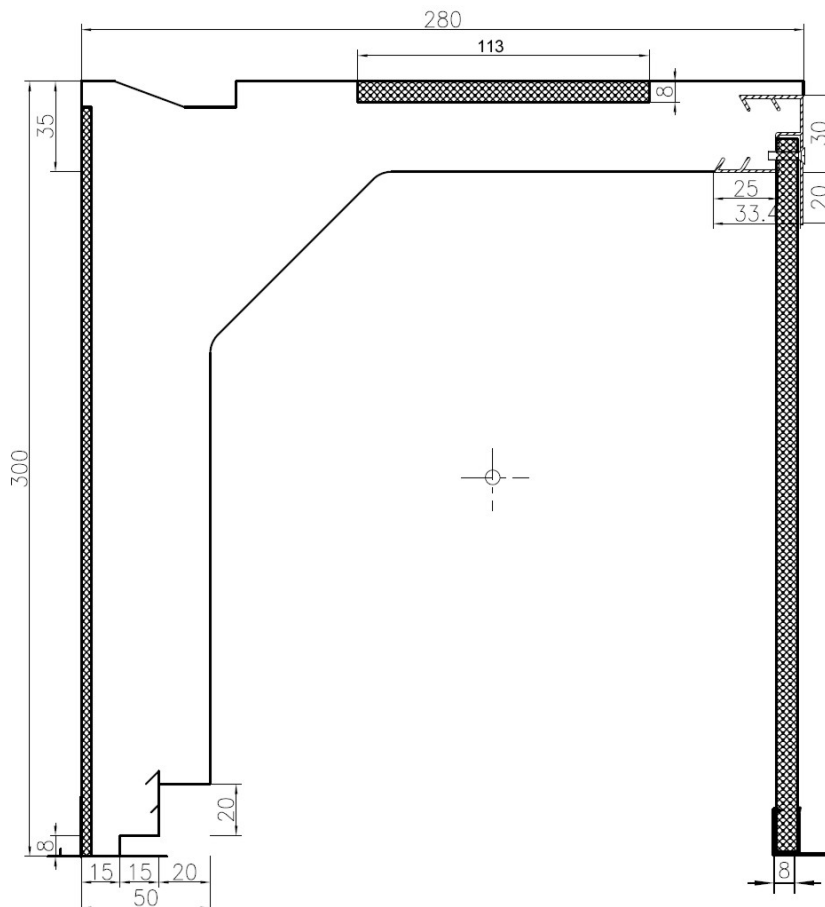
  
Ingenieurbüro  
Claudia Rehm  
Happinger Straße 74  
D-83026 Rosenheim

Dipl.-Ing. (FH) Claudia Rehm

Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 1 von 15

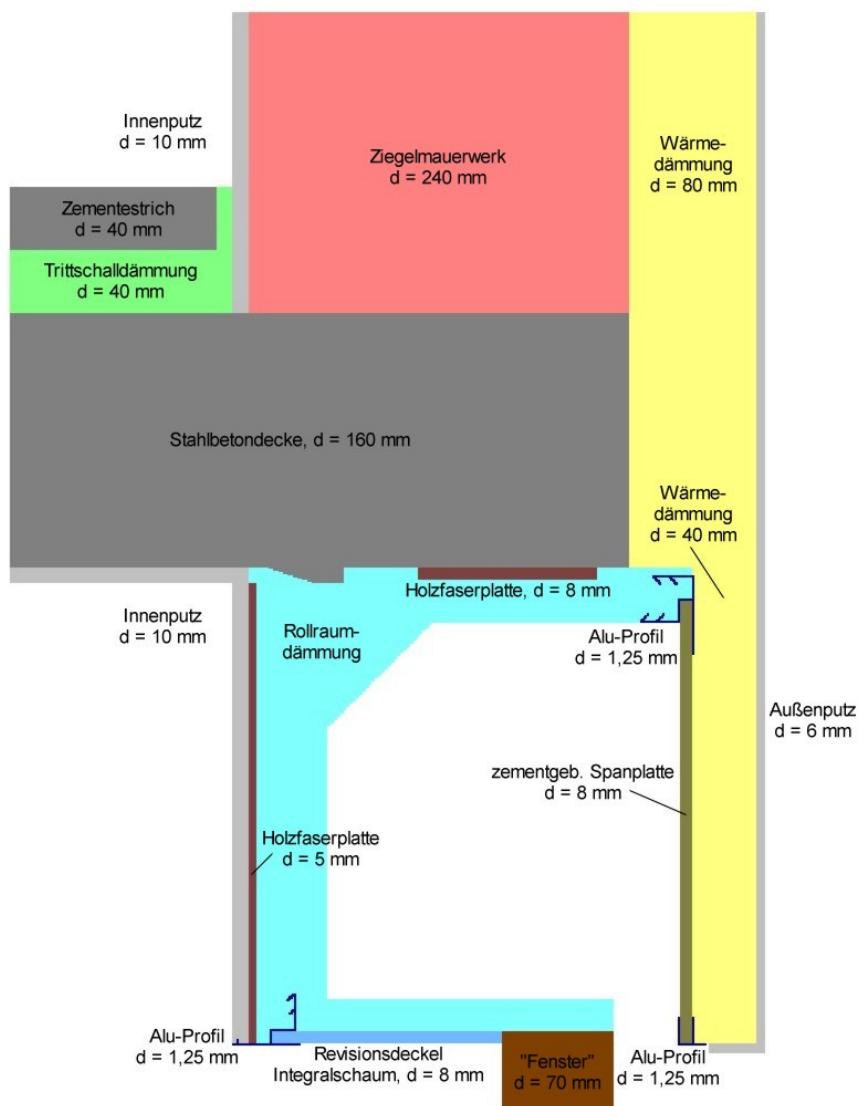
Schnittzeichnung gemäß Antragsteller  
MS 28 NE Plus VWS



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 2 von 15

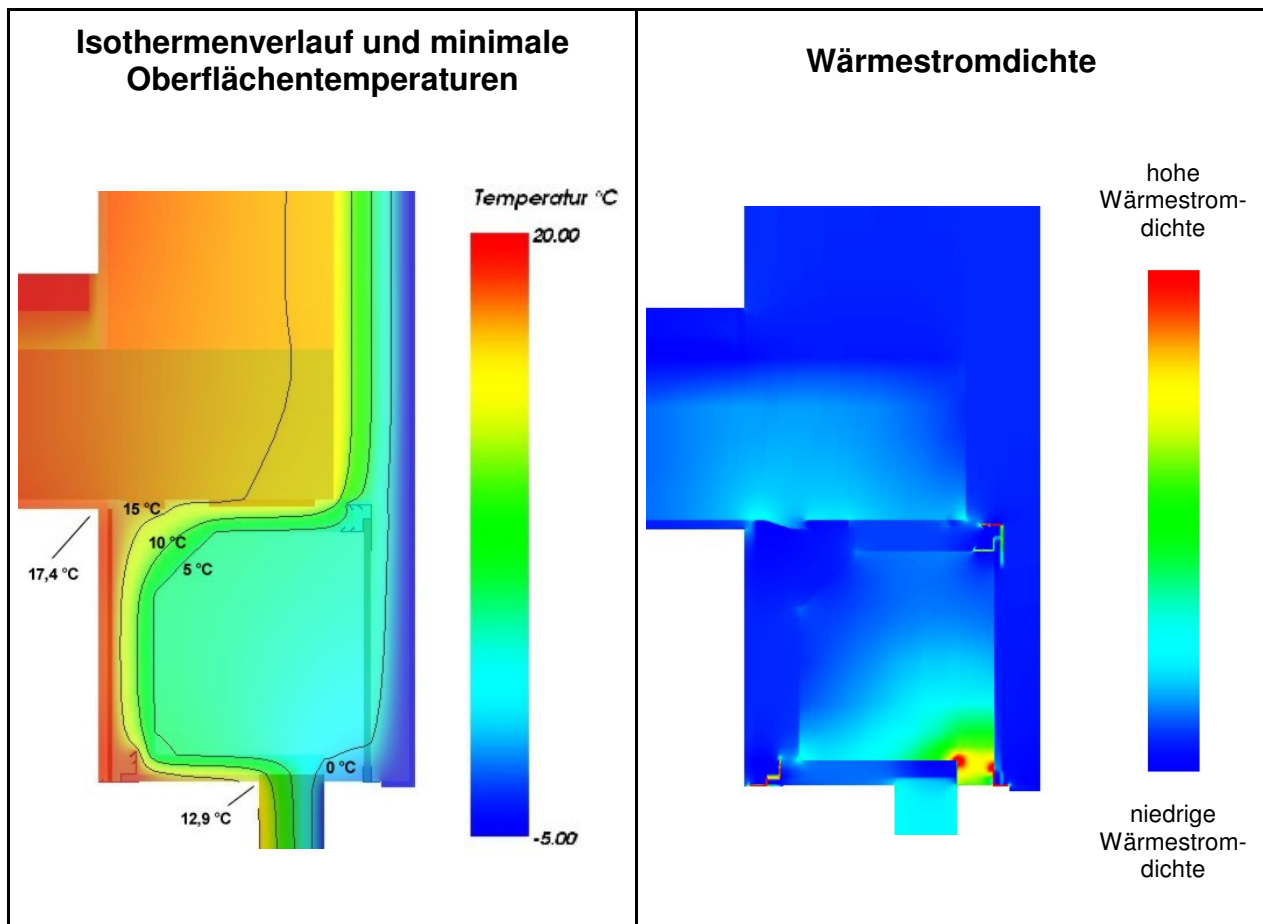
Berechnungsmodell MS 28 NE Plus VWS  
entsprechend Beispiel 62 der DIN 4108 Beiblatt 2



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 3 von 15

MS 28 NE Plus VWS

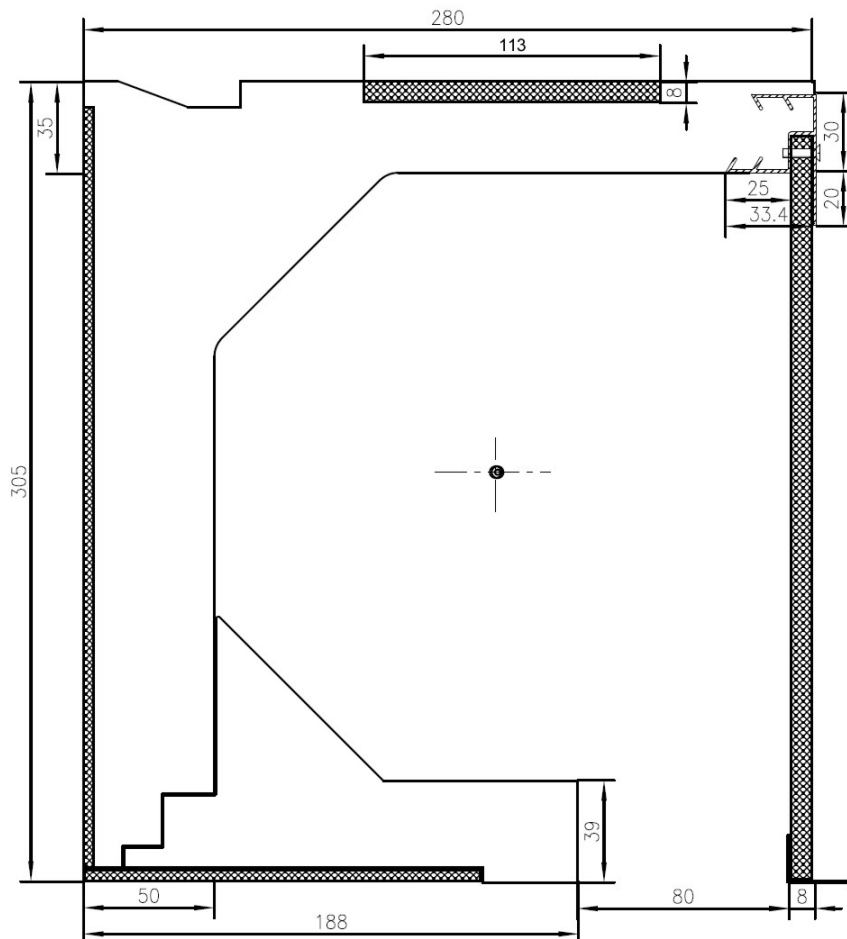


AnTherm, Version 1.35 2006.05.27 © T. Kornicki, all rights reserved

Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 4 von 15

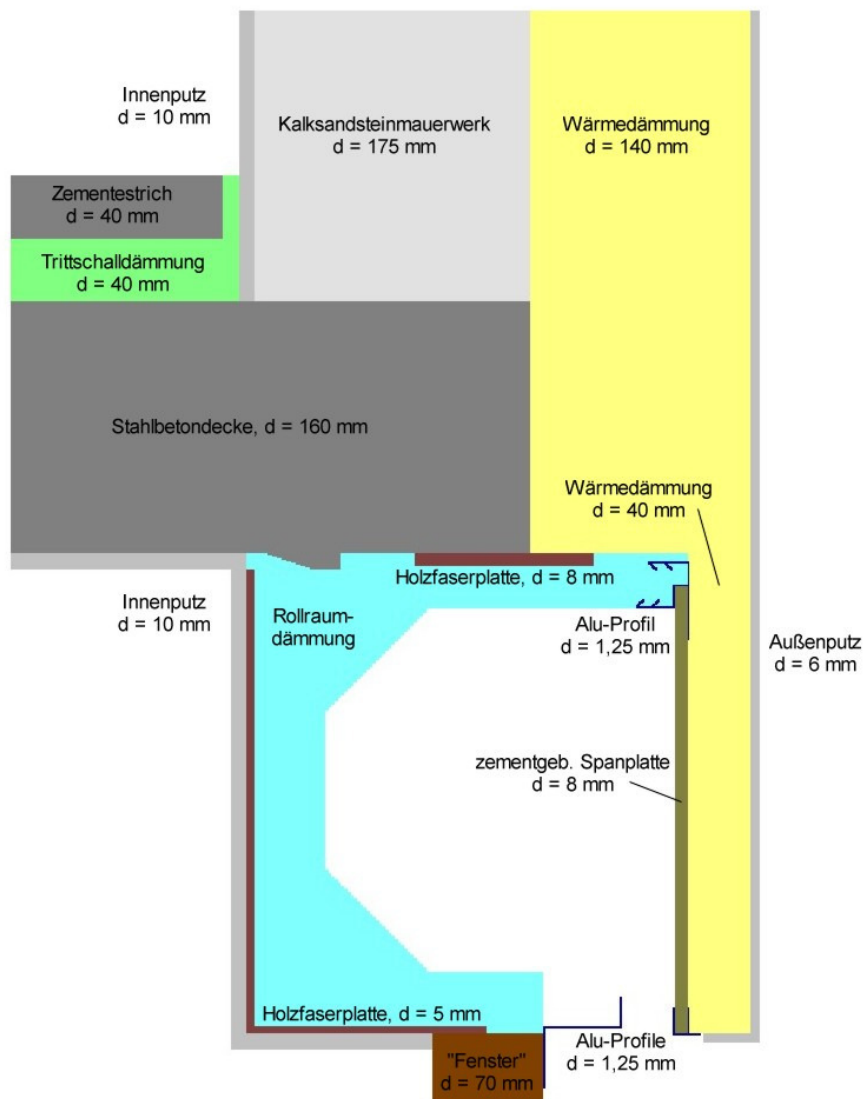
Schnittzeichnung gemäß Antragsteller  
MS 28 Mono NE Plus VWS



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 5 von 15

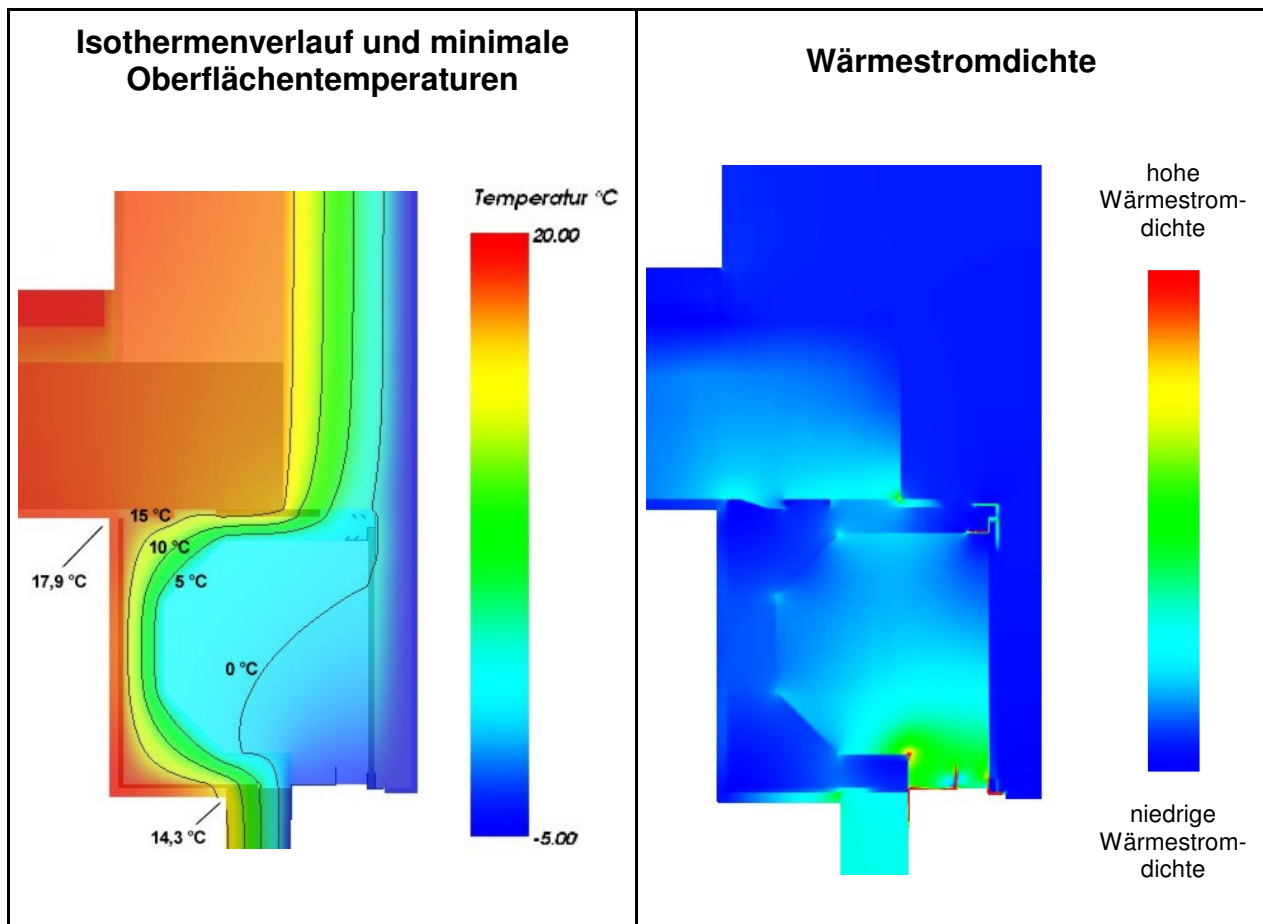
Berechnungsmodell MS 28 Mono NE Plus VWS  
entsprechend Beispiel 62 der DIN 4108 Beiblatt 2



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 6 von 15

MS 28 Mono NE Plus VWS



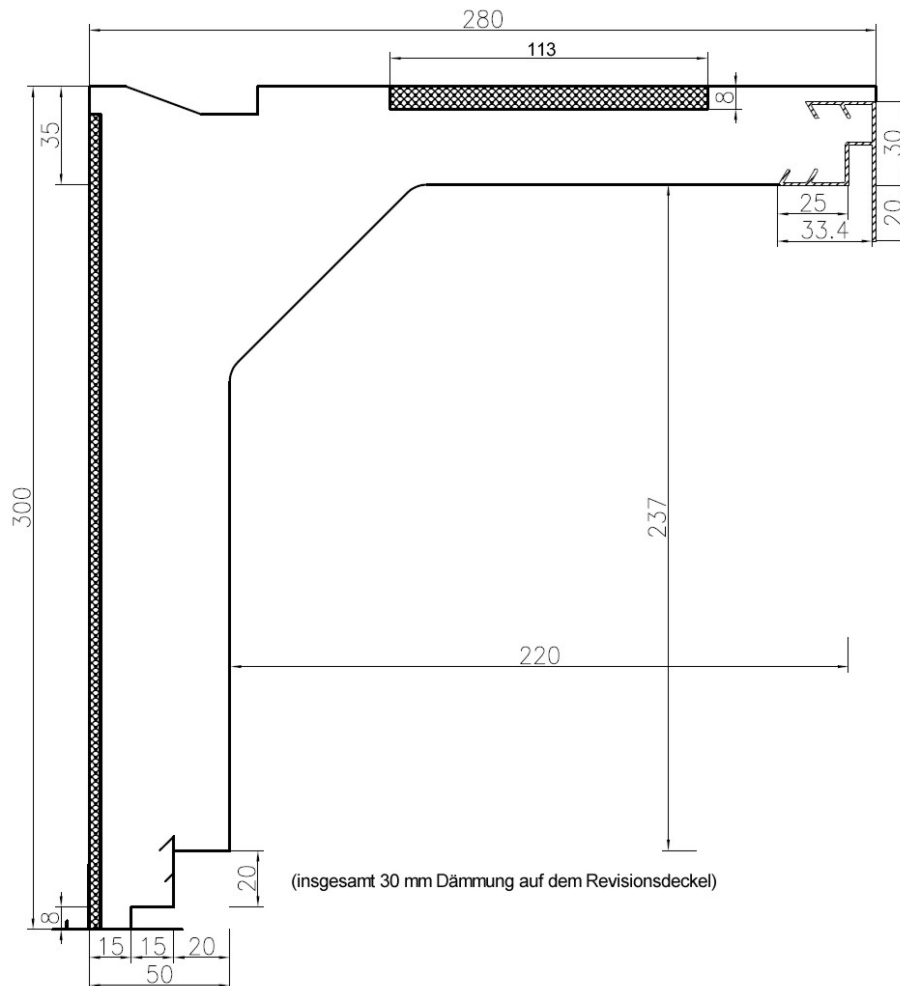
AnTherm, Version 1.35 2006.05.27 © T. Kornicki, all rights reserved



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 7 von 15

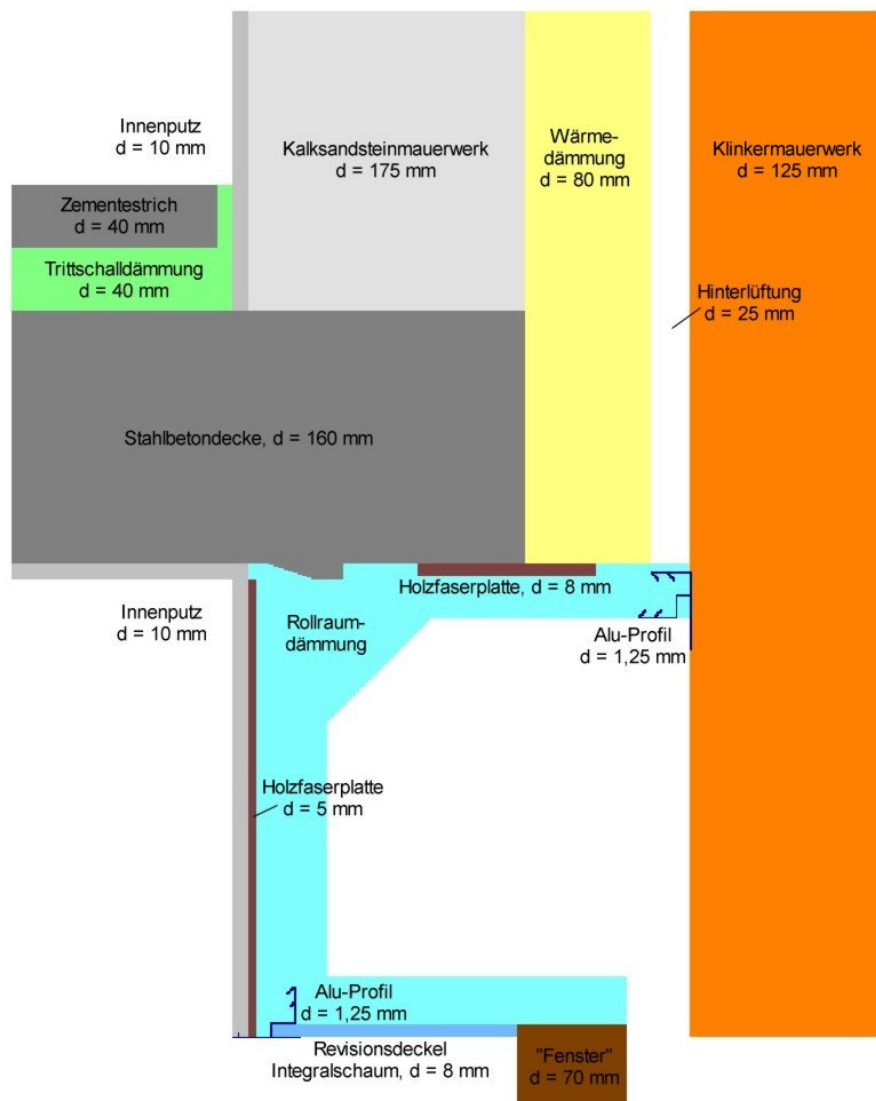
Schnittzeichnung gemäß Antragsteller  
MS 30 NE Plus Klinker



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 8 von 15

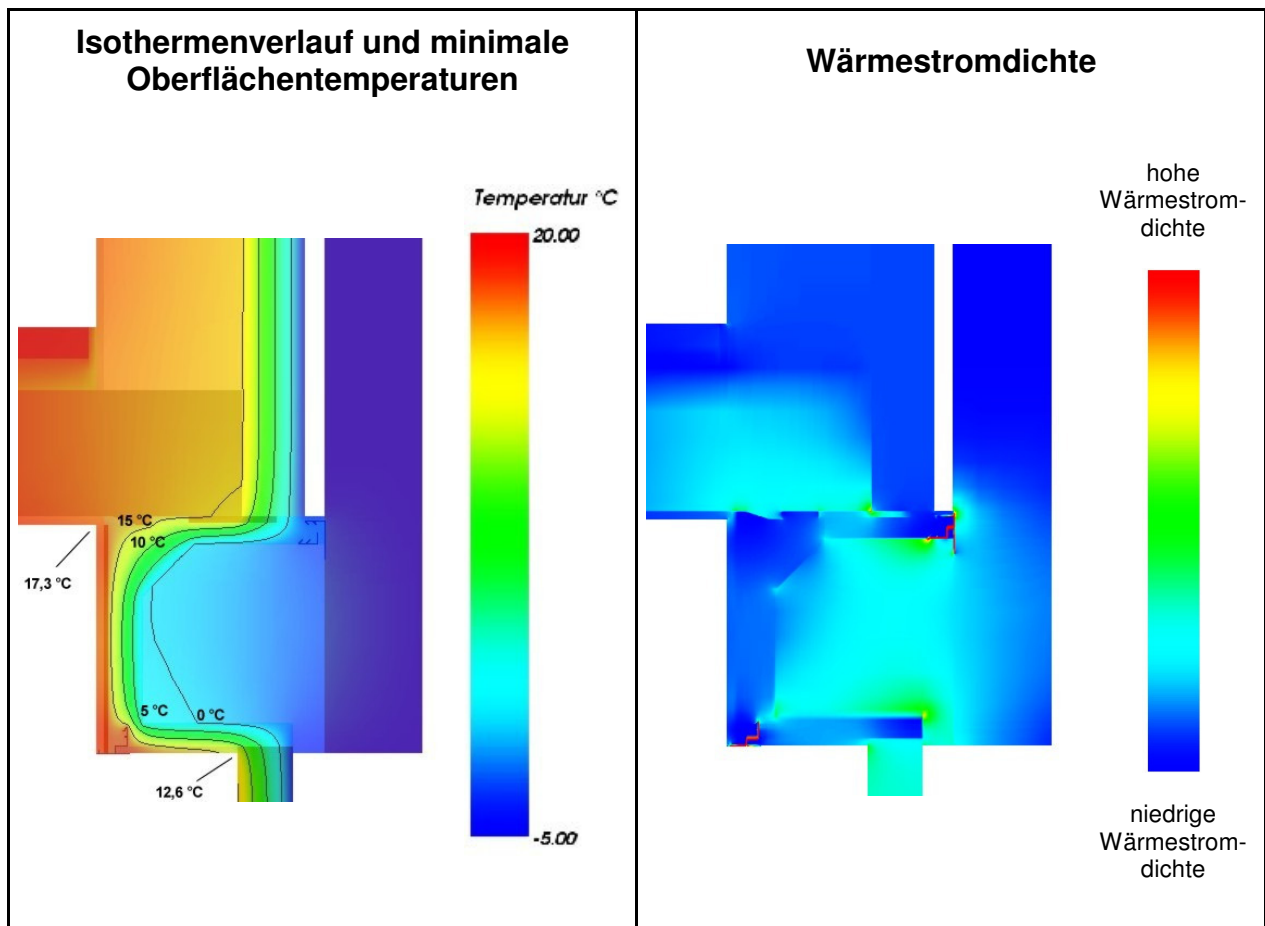
Berechnungsmodell MS 30 NE Plus Klinker  
entsprechend Beispiel 63 der DIN 4108 Beiblatt 2



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 9 von 15

MS 30 NE Plus Klinker

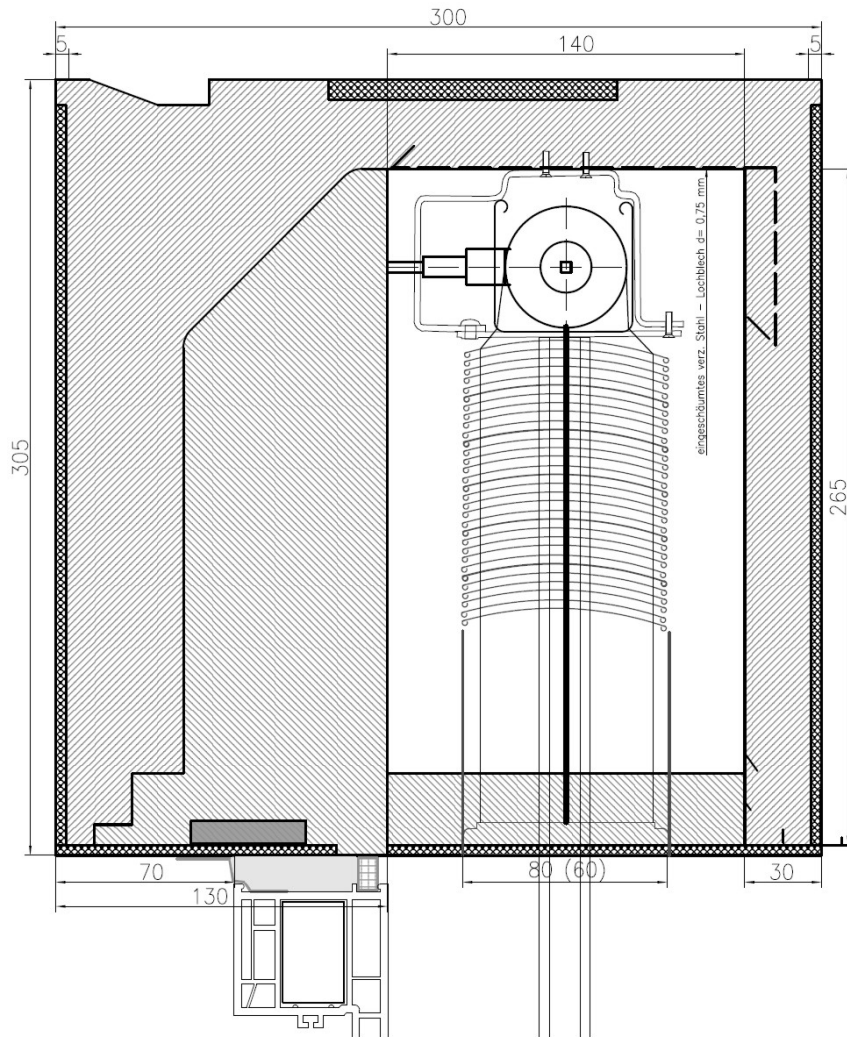


AnTherm, Version 1.35 2006.05.27 © T. Kornicki, all rights reserved

Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 10 von 15

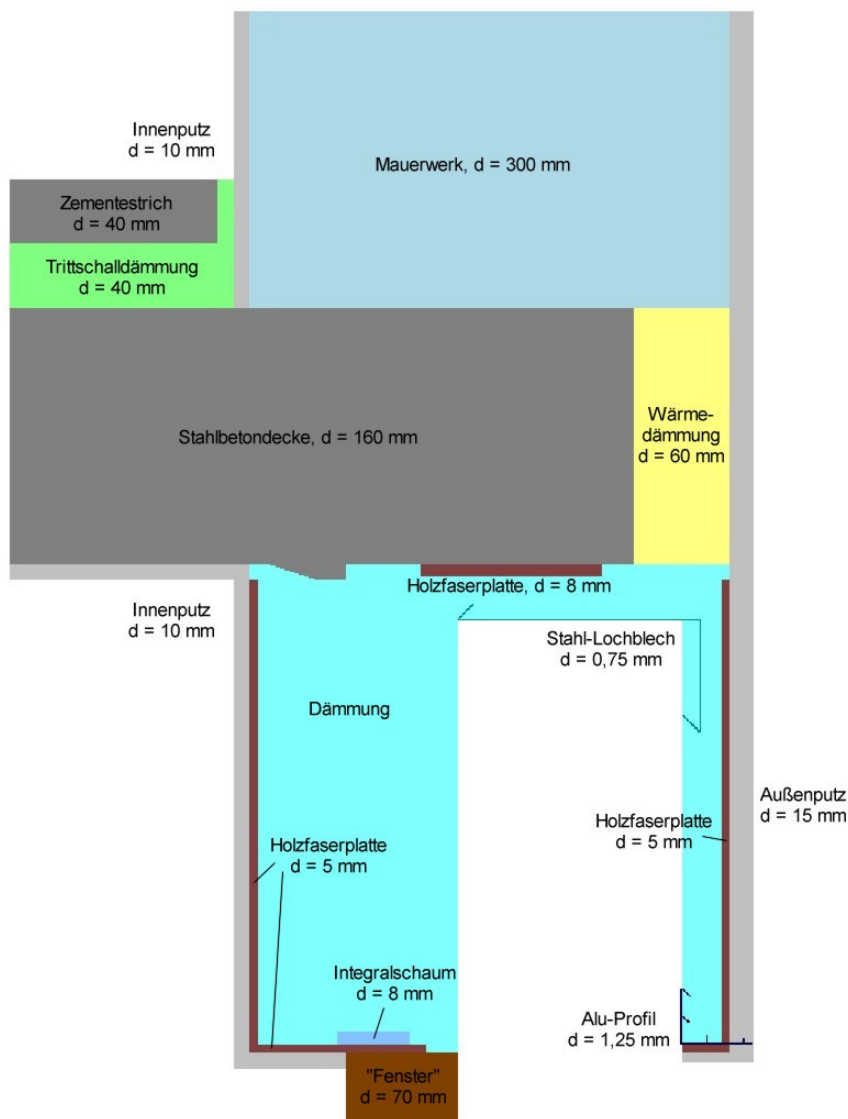
Schnittzeichnung gemäß Antragsteller  
DayLight<sup>®</sup> MS 30



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 11 von 15

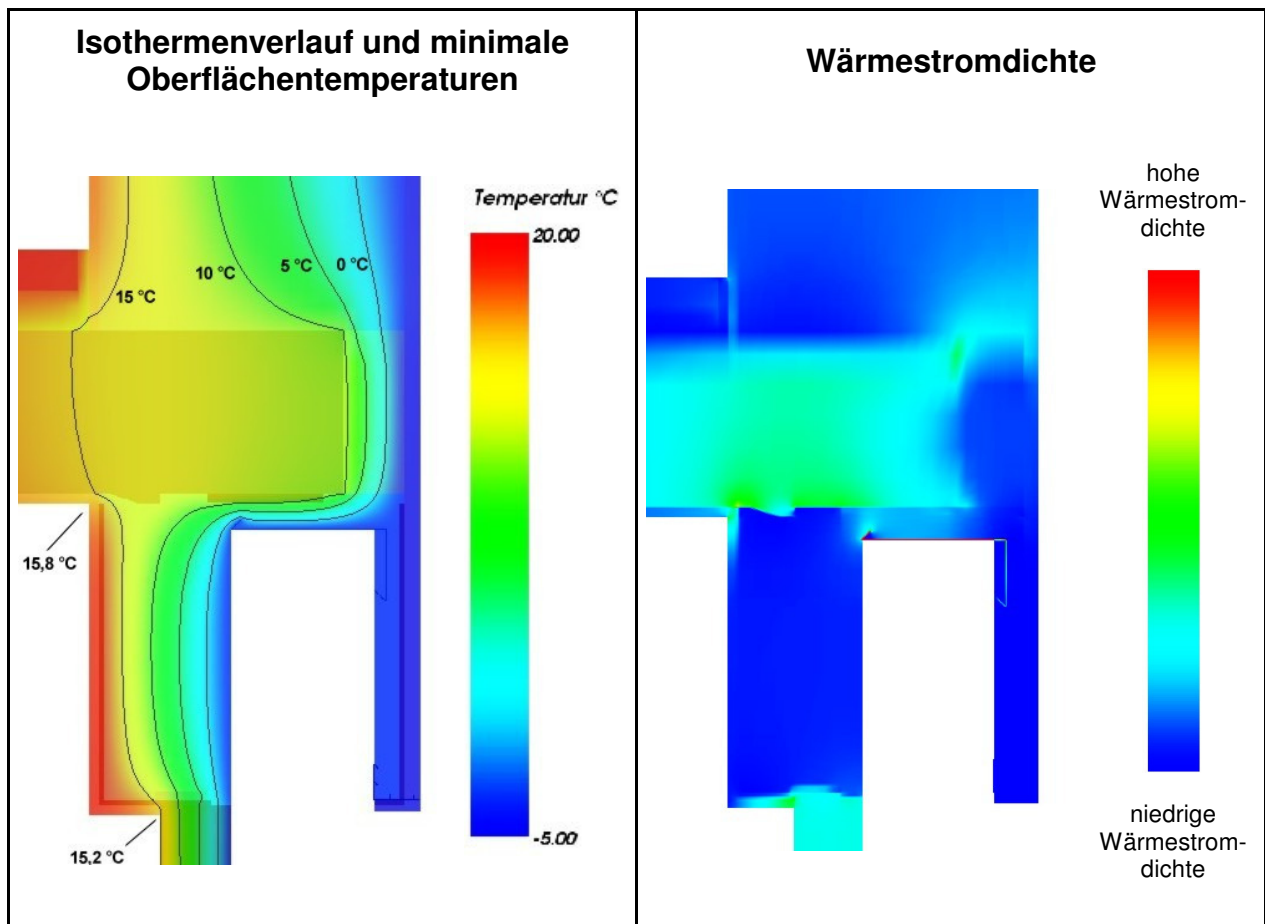
Berechnungsmodell DayLight<sup>®</sup> MS 30  
entsprechend Beispiel 60 der DIN 4108 Beiblatt 2



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 12 von 15

DayLight® MS 30

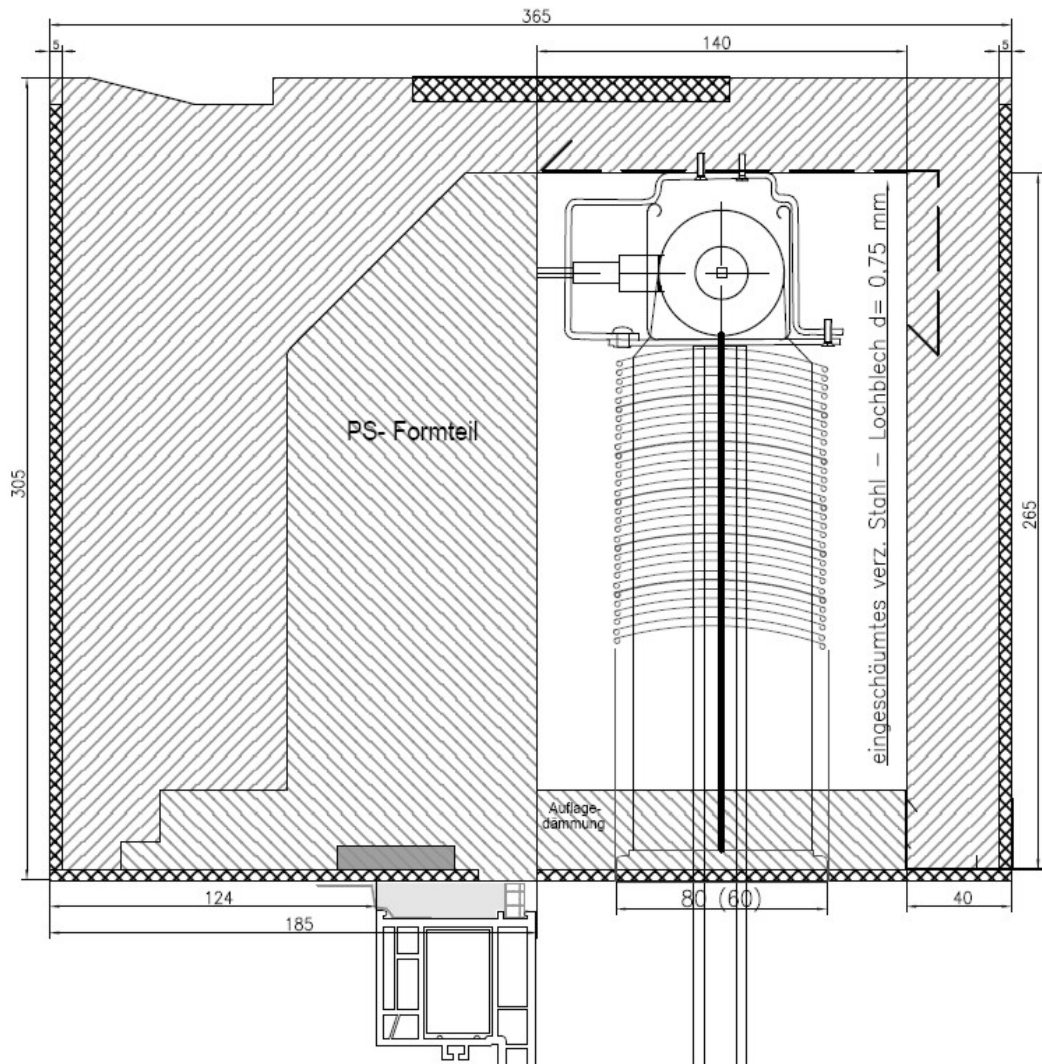


AnTherm, Version 1.35 2006.05.27 © T. Kornicki, all rights reserved

Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 13 von 15

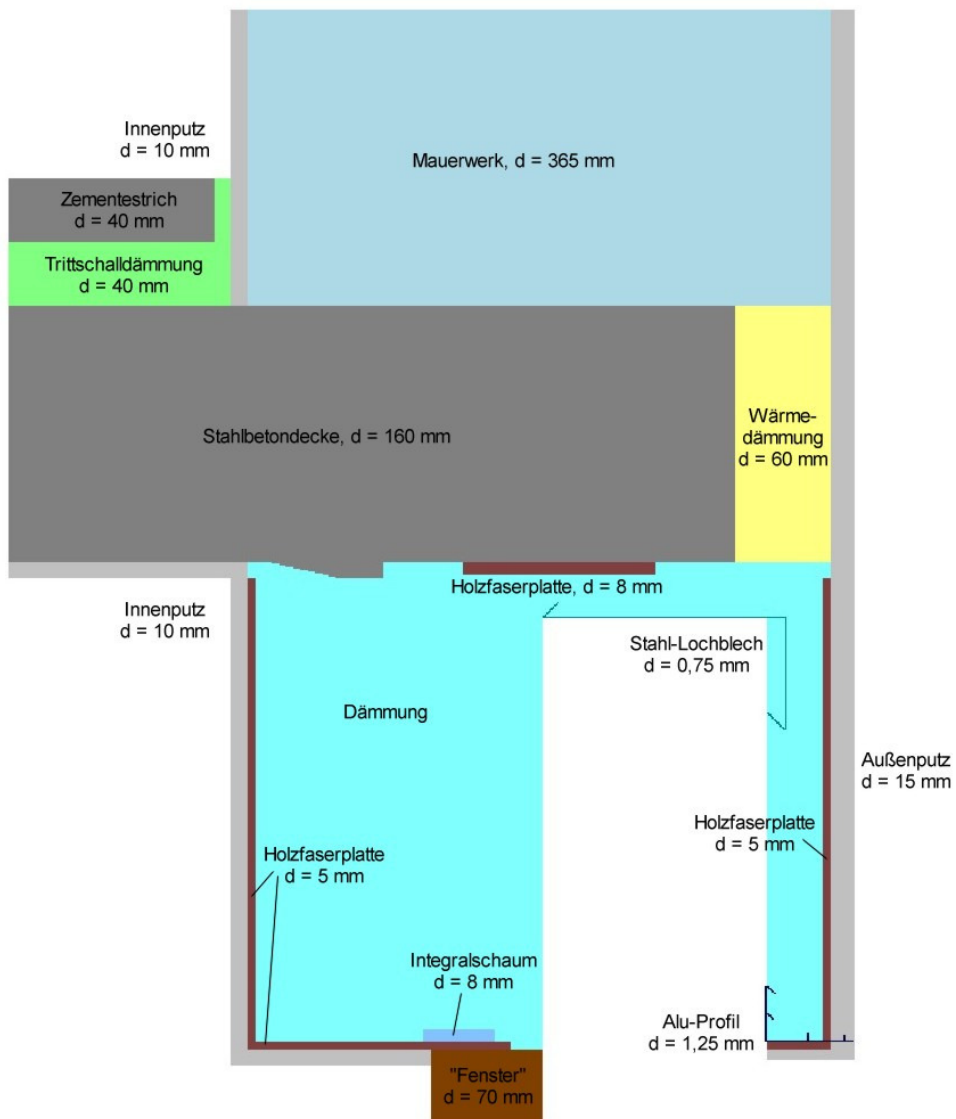
Schnittzeichnung gemäß Antragsteller  
DayLight<sup>®</sup> MS 36



Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 14 von 15

Berechnungsmodell DayLight<sup>®</sup> MS 36  
entsprechend Beispiel 60 der DIN 4108 Beiblatt 2

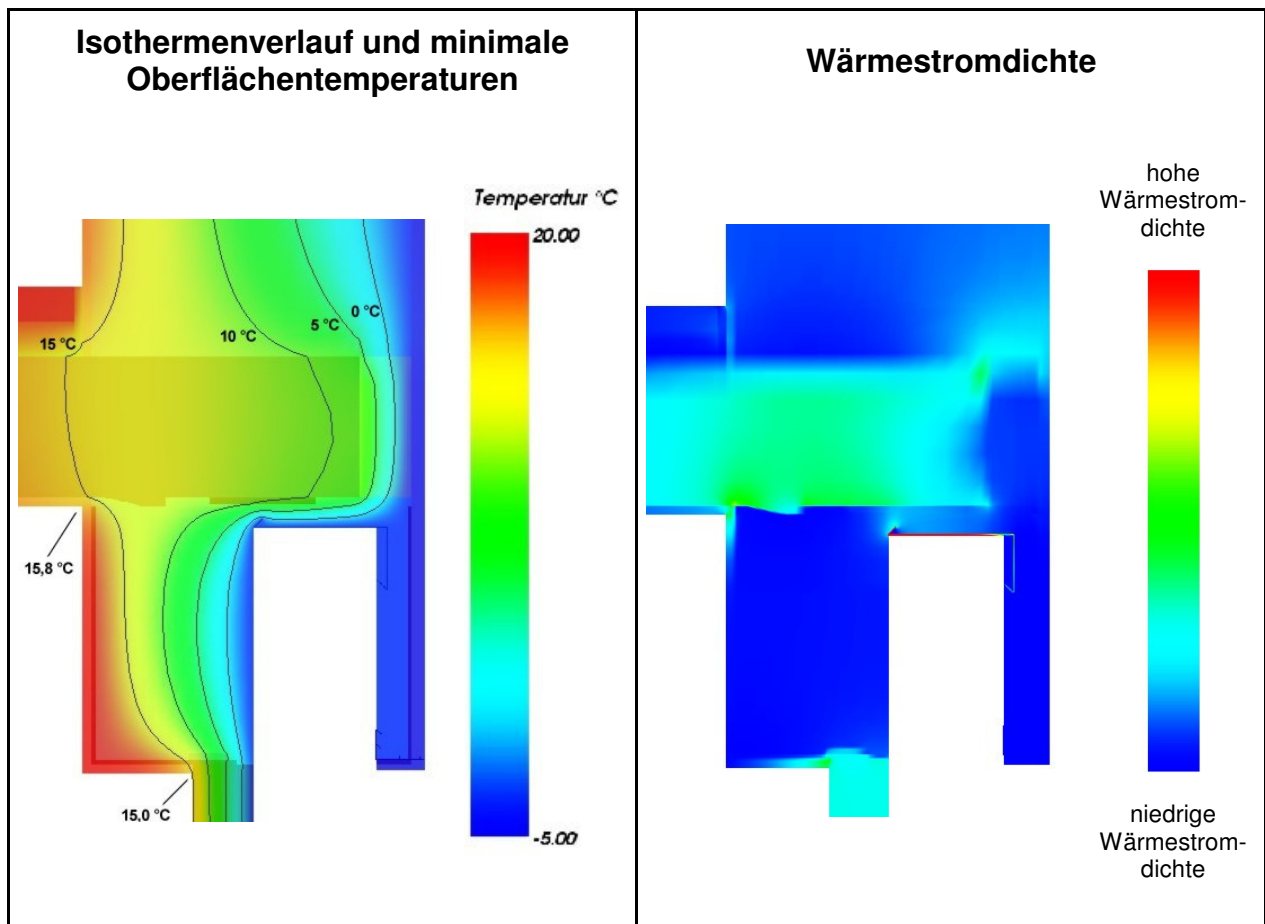




Prüfbericht P0607.2/2

Anlage 15 von 15

DayLight® MS 36



AnTherm, Version 1.35 2006.05.27 © T. Kornicki, all rights reserved