

# Nachweis nach EnEV 2014

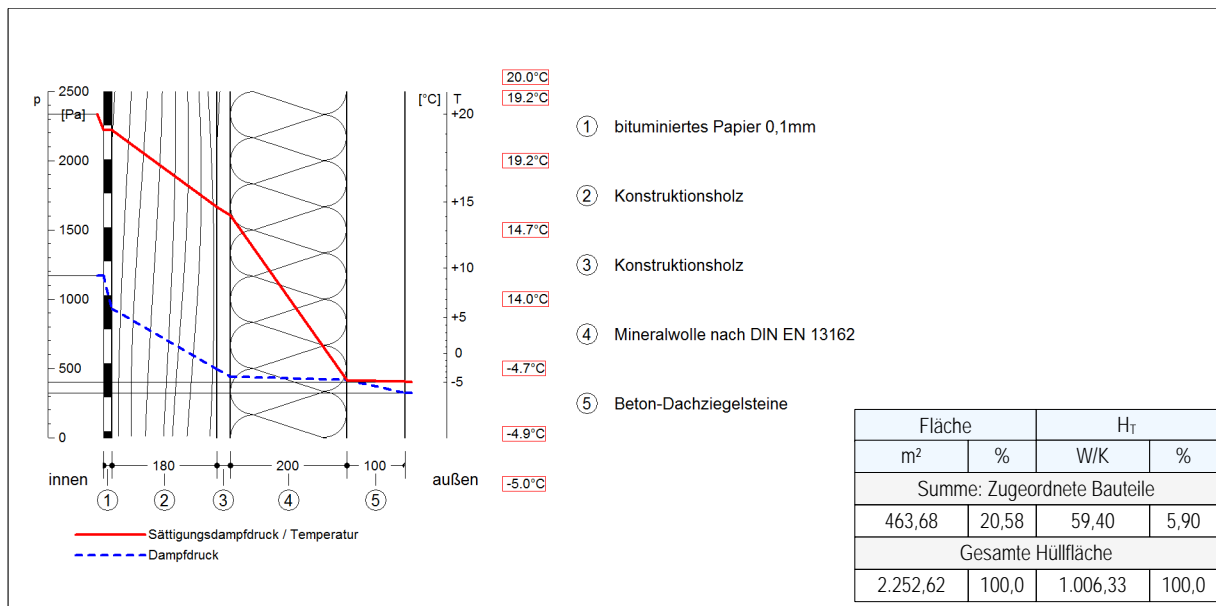
## Bauteildatenblatt

**Objekt** Muster MFH, 78050 Villingen

**Nachweis erstellt am** 28.11.2012

Bauteilaufbau: Dach		<b>U = 0,128 W/(m²K)</b>
Typ: Steildach	Abgrenzung zu: Außenluft	
Zur U-Wert-Berechnung nach DIN 6946: Oberer und unterer Grenzwert $R'_T = 8,281$ , $R''_T = 7,330$ m²K/W; max. rel. Fehler = 6%		
Flächenbereich: Bereich 1, Bereich 1 von 2: 20,00 %		
Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 7,666 m²K/W		
Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme		

Kommentarfeld für Anwenderangaben



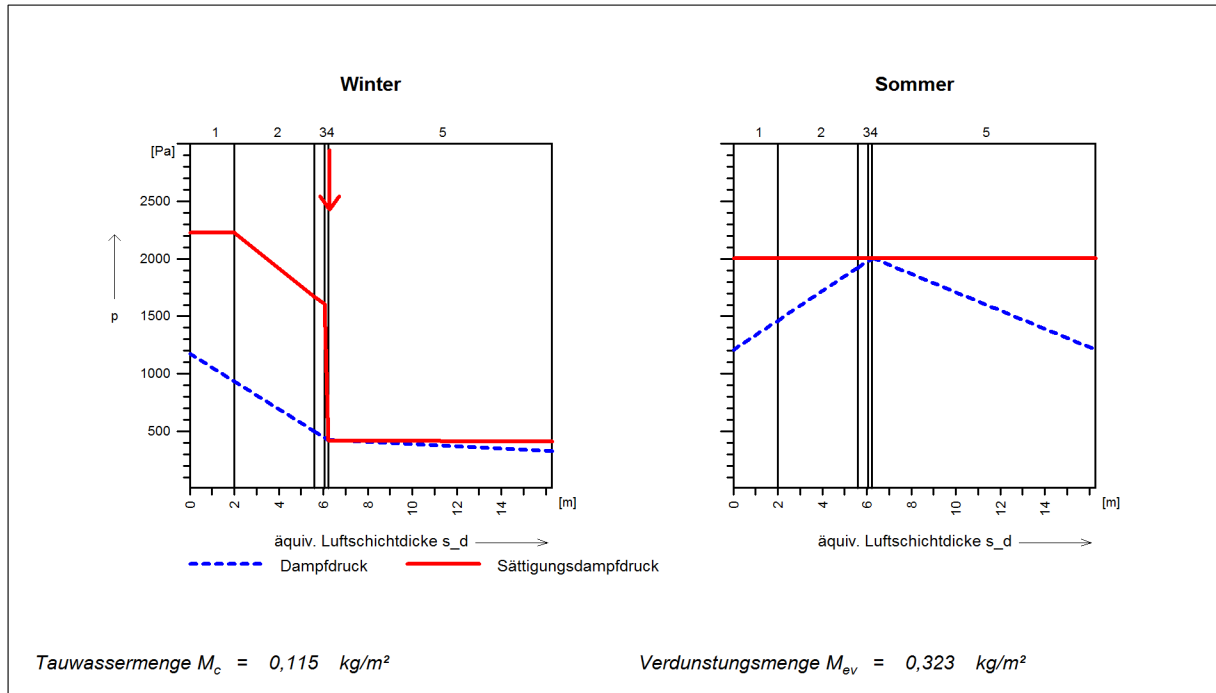
Bauteil		Wärmeschutz				Tauwasserschutz				
<i>Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11</i>		<i>Tauperiode: D<sub>aver</sub> = 2.160 h</i>				<i>Verdunstungsperiode: D<sub>aver</sub> = 2.160 h</i>				
<i>Wärmeübergangswiderstände R<sub>si</sub> / R<sub>so</sub> = 0,25 m²K/W / 0,04 m²K/W</i>		<i>Temperatur Q<sub>e</sub> / Q<sub>i</sub> = -5 °C / 20 °C</i>				<i>Wasserdampfdruck p<sub>e</sub> / p<sub>i</sub> = 1.200 Pa / 1.200 Pa</i>				
<i>(für die Tauwasserberechnungen)</i>		<i>rel. Luftfeuchte F<sub>e</sub> / F<sub>i</sub> = 80% / 50%</i>				<i>Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich p<sub>sat</sub> = 2.000 Pa</i>				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R <sub>T</sub>	μ	S <sub>d</sub>	Θ	p <sub>sat</sub>	p
-	-	mm	kg/m²	W/(m*K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,100	-	-	20,0	2.337	1.168
1	bituminiertes Papier 0,1mm	0,0	0,0	-	0,000	-	2,00	19,2	2.221	1.168
2	Konstruktionsholz	180,0	90,0	0,130	1,385	20	3,60	19,2	2.221	928
3	Konstruktionsholz	24,0	12,0	0,130	0,185	20	0,48	14,7	1.667	495
4	Mineralwolle nach DIN EN	200,0	0,0	0,035	5,714	1	0,20	14,0	1.603	437
5	Beton-Dachziegelsteine	100,0	210,0	1,500	0,067	100	10,00	-4,7	413	413
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-4,9	406	321
-	Summe Bauteil	504,00	312,0	-	7,490	-	16,28	-5,0	401	321
U = 0,134 W/(m²K)						Tauwassermenge:		0,115 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,323 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2014-11 sind erfüllt.				

# Nachweis nach EnEV 2014 Bauteildatenblatt

**Objekt** Muster MFH, 78050 Villingen

**Nachweis erstellt am** 28.11.2012

Bauteilaufbau: Dach		$U = 0,128 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
Typ: Steildach	Abgrenzung zu: Außenluft	
Flächenbereich: Bereich 1, Bereich 1 von 2: 20,00 %		



### Tauwasserausfall in einem Taupunkt

$g_i = \frac{p_i - p_{sat}}{Z_i} = \frac{1168 - 413}{8.72 \cdot 10^6}$	$g_i = \frac{p_{sat} - p_i}{Z_i} = \frac{2000 - 1200}{8.72 \cdot 10^6}$
$g_e = \frac{p_{sat} - p_e}{Z_e} = \frac{413 - 321}{13.89 \cdot 10^6}$	$g_e = \frac{p_{sat} - p_e}{Z_e} = \frac{2000 - 1200}{13.89 \cdot 10^6}$
$M_c = t_c \cdot (g_i - g_e)$ $= 2160 \cdot (0.087 - 0.007) \cdot 10^{-3} = 0.115 \text{ kg}/\text{m}^2$	$M_{ev} = t_{ev} \cdot (g_i + g_e)$ $= 2160 \cdot (0.092 + 0.058) \cdot 10^{-3} = 0.323 \text{ kg}/\text{m}^2$

p in [Pa], Z in [m²hPa/kg], g in [kg/m²h], t in [h].

### Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen

Oberfläche	$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Mindestwert zur Vermeidung von Tauwasserbildung $f_{Rsi,min} = 0,57$	Mindestwert zur Vermeidung von Schimmelpilzbildung $f_{Rsi,min} = 0,70$
-	°C	-		
eben, homogen	19,2	0,97	eingehalten	eingehalten
Ecke	19,0	0,96	eingehalten	eingehalten

$\Theta_{si}$ : Oberflächentemperatur,  $f_{Rsi}$ : Bemessungs-Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche

# Nachweis nach EnEV 2014

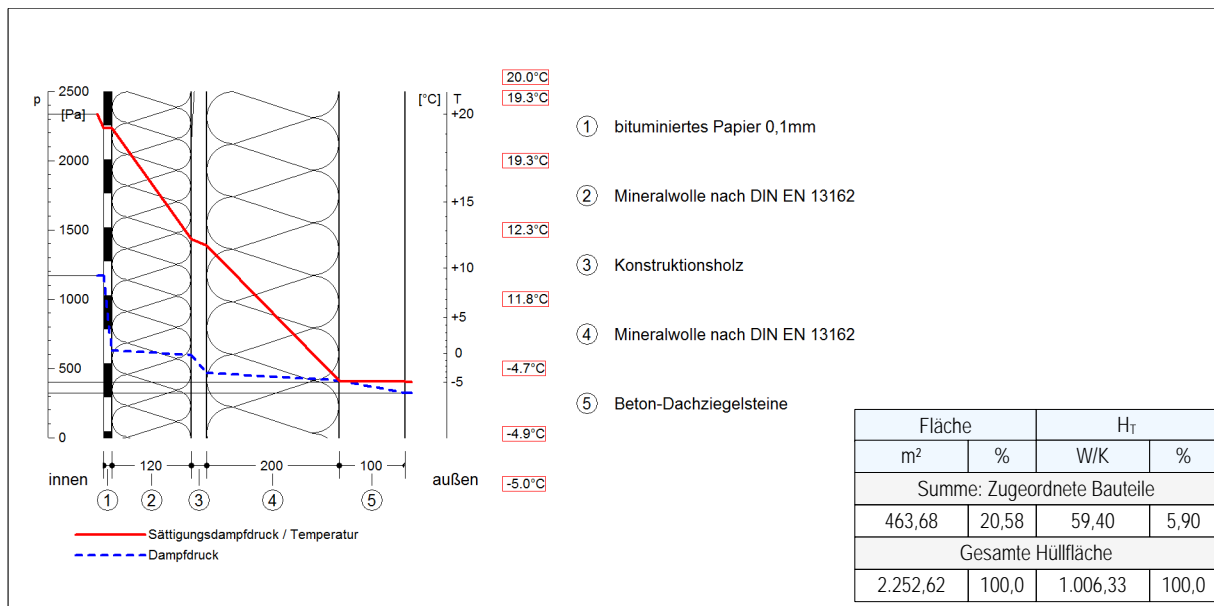
## Bauteildatenblatt

**Objekt** Muster MFH, 78050 Villingen

**Nachweis erstellt am** 28.11.2012

Bauteilaufbau: Dach		<b>U = 0,128 W/(m²K)</b>
Typ: Steildach	Abgrenzung zu: Außenluft	
Zur U-Wert-Berechnung nach DIN 6946: Oberer und unterer Grenzwert $R'_T = 8,281$ , $R''_T = 7,330$ m²K/W; max. rel. Fehler = 6%		
Flächenbereich: Bereich 2, Bereich 2 von 2: 80,00 %		
Mindestwärmeschutz: Anforderung nach DIN 4108-2:2013-02 Tab. 3 ist erfüllt, da: min. R = 1,200 <= vorh. R = 7,666 m²K/W		
Bauteilverfahren: Keine bauliche Maßnahme		

Kommentarfeld für Anwenderangaben



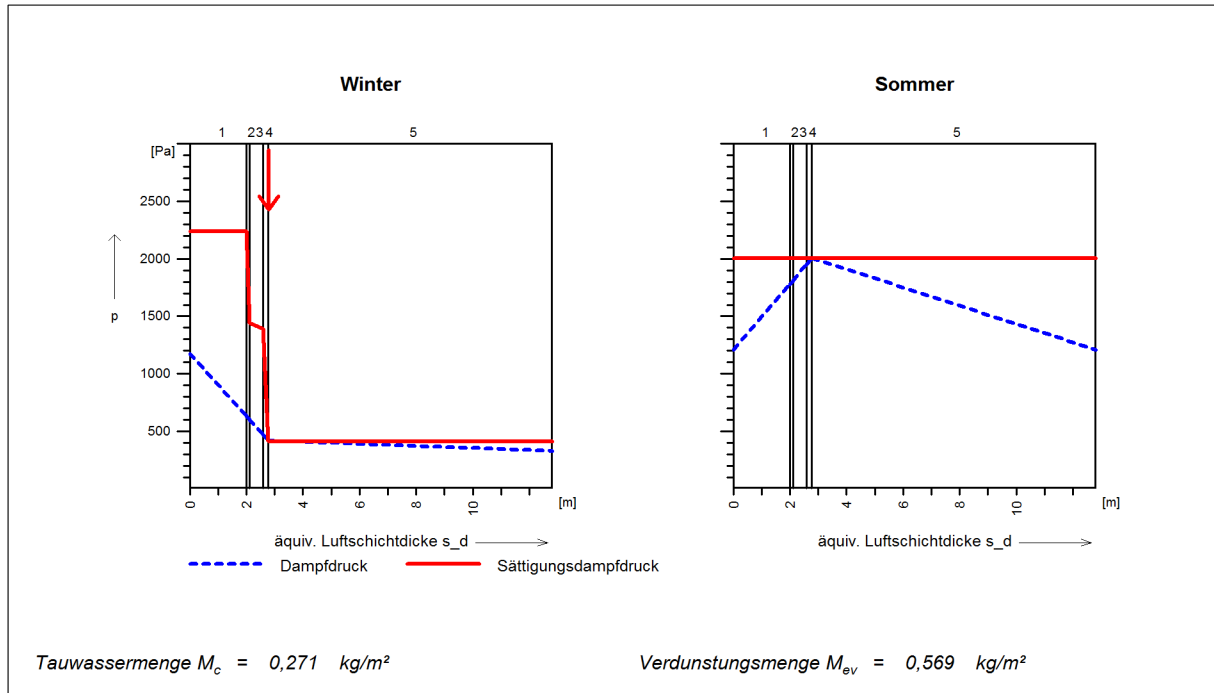
Bauteil		Wärmeschutz				Tauwasserschutz				
<i>Randbedingungen nach DIN 4108-3:2014-11</i>		<i>Tauperiode: D<sub>aver</sub> = 2.160 h</i>				<i>Verdunstungsperiode: D<sub>aver</sub> = 2.160 h</i>				
<i>Wärmeübergangswiderstände R<sub>si</sub> / R<sub>so</sub> = 0,25 m²K/W / 0,04 m²K/W</i>		<i>Temperatur Q<sub>e</sub> / Q<sub>i</sub> = -5 °C / 20 °C</i>				<i>Wasserdampfdruck p<sub>e</sub> / p<sub>i</sub> = 1.200 Pa / 1.200 Pa</i>				
<i>(für die Tauwasserberechnungen)</i>		<i>rel. Luftfeuchte F<sub>e</sub> / F<sub>i</sub> = 80% / 50%</i>				<i>Sättigungsdampfdruck im Tauwasserbereich p<sub>sat</sub> = 2.000 Pa</i>				
Sp	1	2	3	4	5(2:4)	6	7(2*6)	8	9	10
Nr	Schicht	d	Fl.masse	λ	R / R <sub>T</sub>	μ	S <sub>d</sub>	Θ	p <sub>sat</sub>	p
-	-	mm	kg/m²	W/(m*K)	m²K/W	-	m	°C	Pa	Pa
-	Wärmeübergang innen	-	-	-	0,100	-	-	20,0	2.337	1.168
1	bituminiertes Papier 0,1mm	0,0	0,0	-	0,000	-	2,00	19,3	2.235	1.168
2	Mineralwolle nach DIN EN	120,0	0,0	0,050	2,400	1	0,12	19,3	2.235	628
3	Konstruktionsholz	24,0	12,0	0,130	0,185	20	0,48	12,3	1.434	596
4	Mineralwolle nach DIN EN	200,0	0,0	0,035	5,714	1	0,20	11,8	1.385	466
5	Beton-Dachziegelsteine	100,0	210,0	1,500	0,067	100	10,00	-4,7	412	412
-	Wärmeübergang außen	-	-	-	0,040	-	-	-4,9	405	321
-	-	-	-	-	-	-	-	-5,0	401	321
-	Summe Bauteil	444,00	222,0	-	8,506	-	12,80	-	-	-
U = 0,118 W/(m²K)						Tauwassermenge:		0,271 kg/m²		
						Verdunstungsmenge:		0,569 kg/m²		
Keine zusätzliche Mindestwärmeschutzanforderung an diesen Bereich.						Anforderungen nach DIN 4108-3:2014-11 sind erfüllt.				

# Nachweis nach EnEV 2014 Bauteildatenblatt

**Objekt** Muster MFH, 78050 Villingen

**Nachweis erstellt am** 28.11.2012

Bauteilaufbau: Dach		<b>U = 0,128 W/(m²K)</b>
Typ: Steildach	Abgrenzung zu: Außenluft	
Flächenbereich: Bereich 2, Bereich 2 von 2: 80,00 %		



### Tauwasserausfall in einem Taupunkt

$$g_i = \frac{p_i - p_{sat}}{Z_i} = \frac{1168 - 412}{3.89 \cdot 10^6}$$

$$g_e = \frac{p_{sat} - p_e}{Z_e} = \frac{412 - 321}{13.89 \cdot 10^6}$$

$$M_c = t_c \cdot (g_i - g_e) = 2160 \cdot (0.195 - 0.007) \cdot 10^{-3} = 0.271 \text{ kg/m}^2$$

$$g_i = \frac{p_{sat} - p_i}{Z_i} = \frac{2000 - 1200}{3.89 \cdot 10^6}$$

$$g_e = \frac{p_{sat} - p_e}{Z_e} = \frac{2000 - 1200}{13.89 \cdot 10^6}$$

$$M_{ev} = t_{ev} \cdot (g_i + g_e) = 2160 \cdot (0.206 + 0.058) \cdot 10^{-3} = 0.569 \text{ kg/m}^2$$

p in [Pa], Z in [m²hPa/kg], g in [kg/m²h], t in [h].

### Kritische Luftfeuchte an Bauteiloberflächen

Oberfläche	$\Theta_{si}$	$f_{Rsi}$	Mindestwert zur Vermeidung von	Mindestwert zur Vermeidung von
-	°C	-	Tauwasserbildung $f_{Rsi,min} = 0,57$	Schimmelpilzbildung $f_{Rsi,min} = 0,70$
eben, homogen	19,3	0,97	eingehalten	eingehalten
Ecke	19,1	0,97	eingehalten	eingehalten

$\Theta_{si}$ : Oberflächentemperatur,  $f_{Rsi}$ : Bemessungs-Temperaturfaktor für die raumseitige Oberfläche