

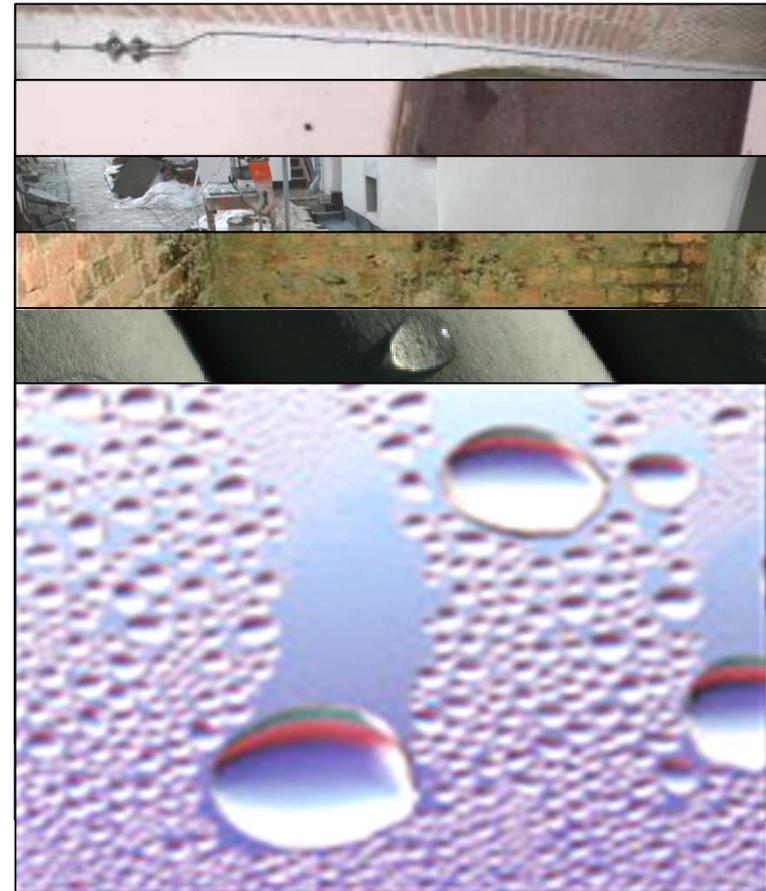
# Bauphysik - warum Keller feucht sind

DI(FH) Clemens Häusler, MSc

DI(FH) Bauphysik (Fachhochschule für Technik Stuttgart, D)  
MSc of Sound & Vibrations (University of Southampton, UK)

## warum Keller feucht sind

- Wassereintritt
  - ➔ Hochwasser
  - ➔ Leitungsschaden
  - ➔ schlechte Abdichtung
  
- Feuchteintritt
  - ➔ Kapillartransport
  - ➔ Dampfdiffusion
  
- Lufteintritt
  - ➔ Tauwasser



# warum Keller nicht feucht sein dürfen

Hochwertige Nutzung - fast alle Arten einer modernen Nutzung



# Wasserdampfdiffusion

EN 13788: 2012 (Seite 15 Gleichung 6)

$$g = \delta (p_i - p_e) / (\mu \cdot d) = 2 \cdot 10^{-10} (p_i - p_e) / s_d \quad [\text{kg/m}^2\text{s}]$$

20°C 50% & 0°C 80%

STB => 1,96 g/m<sup>2</sup>d

VZMW => 0,39 g/m<sup>2</sup>d

STB:  $\mu=100, d=300 \Rightarrow s_d=30$

VZMW:  $\mu=10, d=600 \Rightarrow s_d=6$

10°C 100% & 10°C 50%

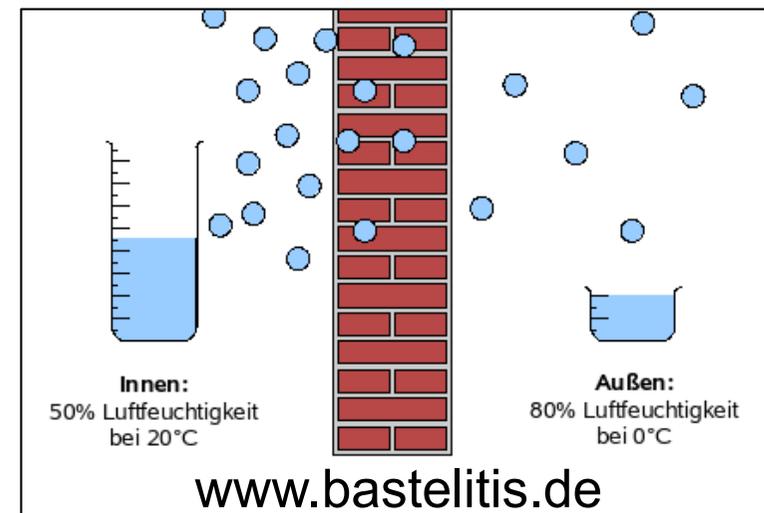
STB => 0,35 g/m<sup>2</sup>d

VZMW => 1,77 g/m<sup>2</sup>d

10°C 100% & 20°C 50% (100 m<sup>2</sup>)

STB => 0,03 g/m<sup>2</sup>d ( 3 g/d)

VZMW => 0,17 g/m<sup>2</sup>d (17 g/d)



Feuchteintrag praktisch vernachlässigbar (Person ca. 50 g/h)

# Wasserdampfdiffusion

EN 13788: 2012 (Seite 15 Gleichung 6)

$$g = \delta (p_i - p_e) / (\mu \cdot d) = 2 \cdot 10^{-10} (p_i - p_e) / s_d \quad [\text{kg/m}^2\text{s}]$$

20°C 50% &amp; 0°C 80%

 STB => 1,96 g/m<sup>2</sup>d

 VZMW => 0,39 g/m<sup>2</sup>d

10°C 100% &amp; 10°C 50%

 STB => 0,35 g/m<sup>2</sup>d

 VZMW => 1,77 g/m<sup>2</sup>d

 10°C 100% & 20°C 50% (100 m<sup>2</sup>)

 STB => 0,03 g/m<sup>2</sup>d ( 3 g/d)

 VZMW => 0,17 g/m<sup>2</sup>d (17 g/d)

unter diffusionsdichten Bodenbelägen ist eine Dampfbremse  $s_d > s_{d \text{ Bodenbelag}}$  erforderlich (vor allem auch wegen nachschiebender Baufeuchte)

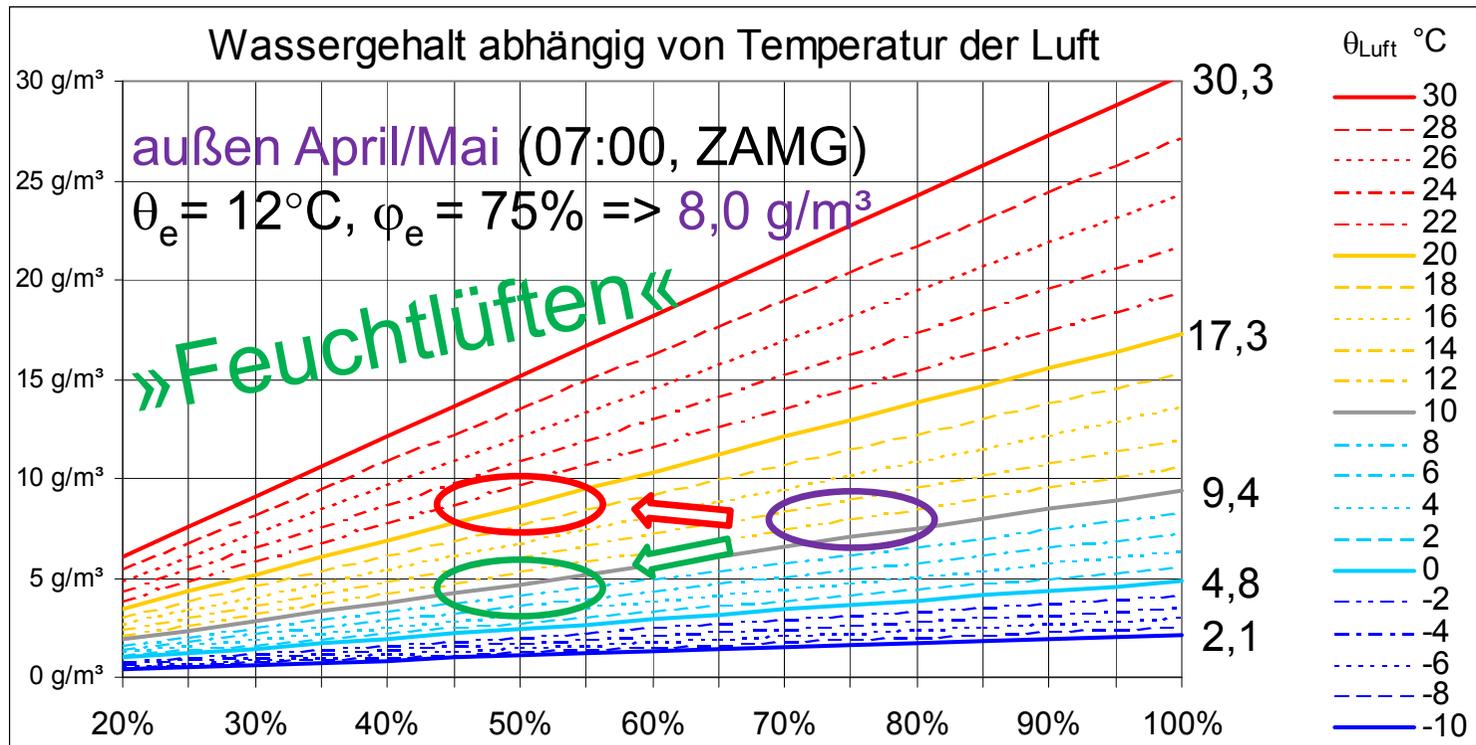

[www.ish-institut.de](http://www.ish-institut.de)

**Achtung bei diffusionsdichten Bodenbelägen (PVC, Gummi, Linol)**

# Lufteintritt - Tauwasser

warum (dichte) Keller feucht sind - weil (wenn) Keller kalt sind!!!

innen Kellerluft:  $\theta_i = 10^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 50\% \Rightarrow 4,7 \text{ g/m}^3$  (DIN 4109)



innen Wohnraum:  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 50\% \Rightarrow 8,6 \text{ g/m}^3$  (ÖN B 8110-2)

# Anforderung Luftwechsel

Hygienischer Mindestluftwechsel: 30 m<sup>3</sup>/h pro Person

(EN ISO 13789: während der Nutzung in Nicht-Wohngebäuden)

bei Wohngebäuden (2,5 m LRH)

$n_L = 0,30 \dots 0,40 \dots 0,60 / h \approx 40 \dots 30 \dots 20 \text{ m}^2 / \text{Person}$

bei Nicht-Wohngebäude (3,0 m LRH)

$n_L = 1,00 \dots 2,00 \dots 3,33 / h \approx 10 \dots 5 \dots 3 \text{ m}^2 / \text{Person}$

Energetisch wirksamer Luftwechsel (ÖN B 8110-5)

$n_L = 0,40 / h \dots 0,60 / h$  bei Wohngebäuden bzw. Pensionen

$n_L = 1,00 / h \dots 3,00 / h$  bei Nichtwohngebäuden

Feuchtlüften, z.B. Keller (10x7x2,4) 168 m<sup>3</sup>,  $n_L = 0,15$ ,  $\Delta m = 3,3 \text{ g/m}^3$

innen Kellerluft:  $\theta_i = 10^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 50\% \Rightarrow 4,7 \text{ g/m}^3$

84 g/h

außen April/Mai  $\theta_e = 12^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 75\% \Rightarrow 8,0 \text{ g/m}^3$

2000 g/d

# Anforderung Luftfeuchte

## Oberflächenkondensat und Schimmelpilzrisiko

- Kombination aus Oberflächentemperatur und Luftfeuchte
- Oberflächentemperatur: baulichen Gegebenheit
- Luftfeuchte: Nutzerverhalten (Lüftung & Feuchteabgabe)

## Grenzwerte Raumlufffeuchte

- $\theta_e \geq 0^\circ\text{C}$ :  $\varphi_i = 65\%$ ;  $\theta_e < 0^\circ\text{C}$ :  $\varphi_i = 65\% - 1\%$  je  $1\text{K} < 0^\circ\text{C}$  Kondensat
- $\theta_e \geq 0^\circ\text{C}$ :  $\varphi_i = 55\%$ ;  $\theta_e < 0^\circ\text{C}$ :  $\varphi_i = 55\% - 1\%$  je  $1\text{K} < 0^\circ\text{C}$  Schimmel

## Grenzwert Oberflächentemperatur

- Außenluft  $-5^\circ\text{C}$  (DIN 4108-2: 2003-07-01) und Raumluff  $+20^\circ\text{C}$ :  
 $\theta_{si} \geq 12,0^\circ\text{C}$  bei Kondensat bzw.  $\theta_{si} \geq 12,6^\circ\text{C}$  bei Schimmel
- unabhängig von Außentemperatur:  $f_{Rsi} = (\theta_{Si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$   
 $f_{Rsi} \geq 0,69$  bei Kondensat bzw.  $f_{Rsi} \geq 0,71$  bei Schimmel

# Anforderung Luftfeuchte

## Schimmel

maximale relative Luftfeuchte  $\varphi_i$  die in einem großen Teil im Winter nicht überschritten wird (ÖN B 8110-2)

$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_{si,min}^{1)}$	$f_{Rsi,min}$	$R_{si}$	$U_{max}$
°C	°C	%	°C	-	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K
10	20	60	15.4	0.54	0,25	2.71
5	20	55	14.1	0.61	0,25	1.81
0	20	55	14.1	0.70	0.25	1.36
<b>-5</b>	<b>20</b>	<b>50</b>	<b>12.6</b>	<b>0.70</b>	<b>0.25</b>	<b>1.28</b>
-10	20	45	11.0	0.70	0.25	1.24
-15	20	40	9.3	0.69	0.25	1.23

<sup>1)</sup> minimal zulässige Oberflächentemperatur bei 80% Luftfeuchte (EN 13788)

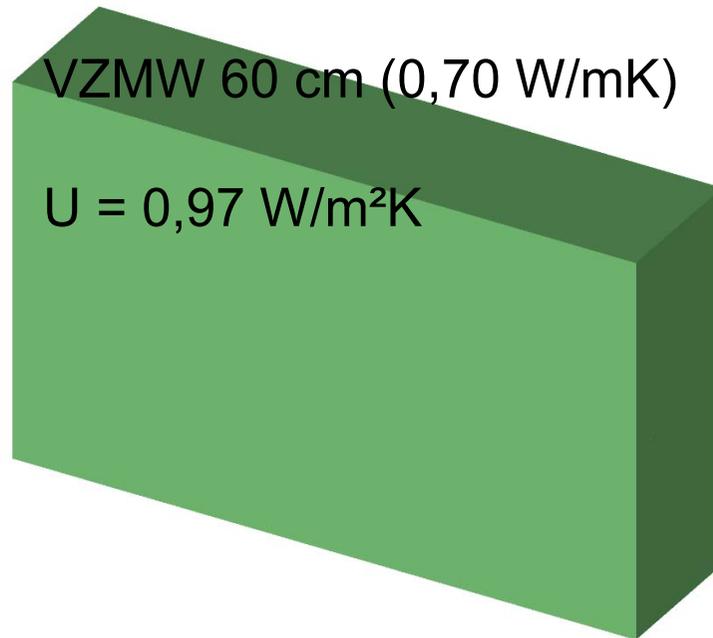
## Kondensat

maximale relative Luftfeuchte  $\varphi_i$  innen über eine Zeitraum von maximal 8 Stunden nicht überschritten wird

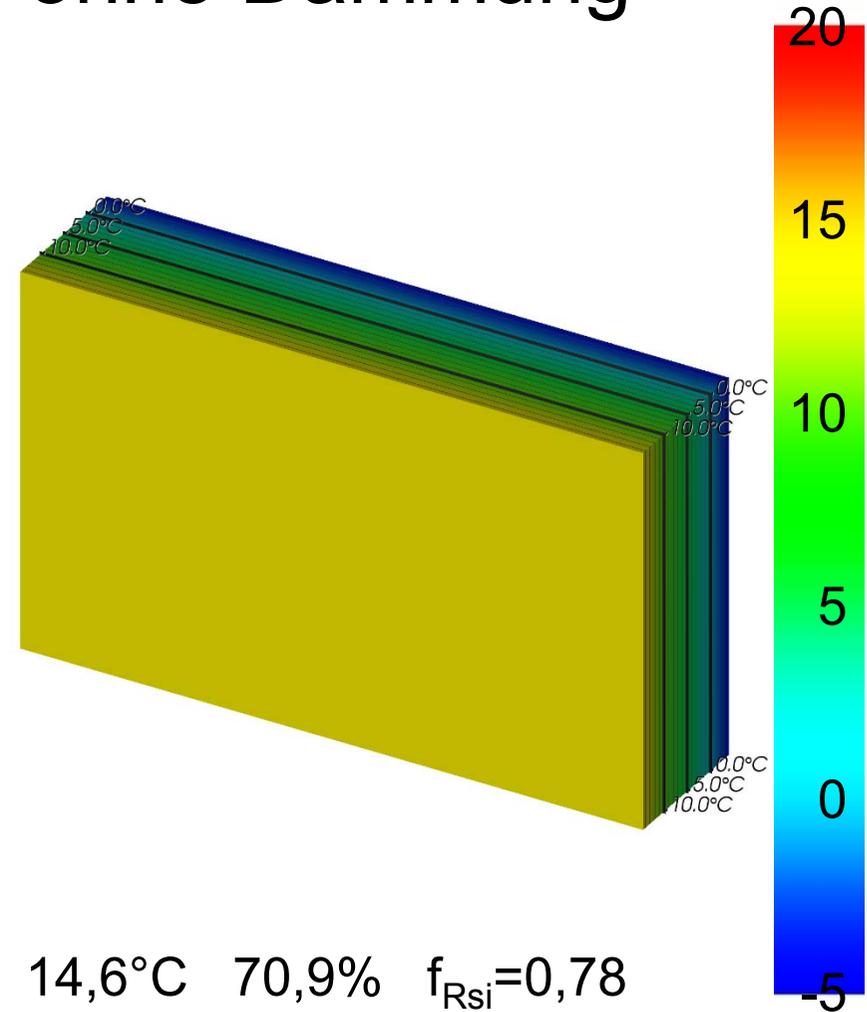
$\theta_e$	$\theta_i$	$\varphi_i$	$\theta_{si,min}^{1)}$	$f_{Rsi,min}$	$R_{si}$	$U_{max}$
°C	°C	%	°C	-	m <sup>2</sup> K/W	W/m <sup>2</sup> K
10	20	65	13.2	0.32	0.25	2.71
5	20	65	13.2	0.55	0.25	1.81
0	20	65	13.2	0.66	0.25	1.36
<b>-5</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>12.0</b>	<b>0.68</b>	<b>0.25</b>	<b>1.28</b>
-10	20	55	10.7	0.69	0.25	1.24
-15	20	50	9.3	0.69	0.25	1.23

<sup>1)</sup> minimal zulässige Oberflächentemperatur bei 100% Luftfeuchte

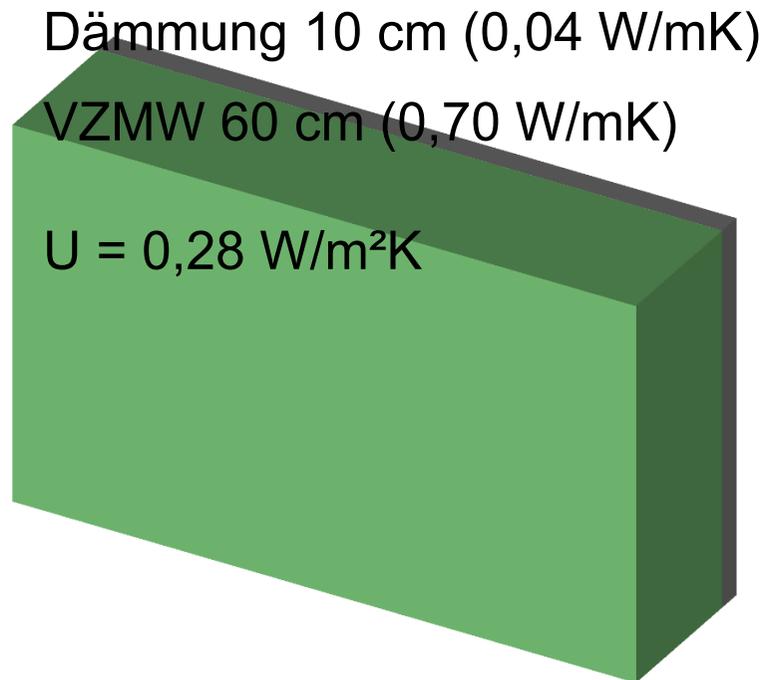
# WB: Ebenes Bauteil - ohne Dämmung



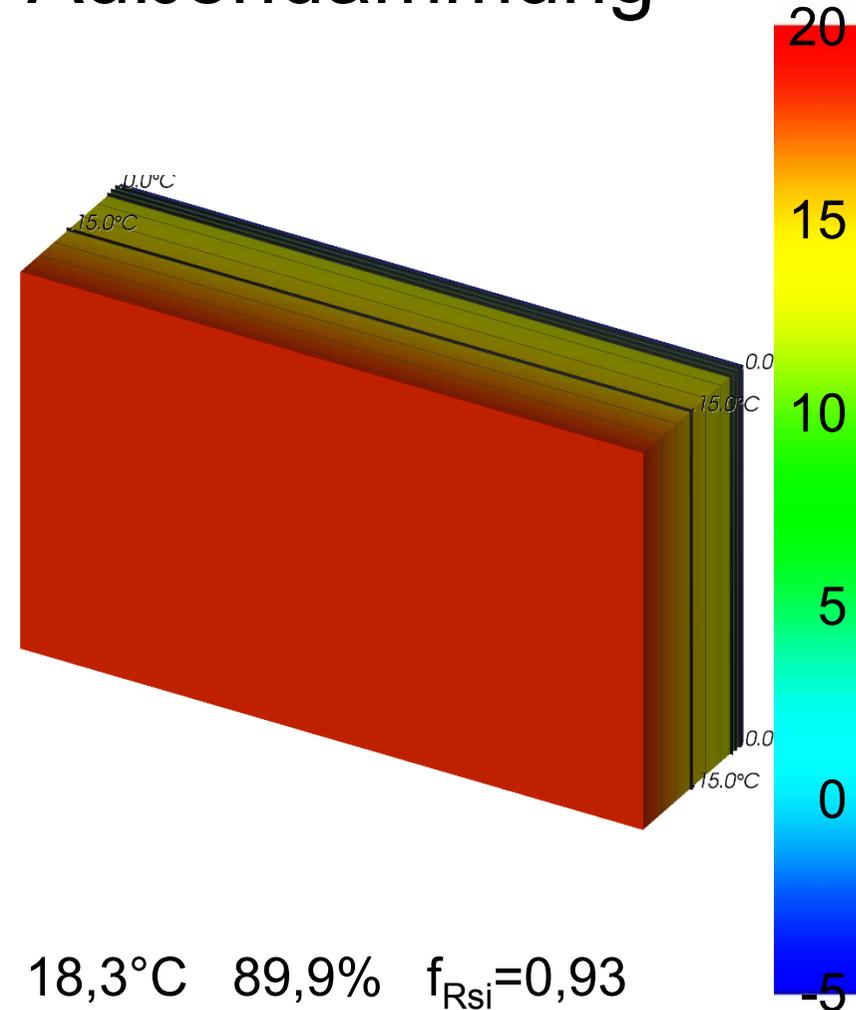
ohne Dämmung



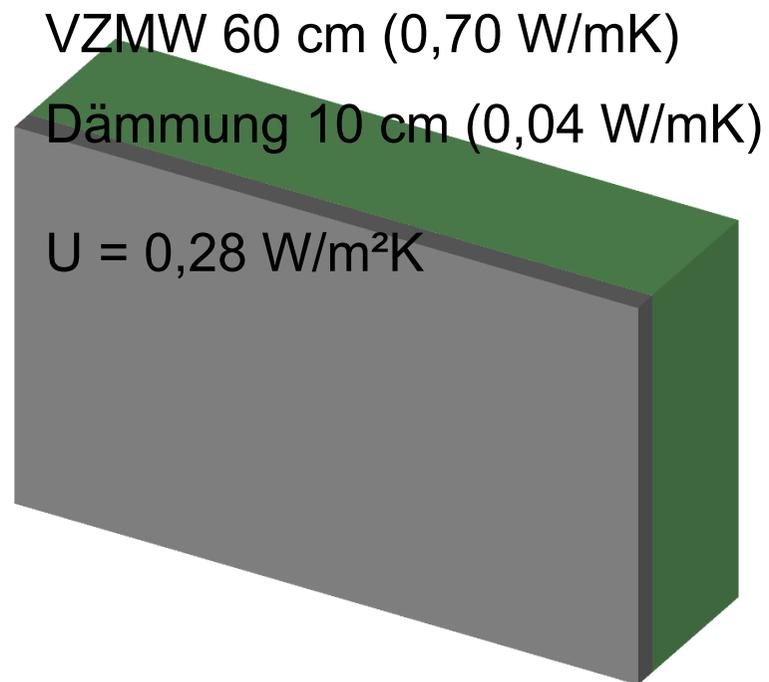
# WB: Ebenes Bauteil - Außendämmung



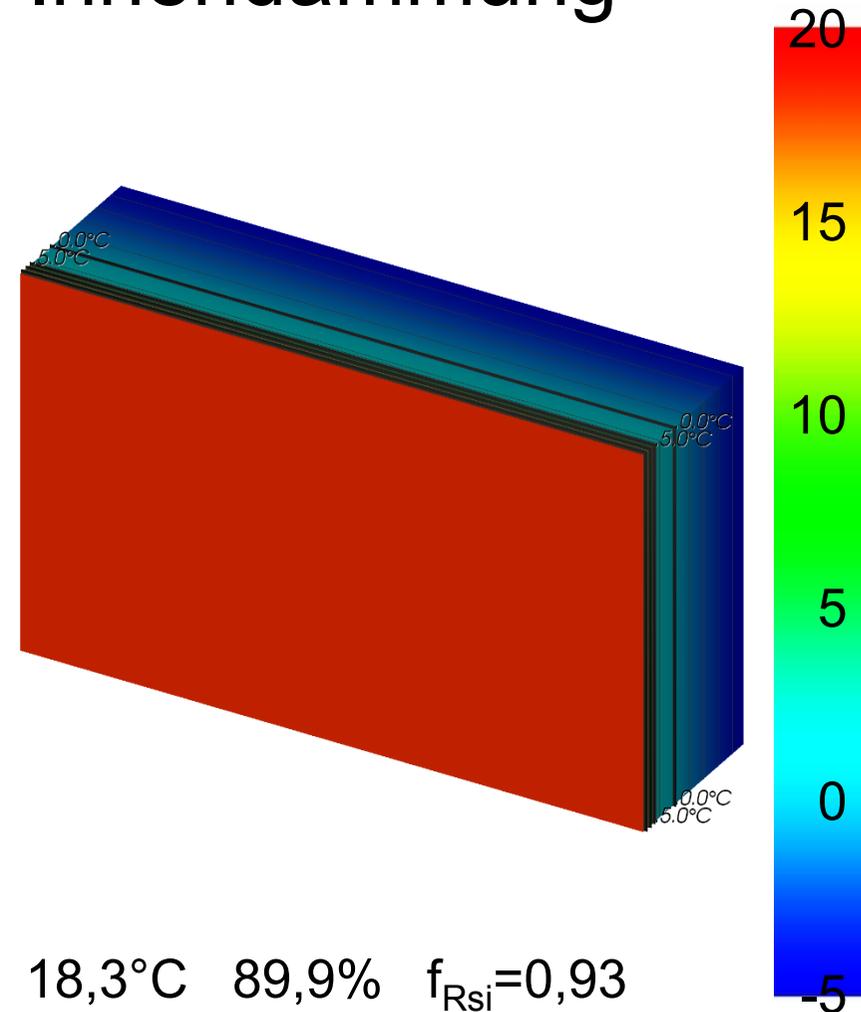
ohne Schwächung



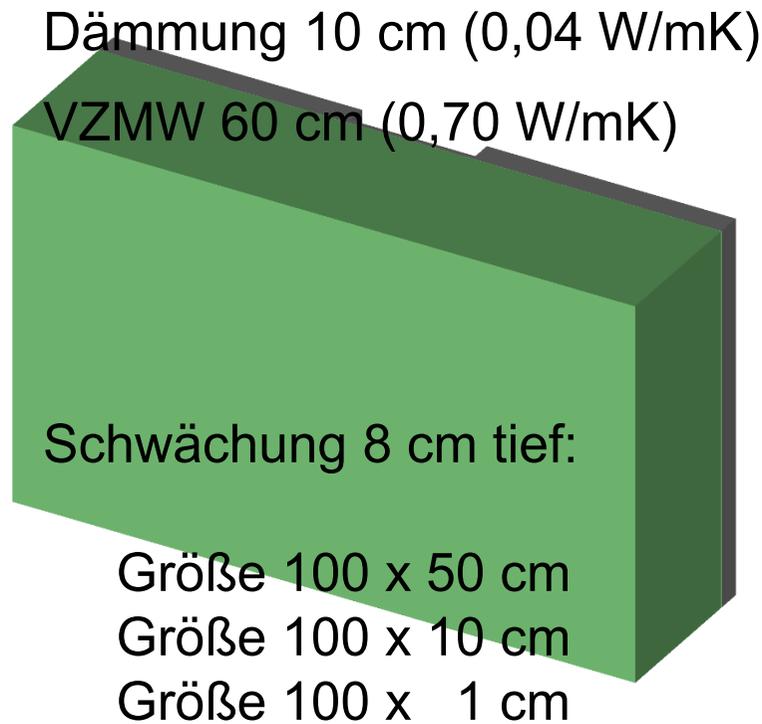
## WB: Ebenes Bauteil - Innendämmung



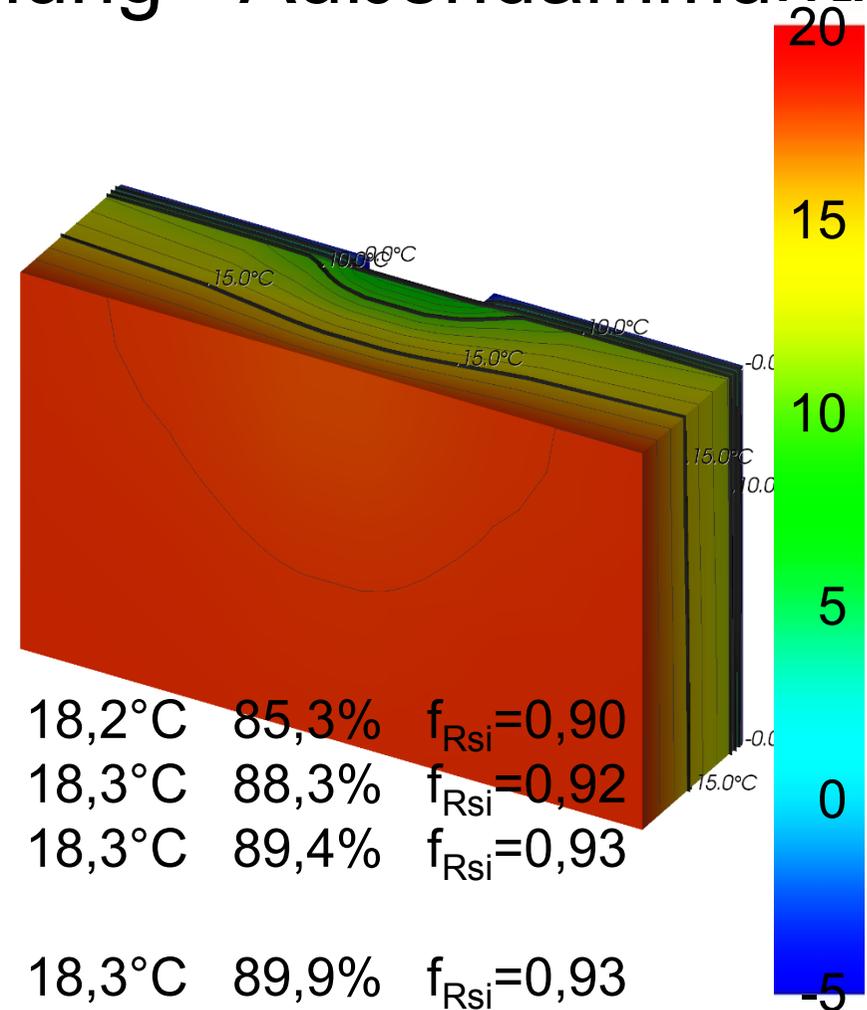
U-Wert gleich => EKZ gleich  
 ohne Schwächung



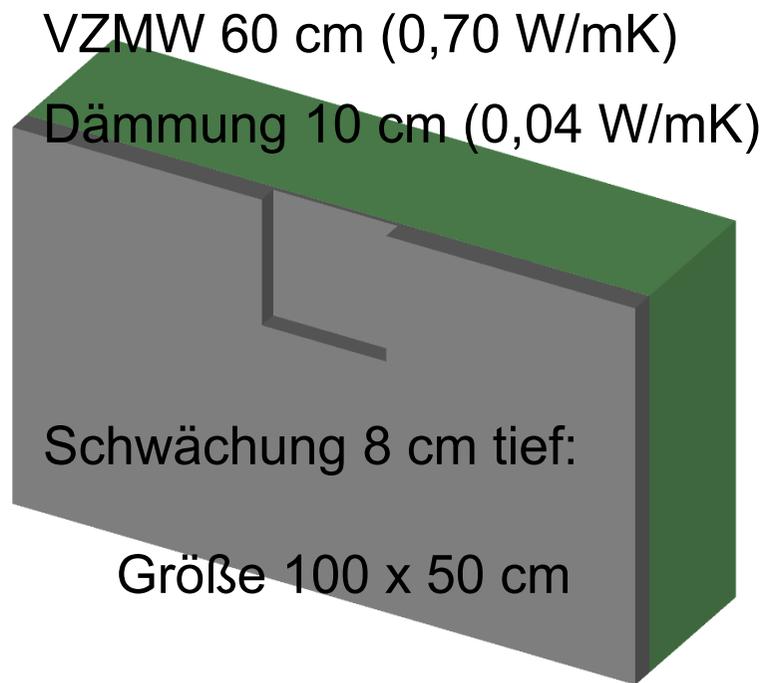
# WB: örtliche Schwächung - Außendämmung



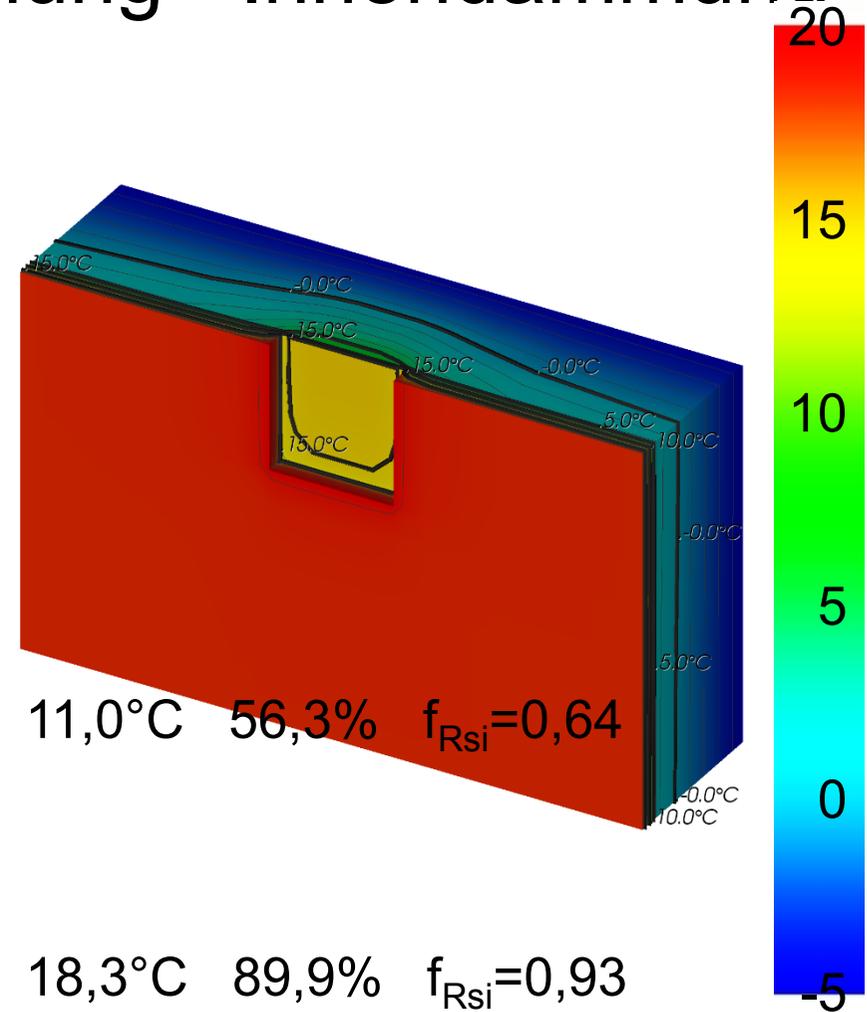
ohne Schwächung



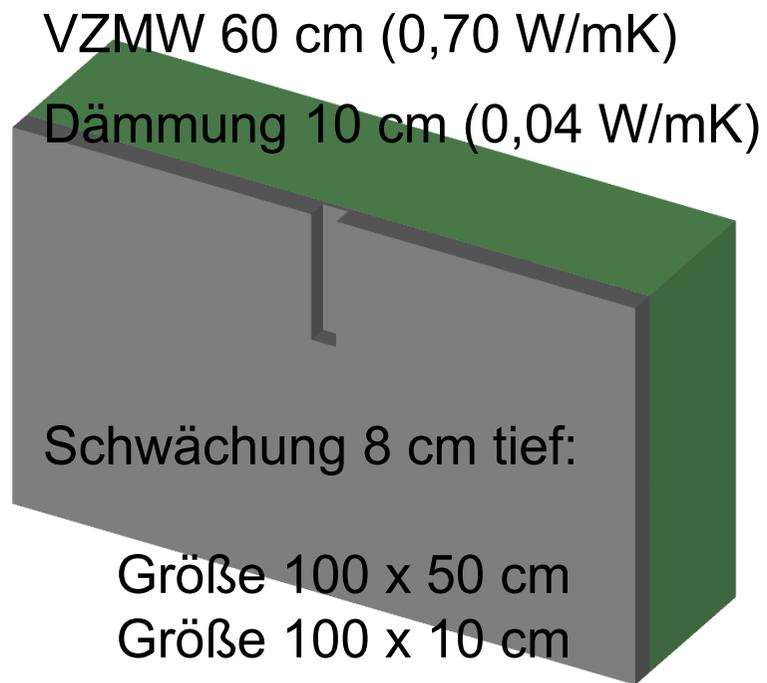
# WB: örtliche Schwächung - Innendämmung



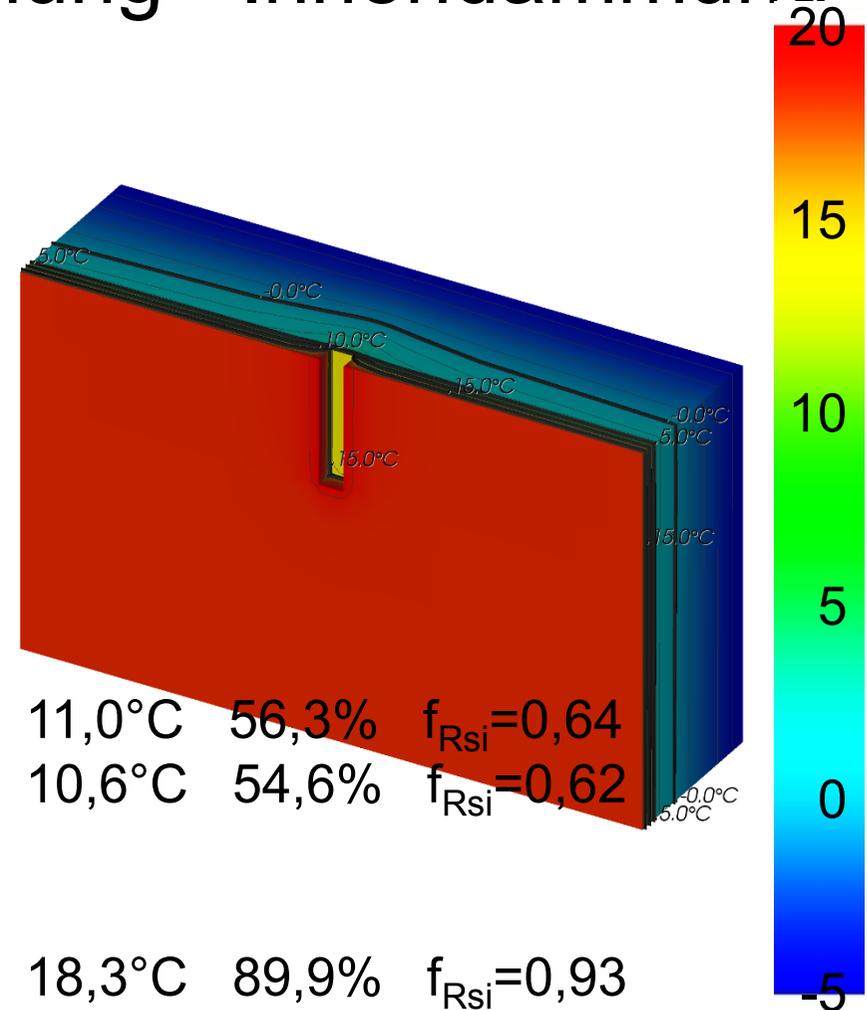
ohne Schwächung



# WB: örtliche Schwächung - Innendämmung



ohne Schwächung



# WB: örtliche Schwächung - Innendämmung

VZMW 60 cm (0,70 W/mK)

Dämmung 10 cm (0,04 W/mK)

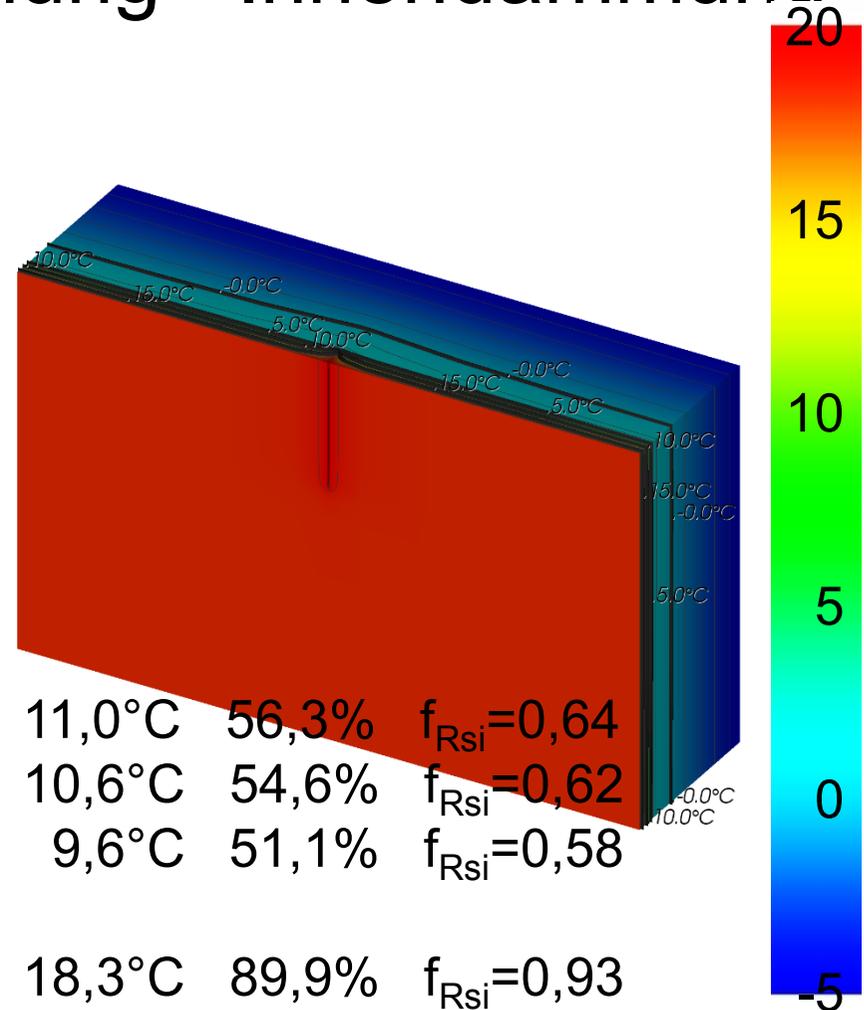
Schwächung 8 cm tief:

Größe 100 x 50 cm

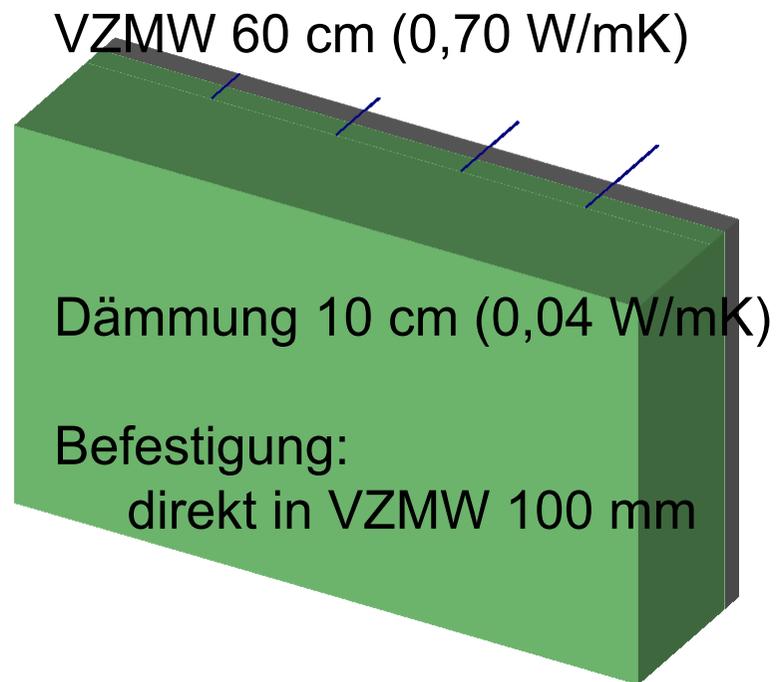
Größe 100 x 10 cm

Größe 100 x 1 cm

ohne Schwächung

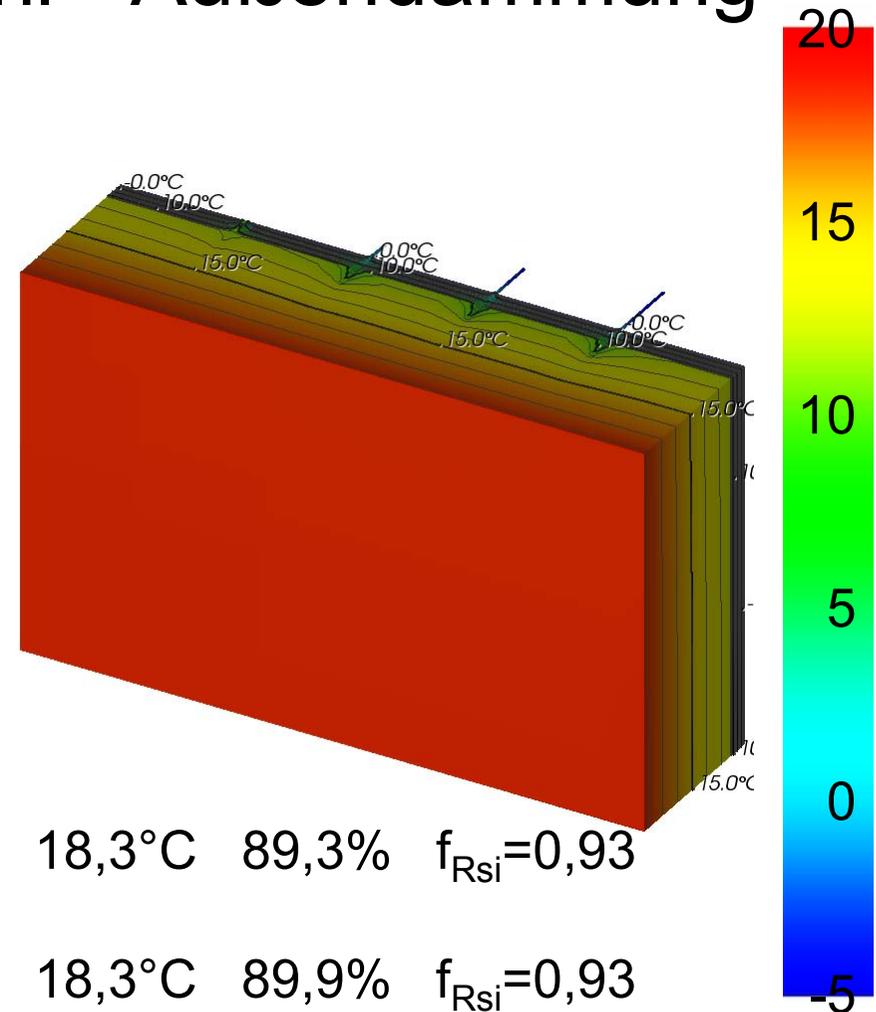


# WB: Befestigung Stahl - Außendämmung

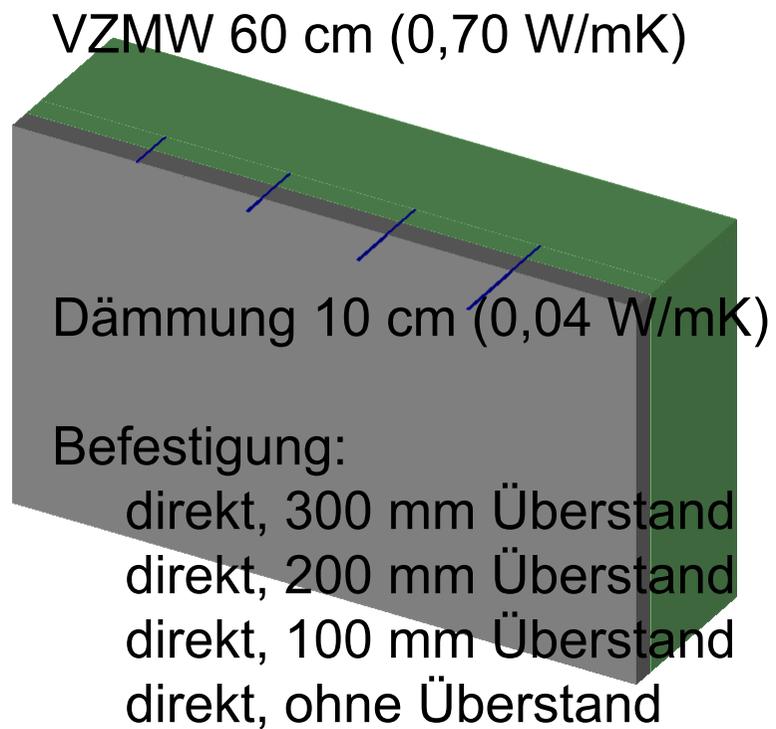


‘worst case‘

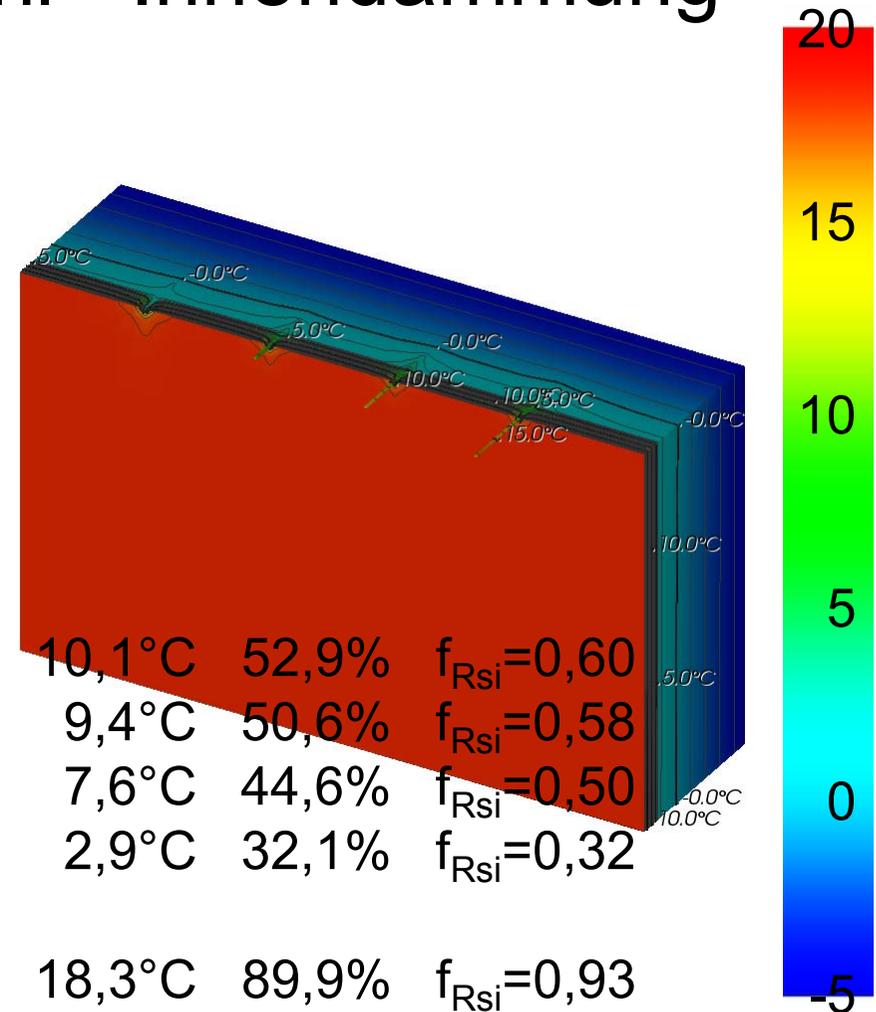
ohne Schwächung



# WB: Befestigung Stahl - Innendämmung

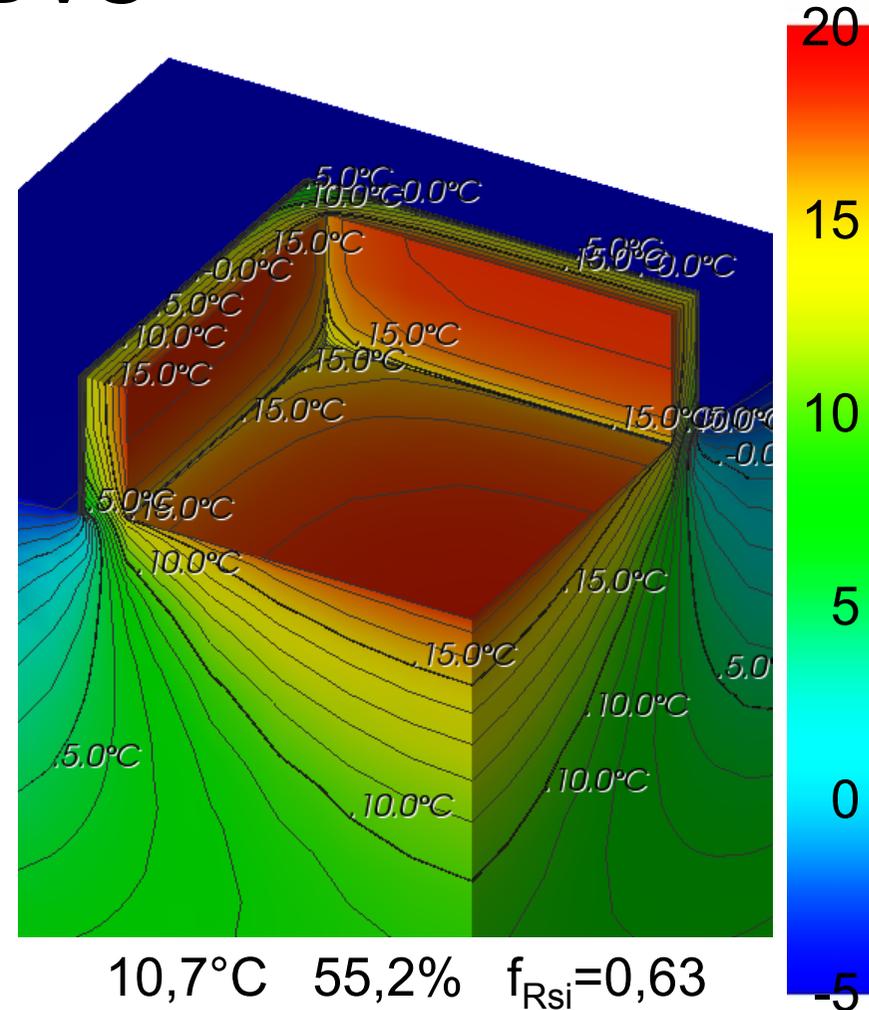
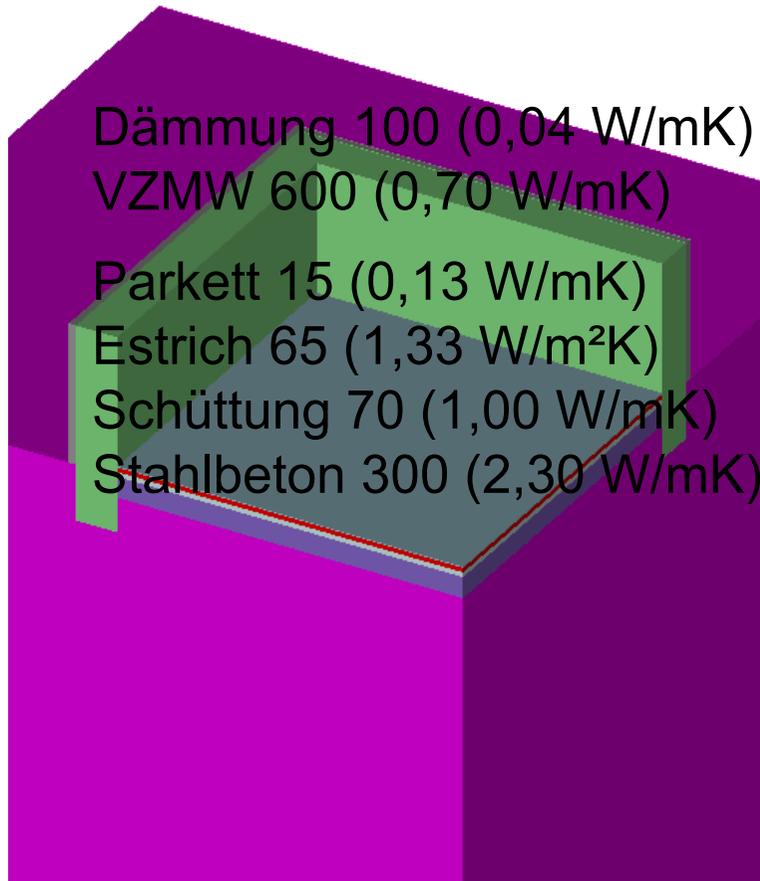


ohne Schwächung

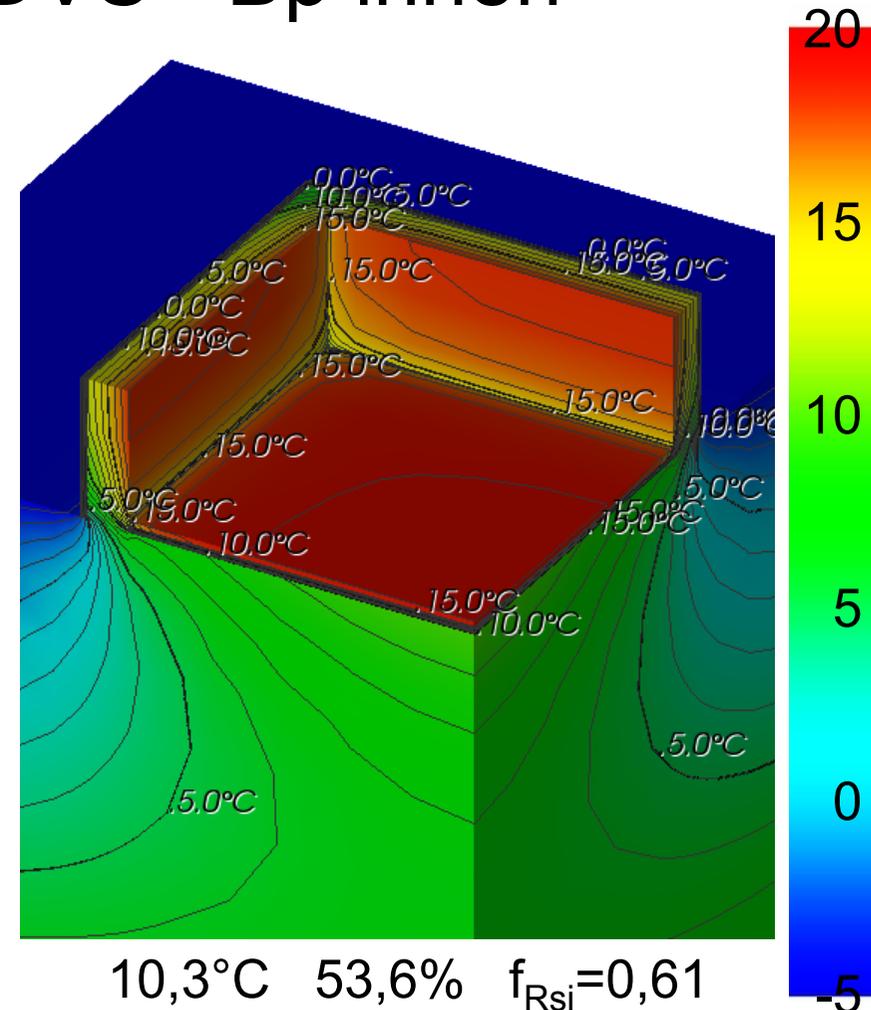




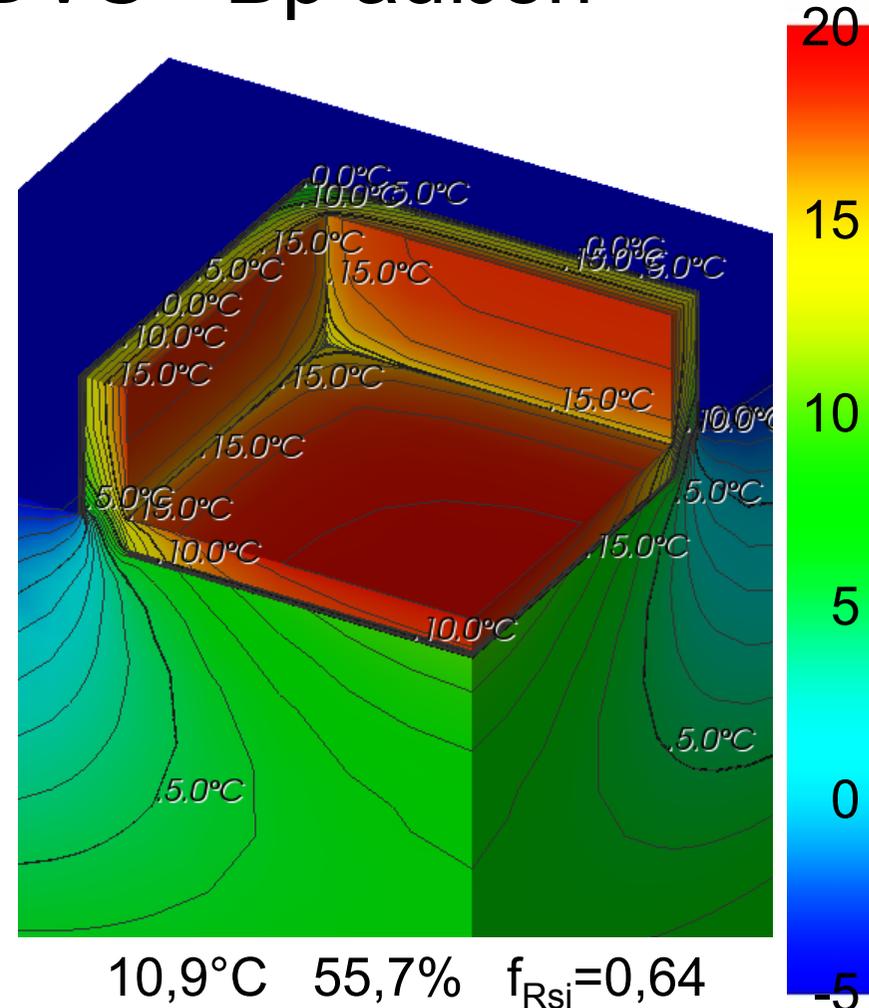
# WB: VZMW - 100 WDVS



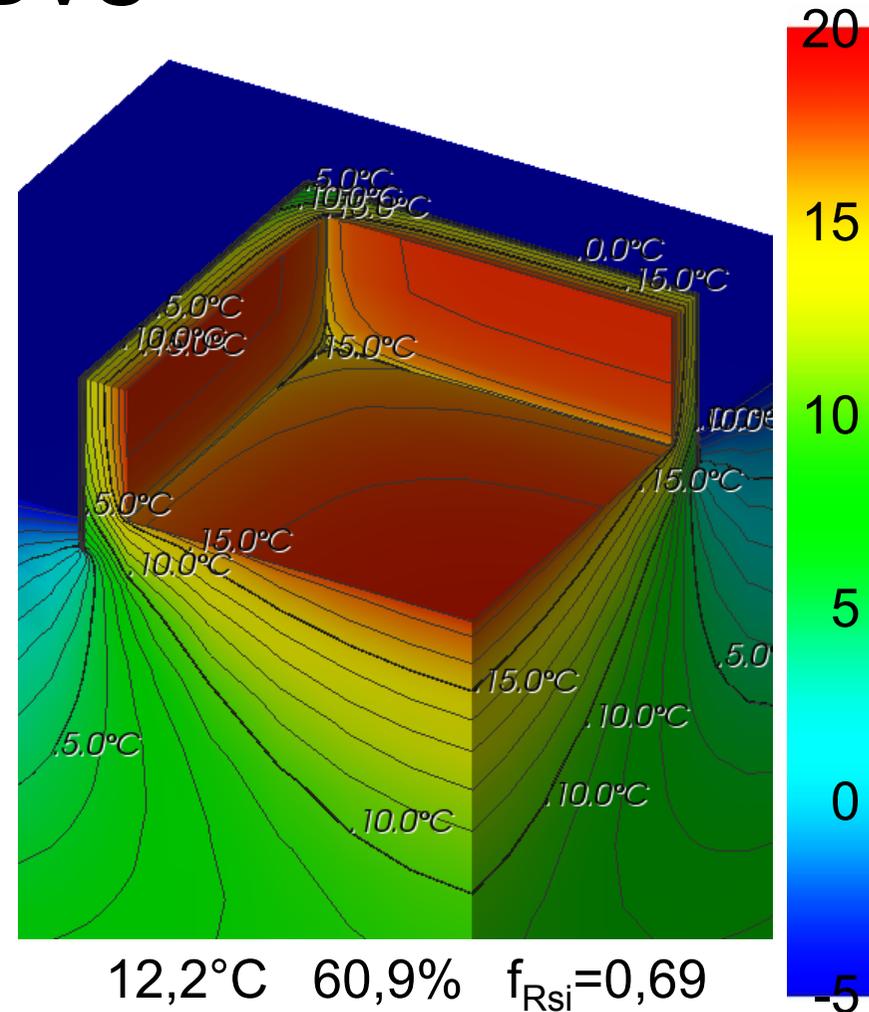
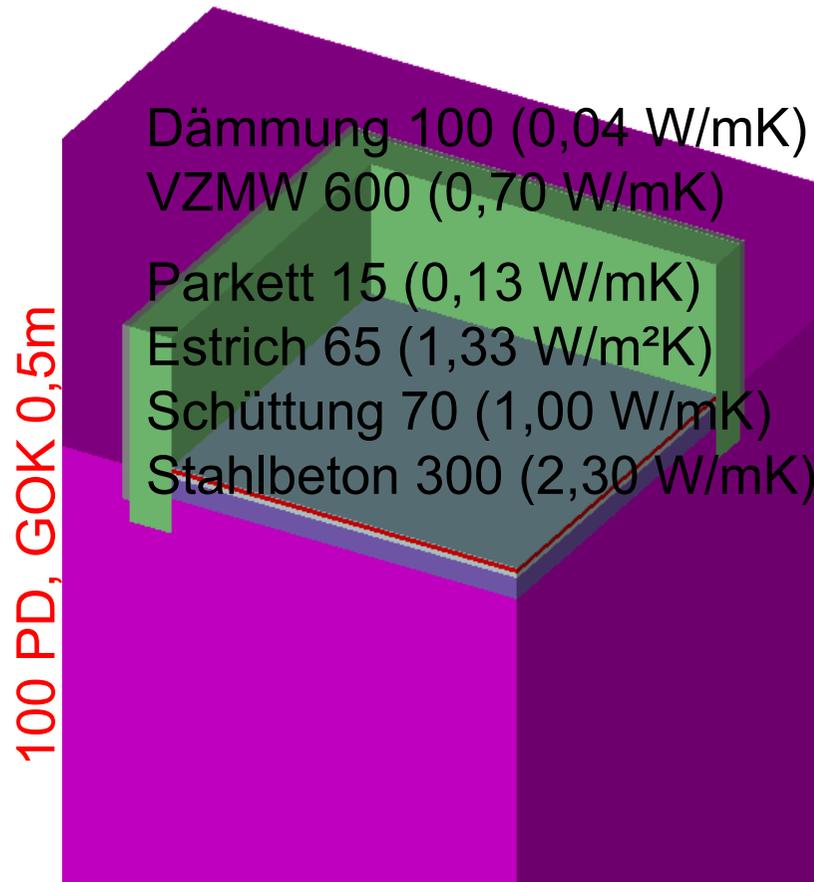
# WB: VZMW - 100 WDVS - Bp innen



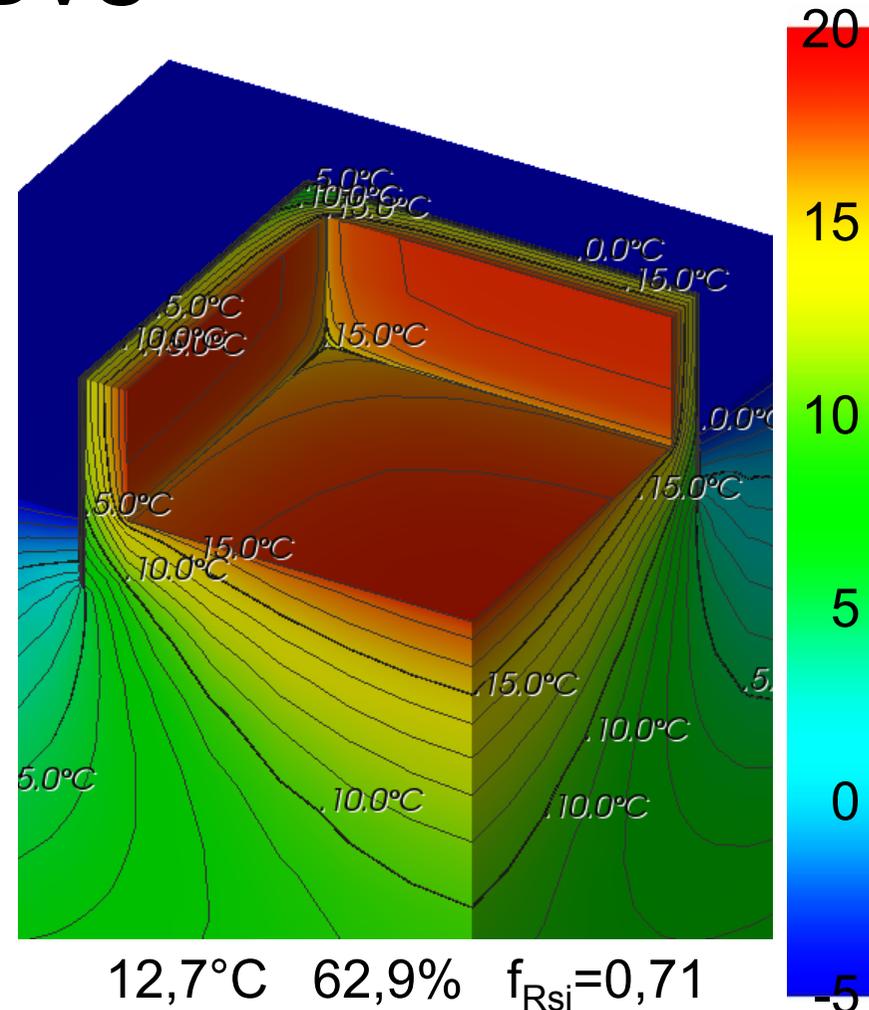
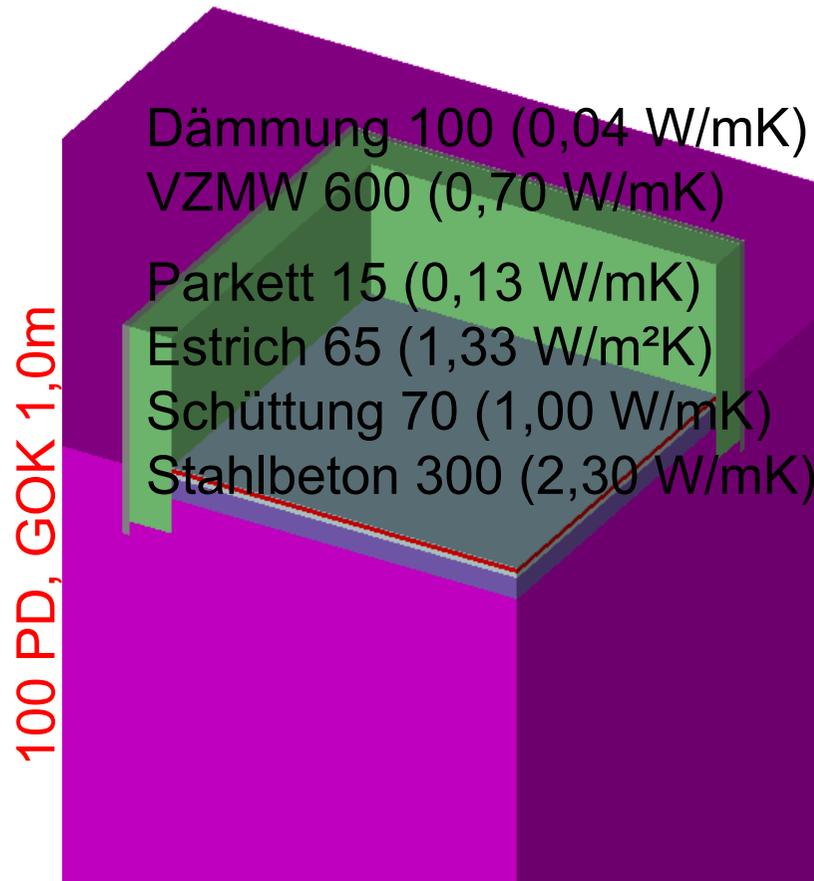
# WB: VZMW - 100 WDVS - Bp außen



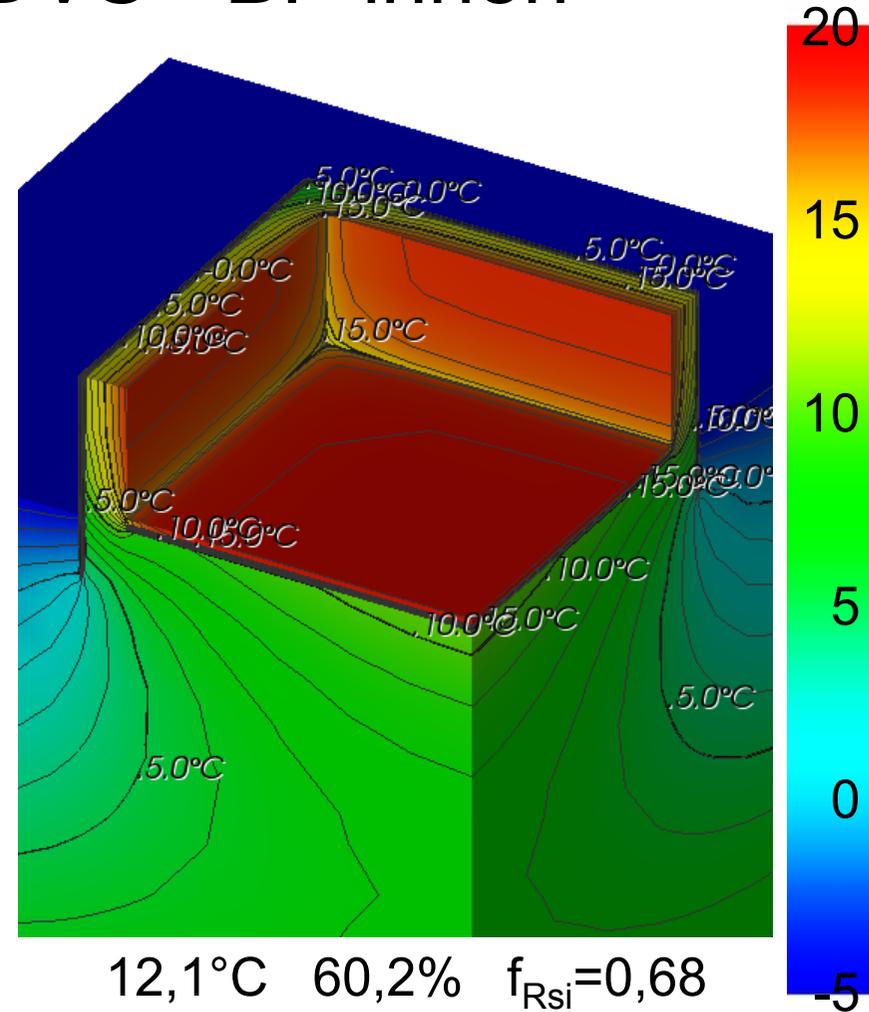
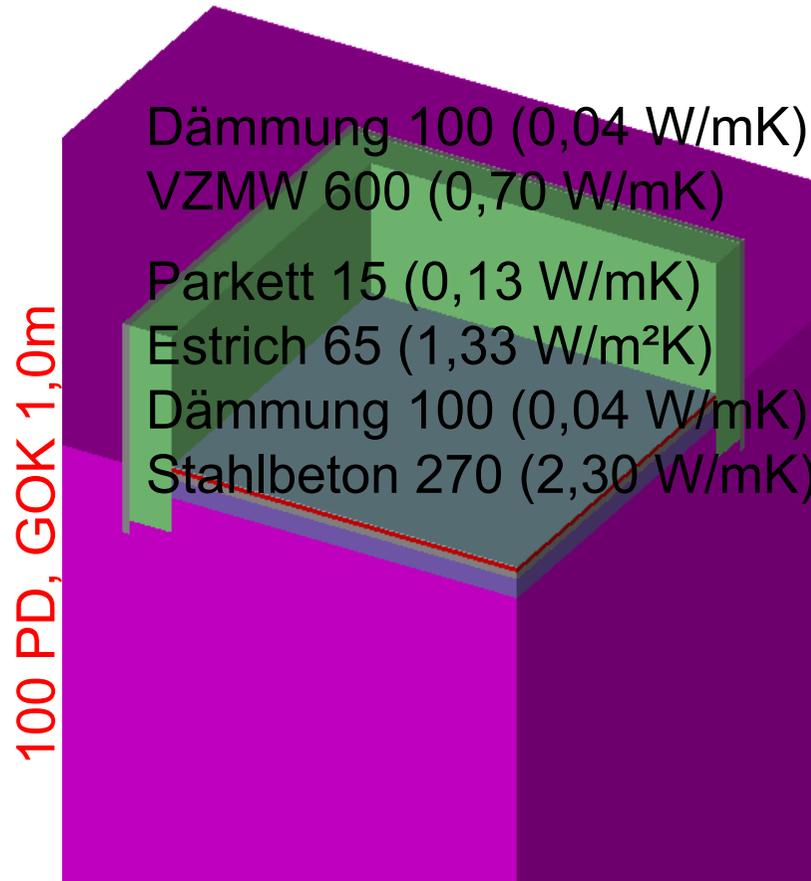
# WB: VZMW - 100 WDVS



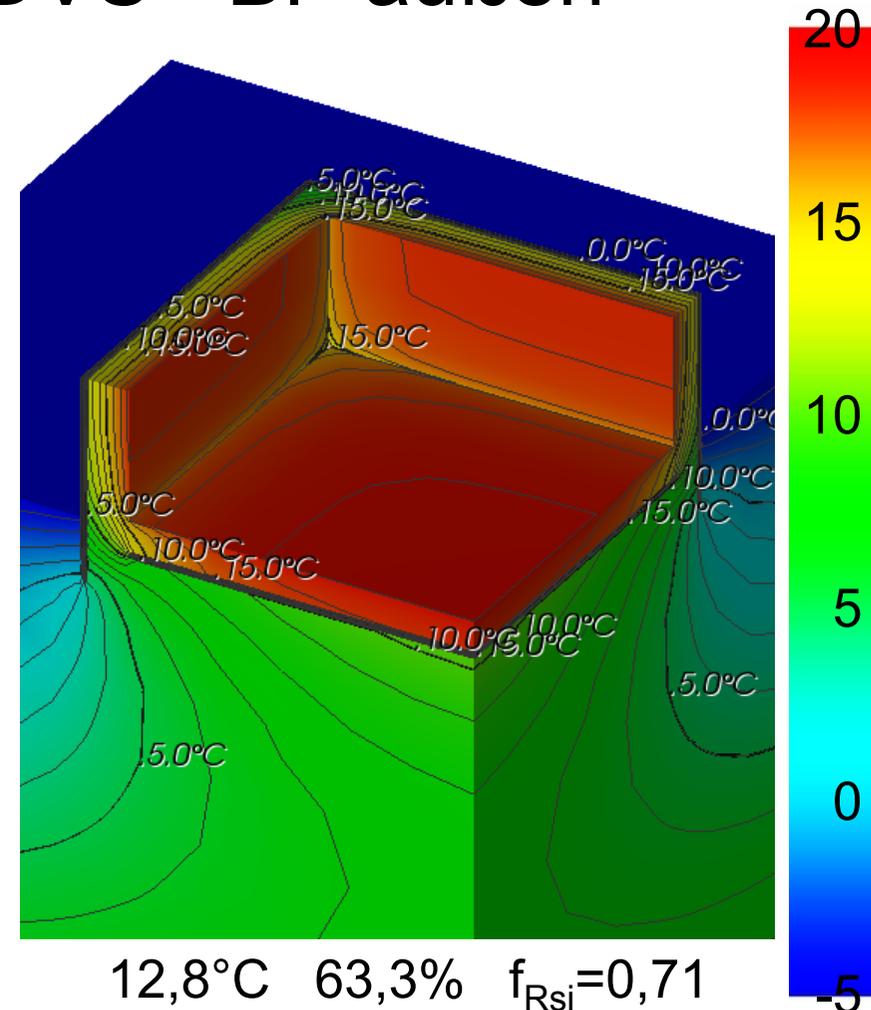
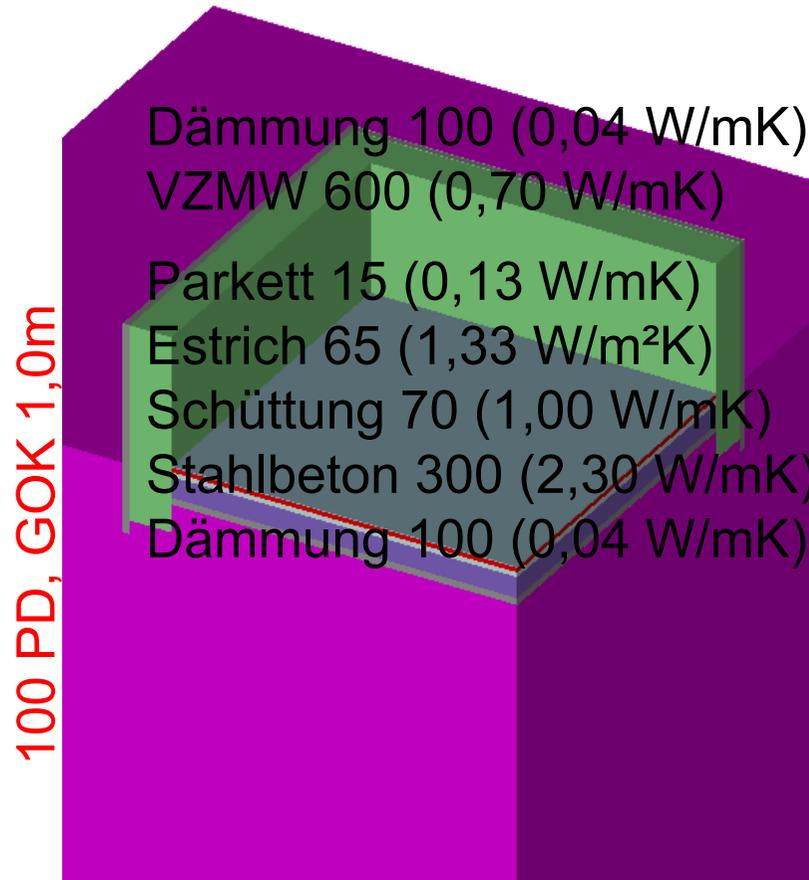
# WB: VZMW - 100 WDVS



# WB: VZMW - 100 WDVS - BP innen

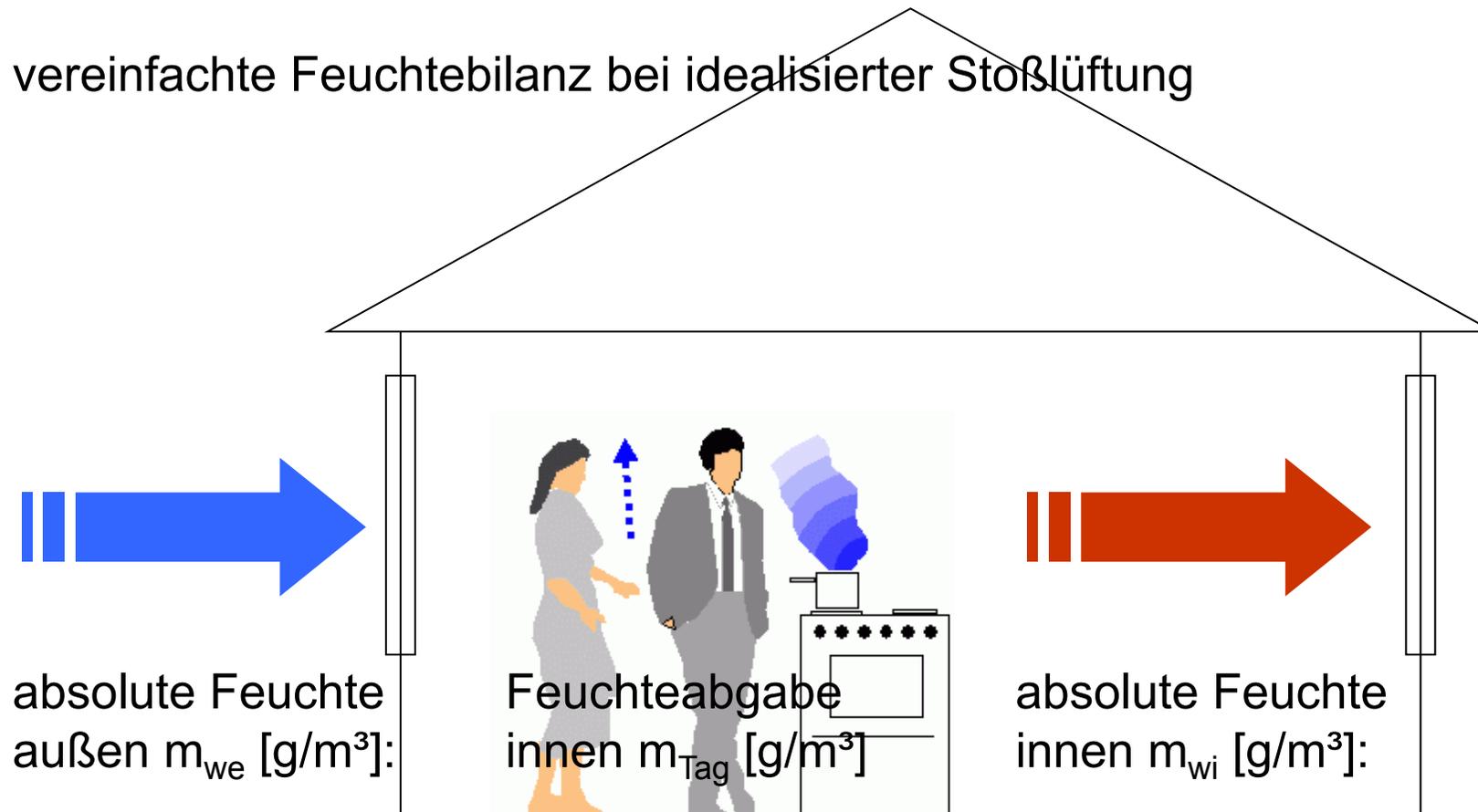


# WB: VZMW - 100 WDVS - BP außen

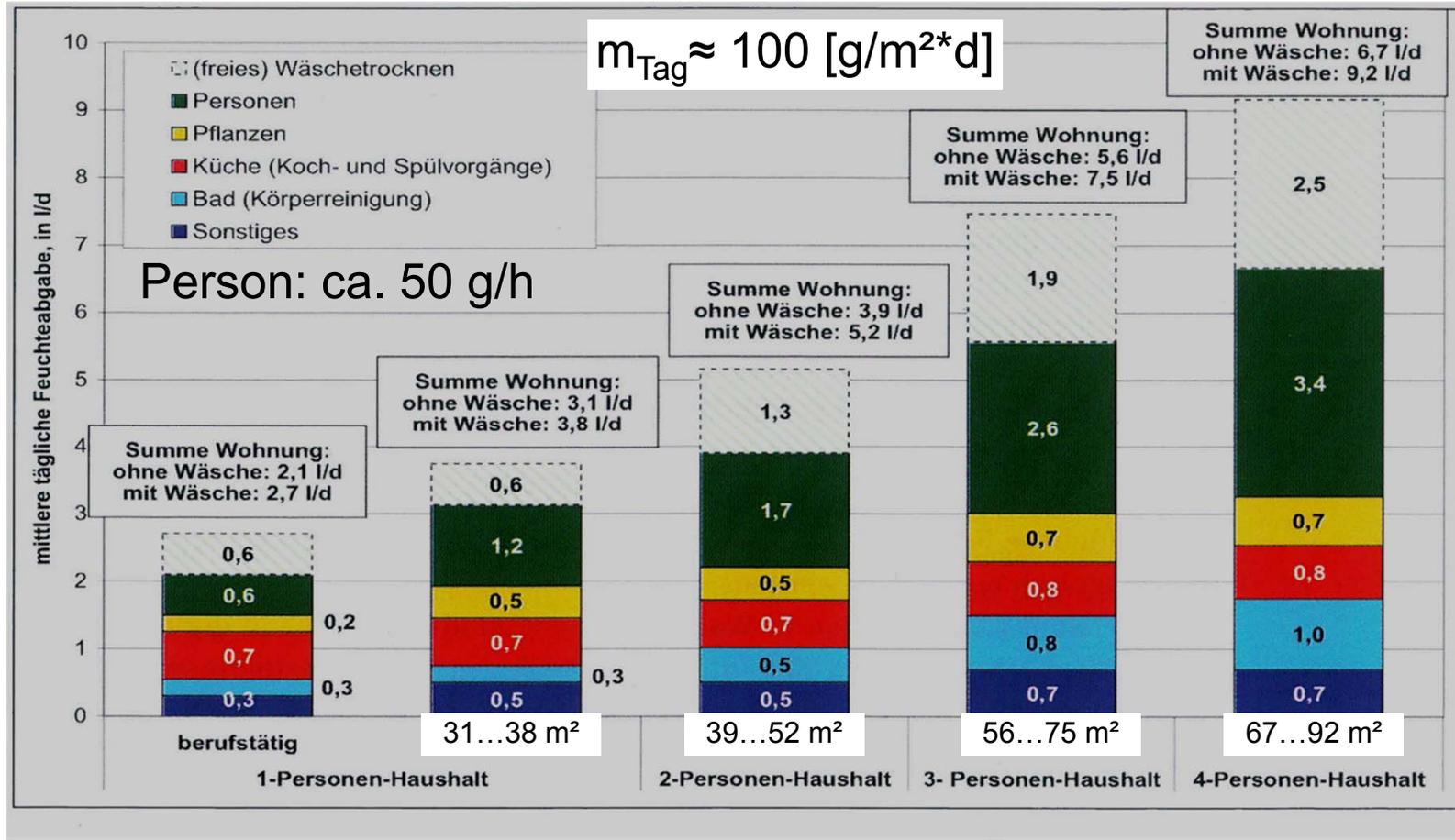


# Feuchte - Bilanz

vereinfachte Feuchtebilanz bei idealisierter Stoßlüftung



# Feuchte - Abgabe



Mittlere tägliche Feuchteabgabe: Wohnungen mit typischen Feuchtelasten (Künzel)

# Feuchte - außen

Absolute Feuchte außen  $m_{we}$  [g/m<sup>3</sup>]:

r.F. %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
-1 °C	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5
-2 °C	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1
-3 °C	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8
-4 °C	0,7	0,9	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5
-5 °C	0,6	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2
-6 °C	0,6	0,7	0,9	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0
-7 °C	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,7
-8 °C	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5
-9 °C	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-10 °C	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1

außen: 0 ...-10°C 60 ... 90% → 2 ... 4 g/m<sup>3</sup> ≈ 3 g/m<sup>3</sup>

# Feuchte - innen

Absolute Feuchte innen  $m_{wi}$  [g/m<sup>3</sup>]:

r.F. %	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
25 °C	4,6	5,8	6,9	8,1	9,2	10,4	11,5	12,7	13,8	15,0	16,1	17,3	18,4	19,6	20,7	21,9	23,0
24 °C	4,3	5,4	6,5	7,6	8,7	9,8	10,9	12,0	13,0	14,1	15,2	16,3	17,4	18,5	19,6	20,7	21,7
23 °C	4,1	5,1	6,2	7,2	8,2	9,2	10,3	11,3	12,3	13,4	14,4	15,4	16,4	17,5	18,5	19,5	20,5
22 °C	3,9	4,8	5,8	6,8	7,8	8,7	9,7	10,7	11,6	12,6	13,6	14,5	15,5	16,5	17,5	18,4	19,4
21 °C	3,7	4,6	5,5	6,4	7,3	8,2	9,2	10,1	11,0	11,9	12,8	13,7	14,6	15,6	16,5	17,4	18,3
20 °C	3,5	4,3	5,2	6,0	6,9	7,8	8,6	9,5	10,4	11,2	12,1	13,0	13,8	14,7	15,5	16,4	17,3
19 °C	3,3	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3	8,1	9,0	9,8	10,6	11,4	12,2	13,0	13,8	14,7	15,5	16,3
18 °C	3,1	3,8	4,6	5,4	6,1	6,9	7,7	8,4	9,2	10,0	10,7	11,5	12,3	13,0	13,8	14,6	15,4
17 °C	2,9	3,6	4,3	5,1	5,8	6,5	7,2	8,0	8,7	9,4	10,1	10,8	11,6	12,3	13,0	13,7	14,5
16 °C	2,7	3,4	4,1	4,8	5,4	6,1	6,8	7,5	8,2	8,9	9,5	10,2	10,9	11,6	12,3	12,9	13,6

innen: 18 ... 22°C 40 ... 70% → 6,1 ... 9,5 ... 13,6 g/m<sup>3</sup>

## Feuchte - Bilanz

Feuchtedifferenz ( $m_{wi} - m_{we}$ ) beim Lüften [ $\text{g}/\text{m}^3$ ]:

außen: 0 ... -10°C 60 ... 90% → 2 ... 4  $\text{g}/\text{m}^3 \approx 3 \text{ g}/\text{m}^3$

innen: 22°C 70% → 13,6  $\text{g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 10,6 \text{ g}/\text{m}^3$

20°C 55% → 9,5  $\text{g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 6,5 \text{ g}/\text{m}^3$

18°C 40% → 6,1  $\text{g}/\text{m}^3 - 3 \text{ g}/\text{m}^3 = 3,1 \text{ g}/\text{m}^3$

Erforderlicher Luftwechsel:  $n_{\text{erf.}} = m_{\text{Tag}} / \text{LRH} * 1 / (m_{wi} - m_{we})$

22°C 70% → 4 /Tag bzw. 0,17 /h

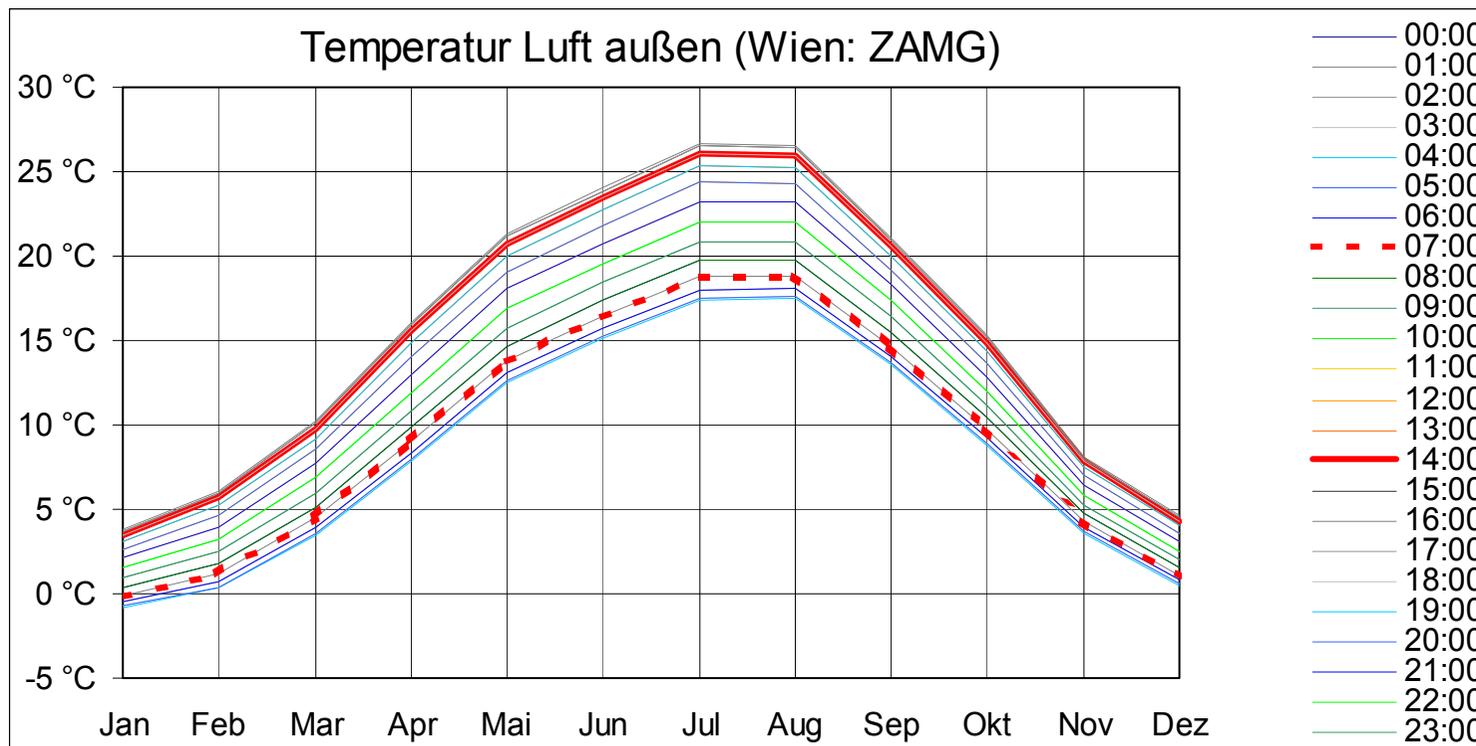
20°C 55% → 6 /Tag bzw. 0,26 /h

18°C 40% → 13 /Tag bzw. 0,54 /h

Feuchte/Tag  $m_{\text{Tag}} \approx 100 \text{ [g}/\text{m}^2 \cdot \text{d}]$ , Lichte Raumhöhe LRH = 2,5 m

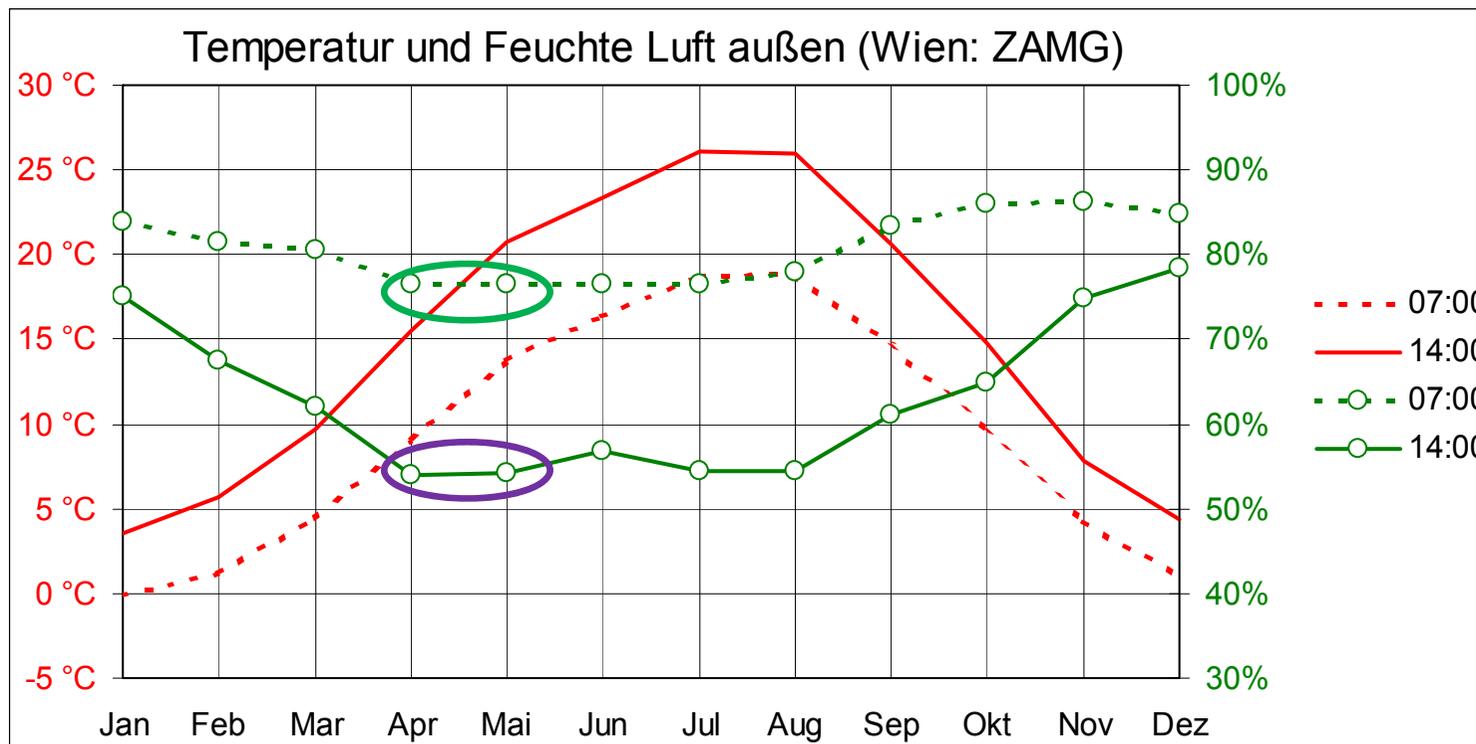
# Temperatur Luft

Mittlere Temperatur von 1970 bis 2000 (ZAMG)



# Feuchtegehalt Luft

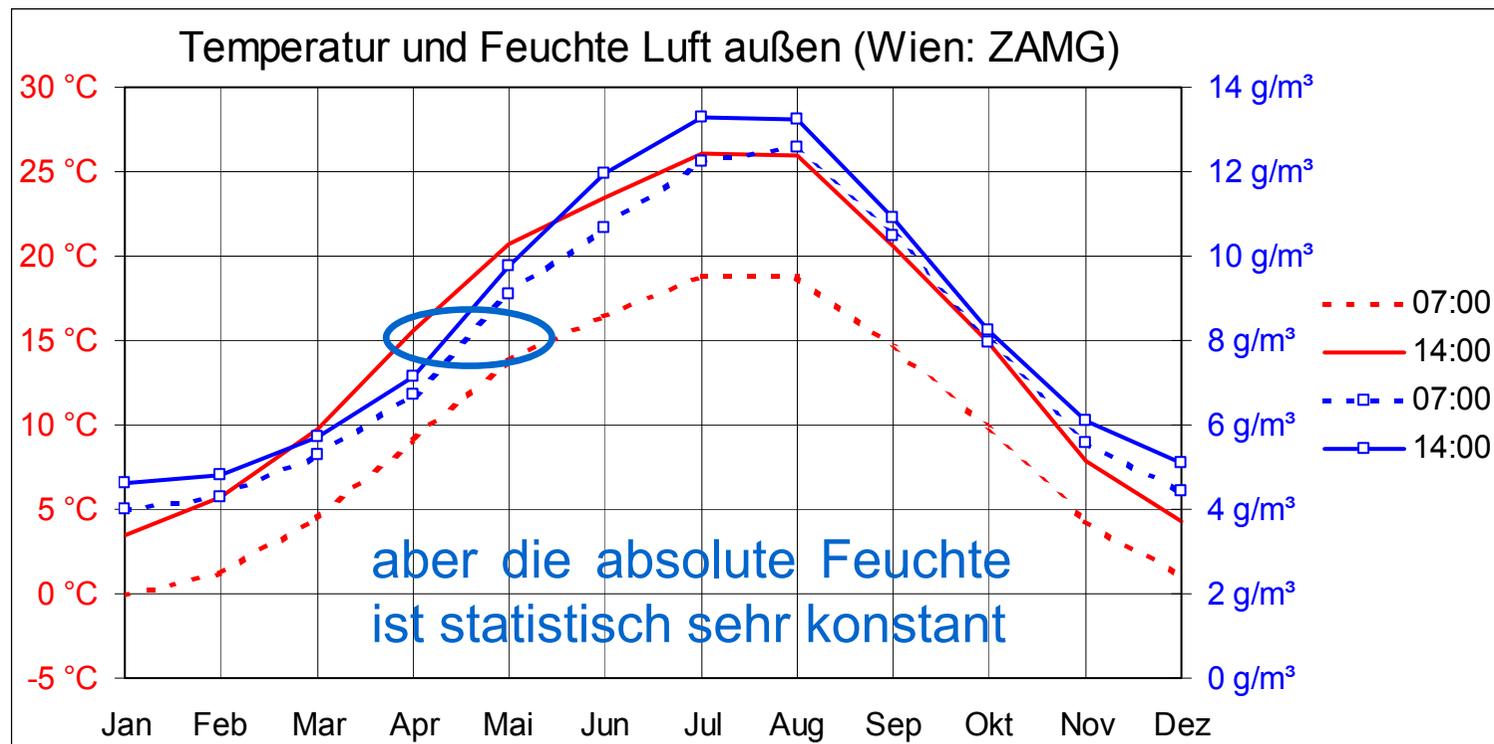
Mittlere Temperatur und Feuchte von 1970 bis 2000 (ZAMG)  
 außen April/Mai um 07:00 Uhr:  $\theta_e = 12^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 75\%$



14:00 Uhr scheinbar viel trockener:  $\theta_e = 18^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 55\%$

# Feuchtegehalt Luft

Mittlere Temperatur und Feuchte von 1970 bis 2000 (ZAMG)  
 außen April/Mai um 07:00 Uhr:  $\theta_e = 12^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 75\% \Rightarrow 8,0 \text{ g/m}^3$

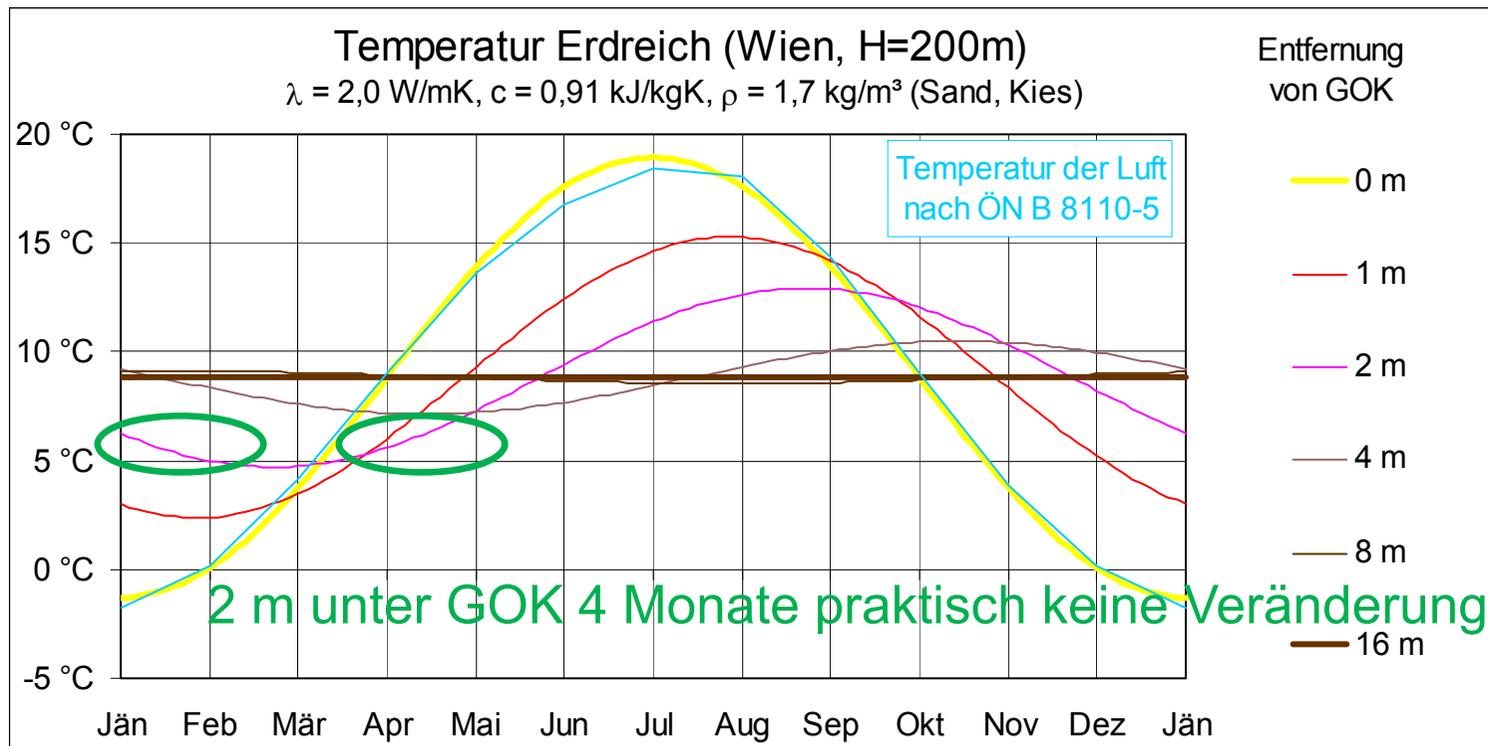


14:00 Uhr scheinbar viel trockener:  $\theta_e = 18^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_e = 55\% \Rightarrow 8,4 \text{ g/m}^3$

# Temperatur Erdreich

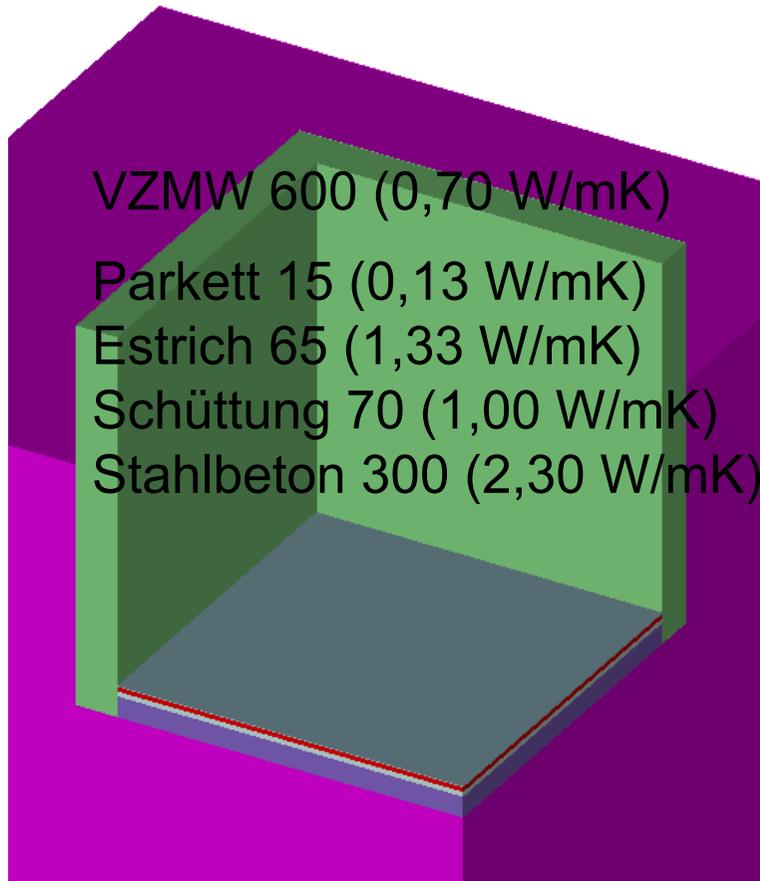
Phasenverschiebung Erdreich (Dahlem 2000)

Temperatur Erdreich Jänner in 2 m unter GOK: ca. 6°C

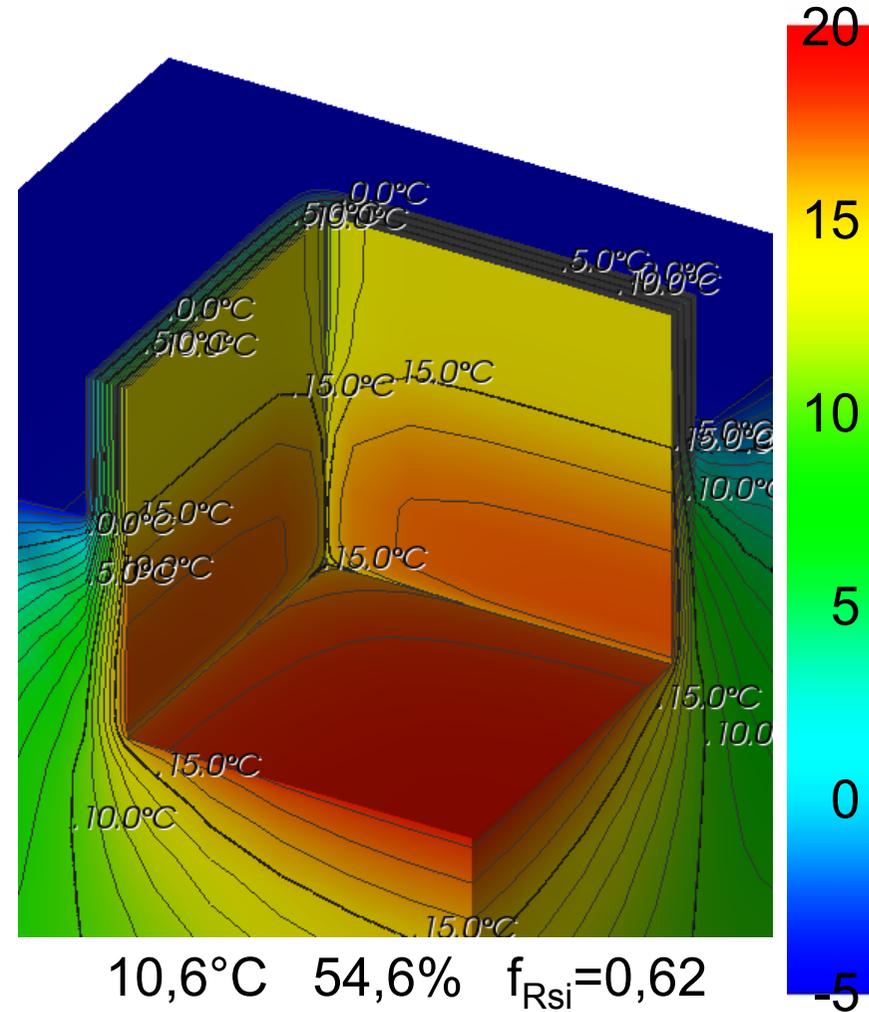


Temperatur Erdreich April/Mai in 2 m unter GOK: ca. 6°C

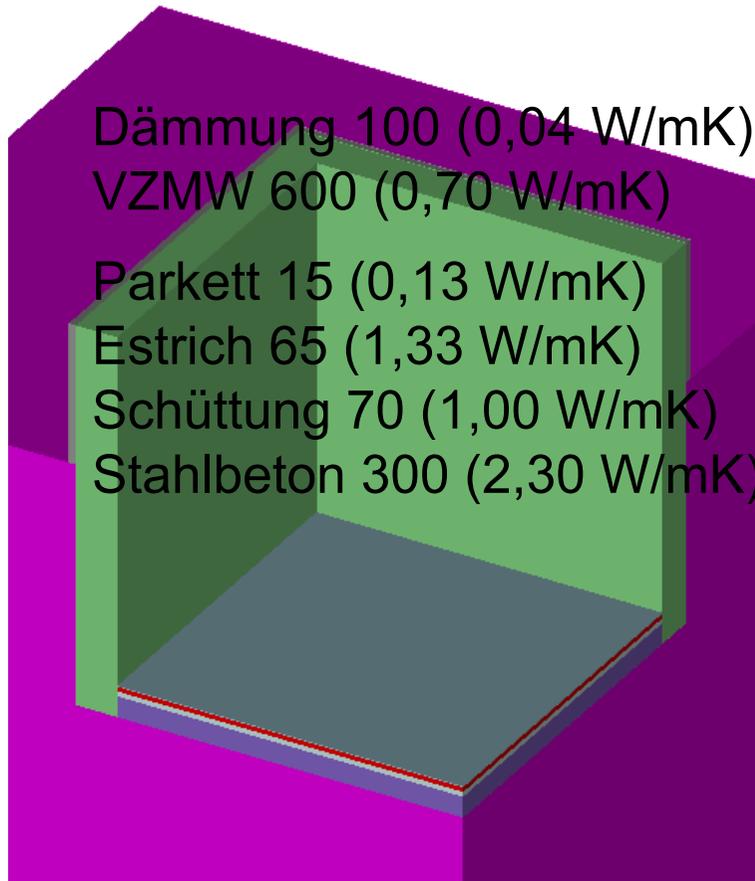
# WB: VZMW



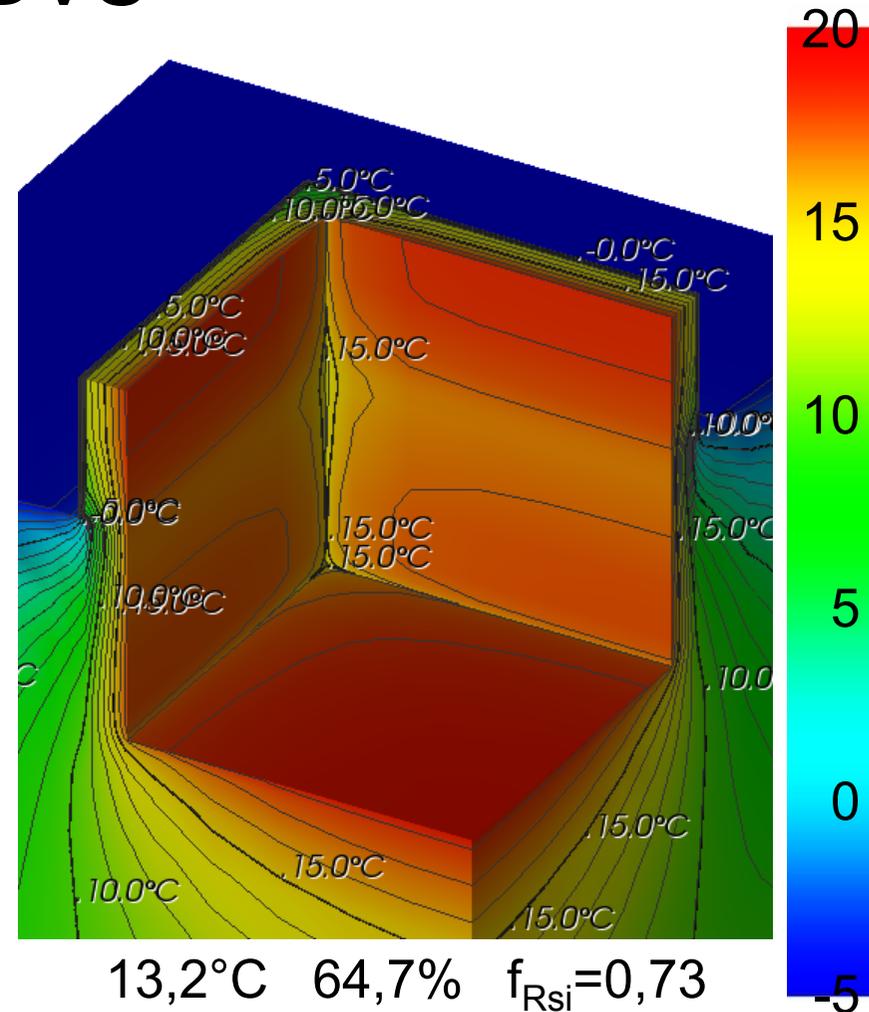
Erdreich 10°C, GOK -10m



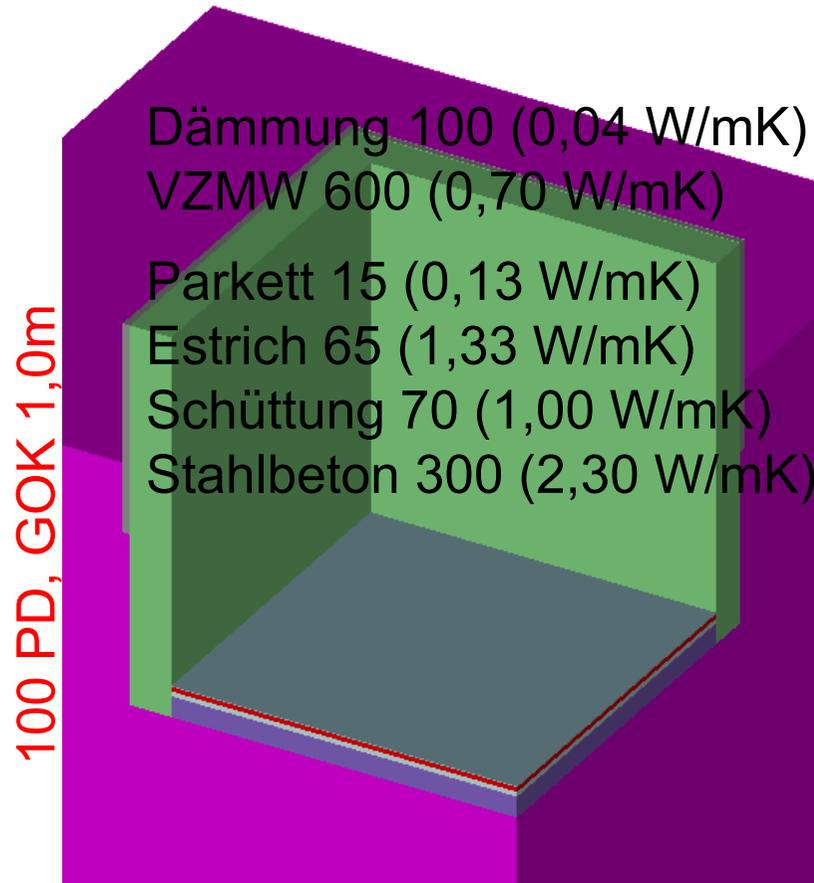
# WB: VZMW - 100 WDVS



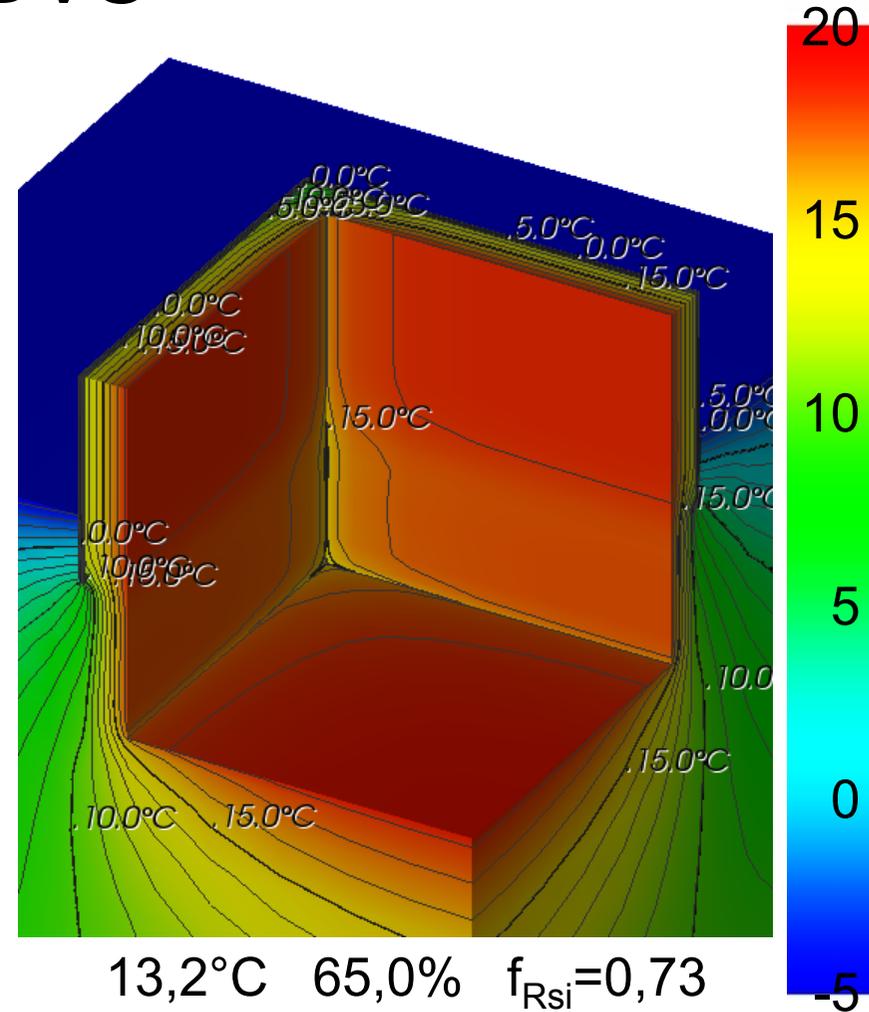
Erdreich 10°C, GOK -10m



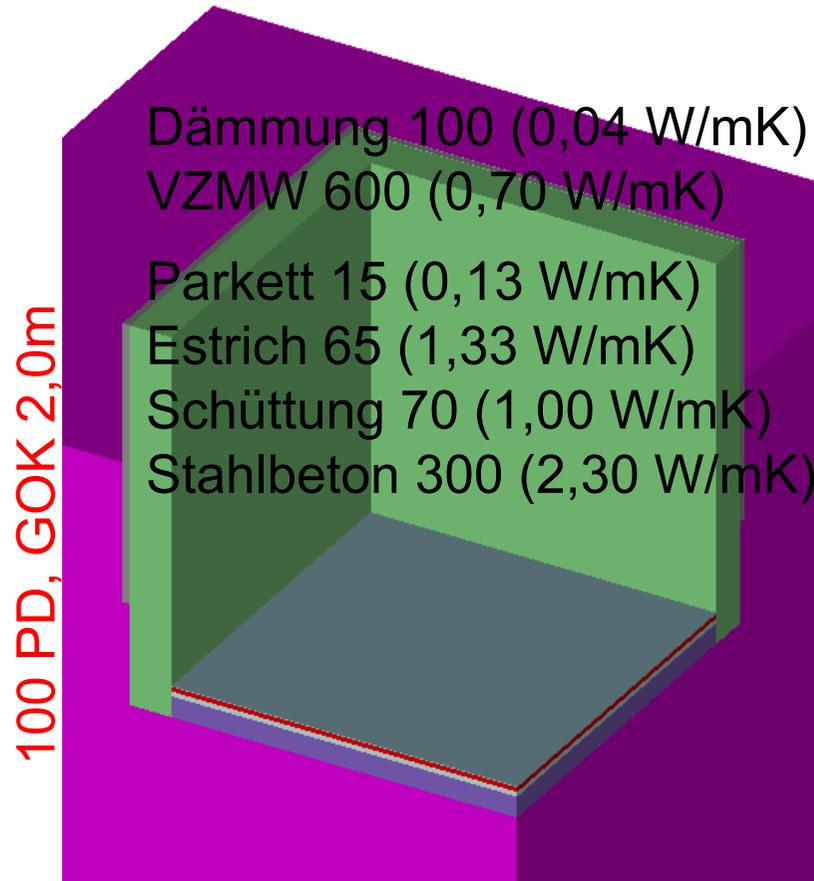
# WB: VZMW - 100 WDVS



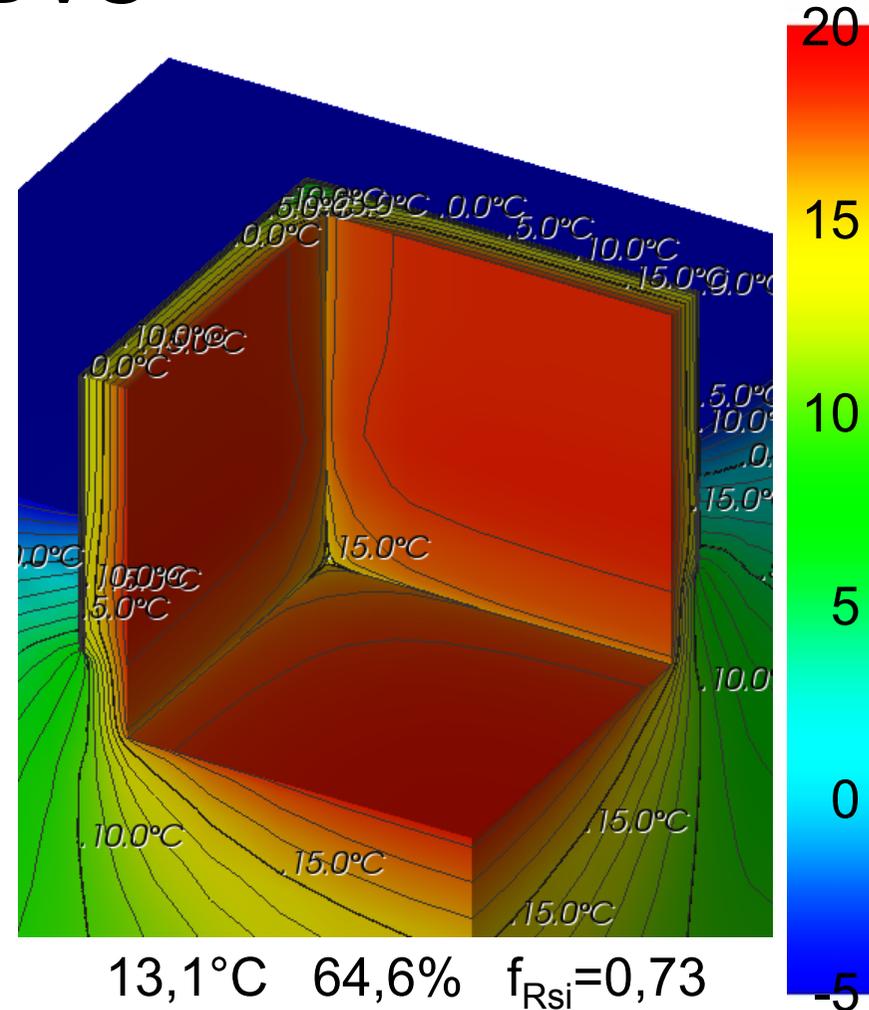
Erdreich 10°C, GOK -10m



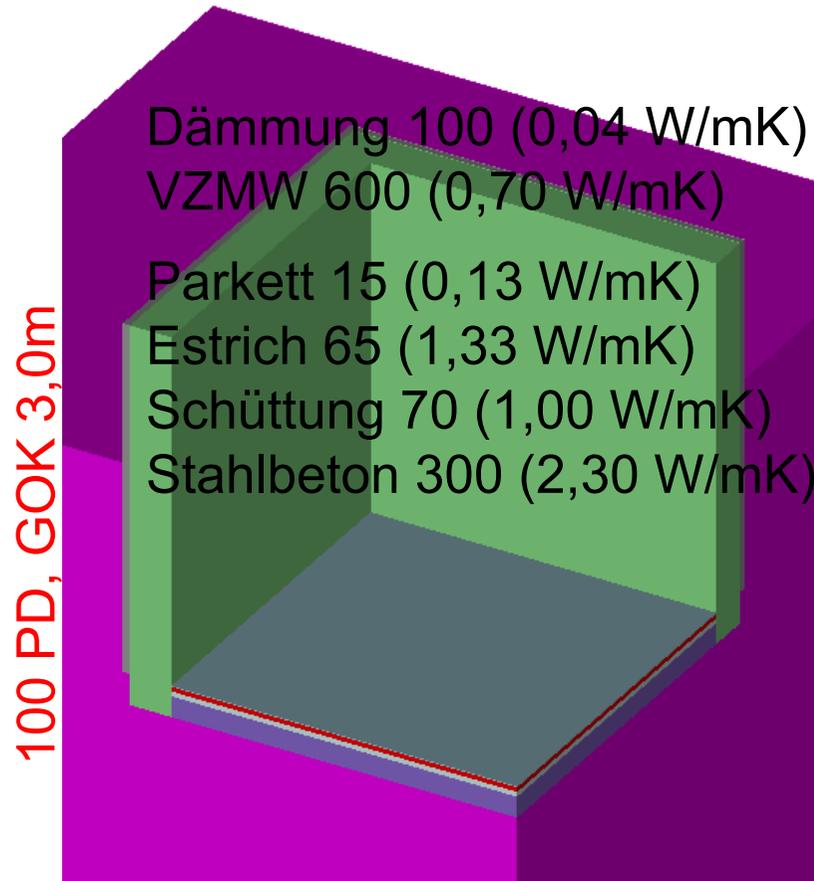
# WB: VZMW - 100 WDVS



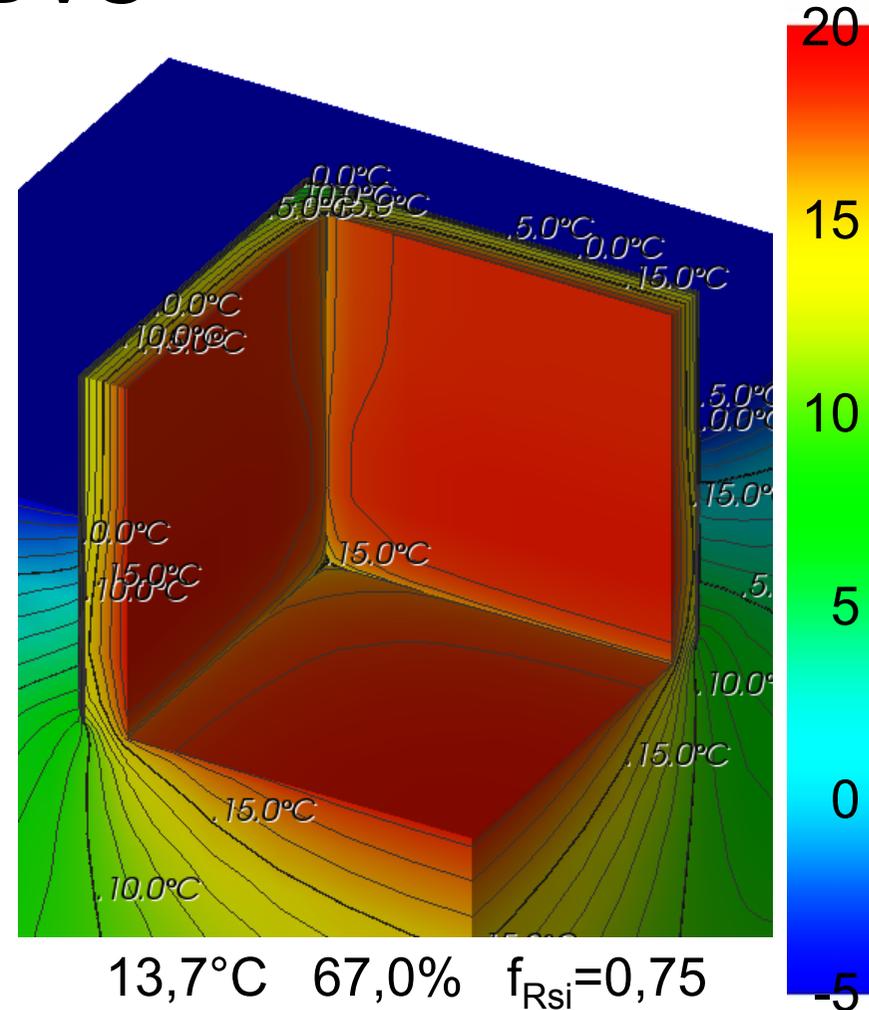
Erdreich 10°C, GOK -10m



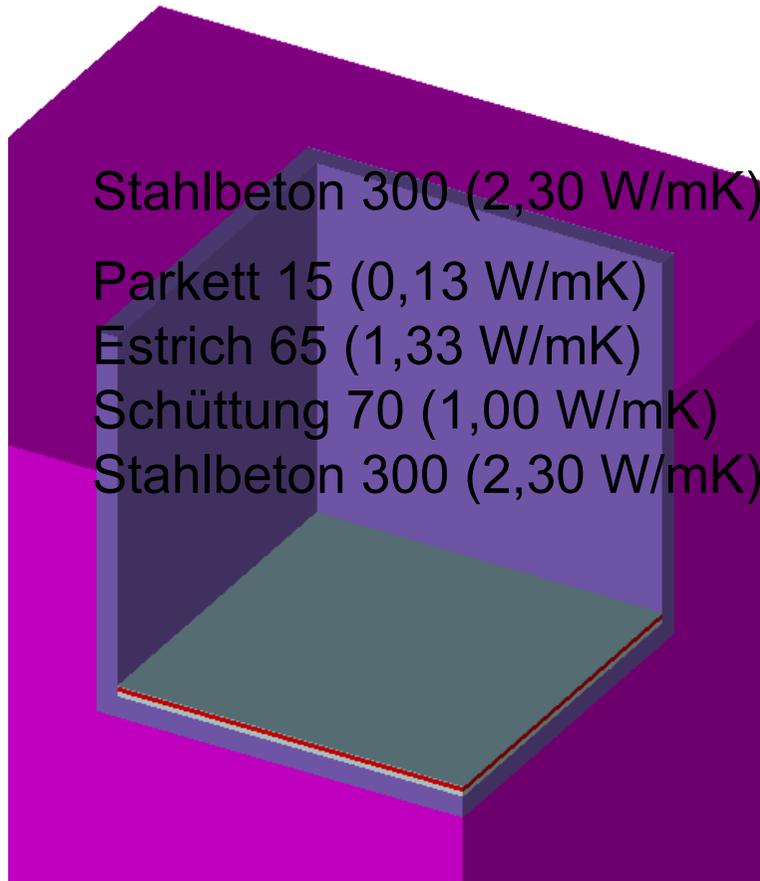
# WB: VZMW - 100 WDVS



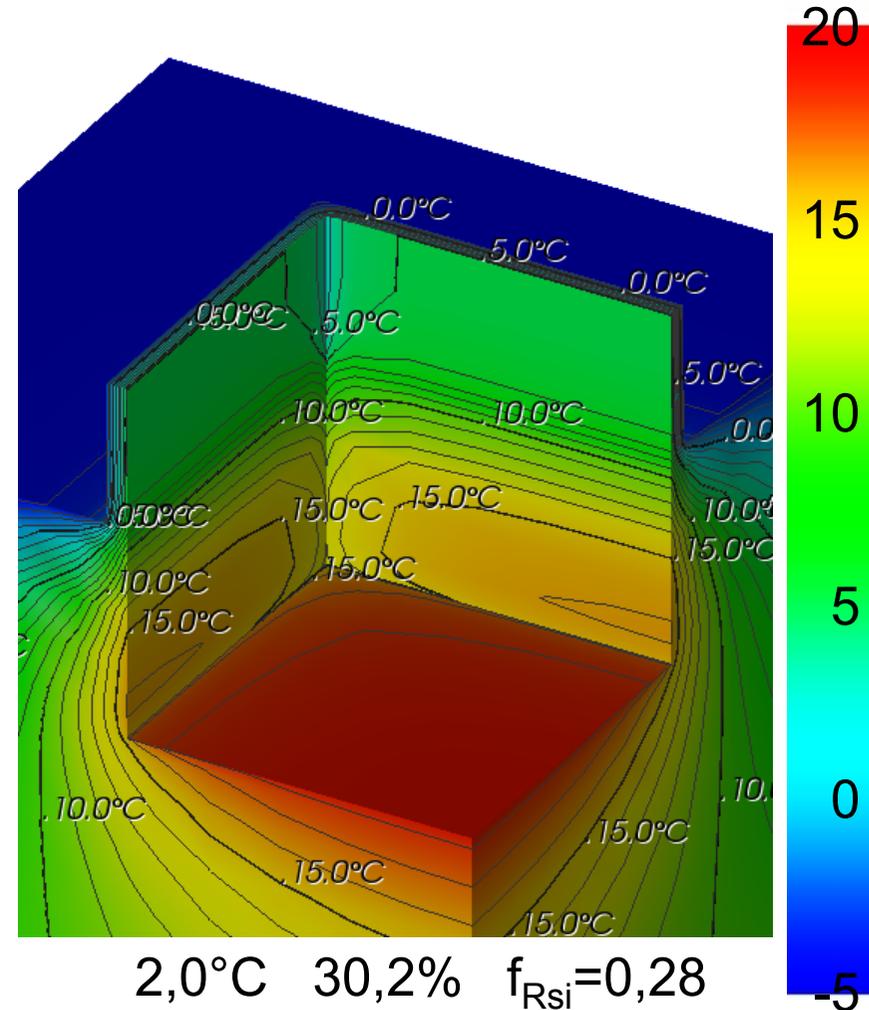
Erdreich 10°C, GOK -10m



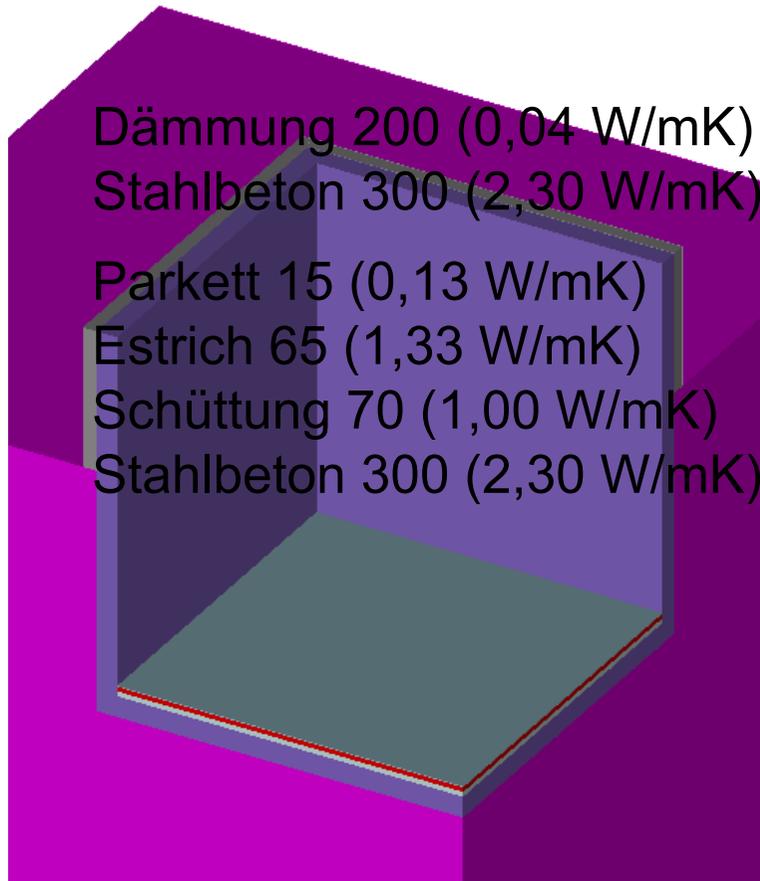
# WB: Stb



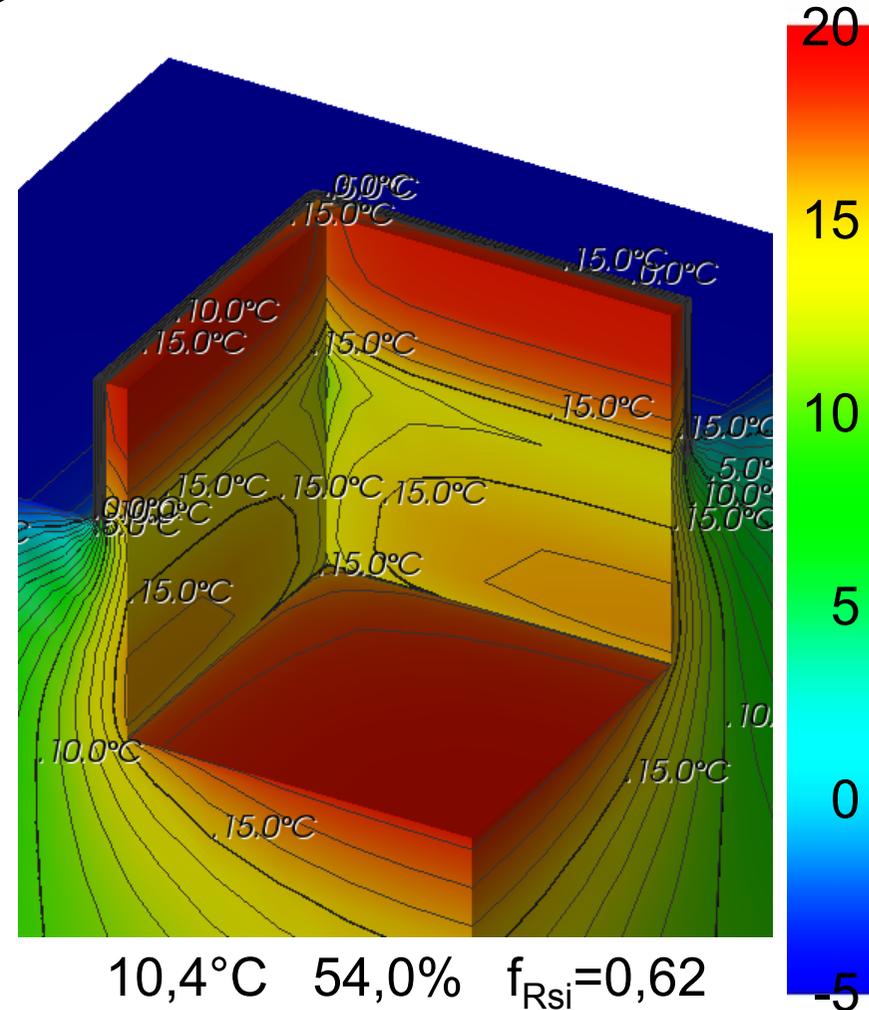
Erdreich 10°C, GOK -10m



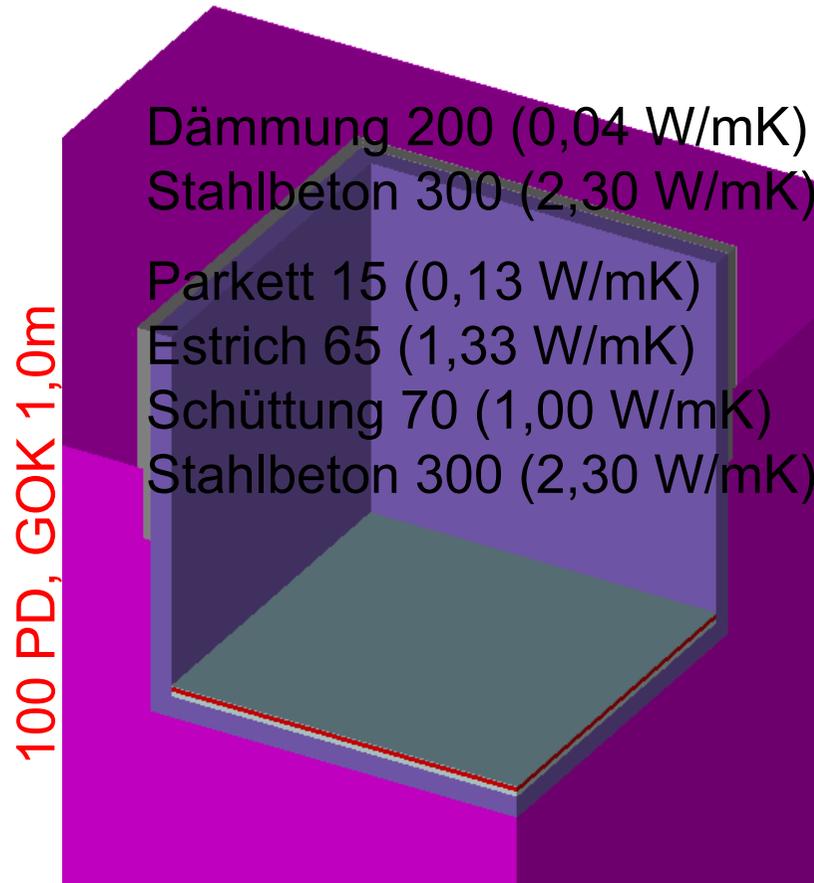
# WB: Stb - 200 WDVS



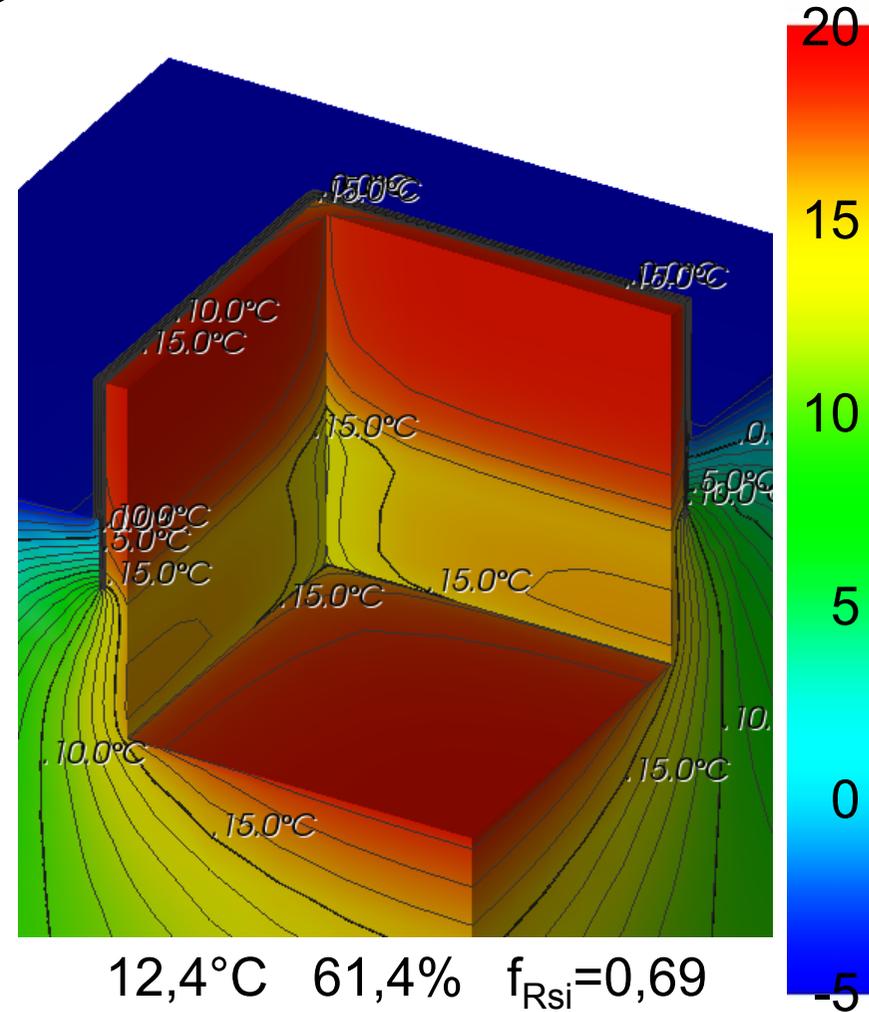
Erdreich 10°C, GOK -10m



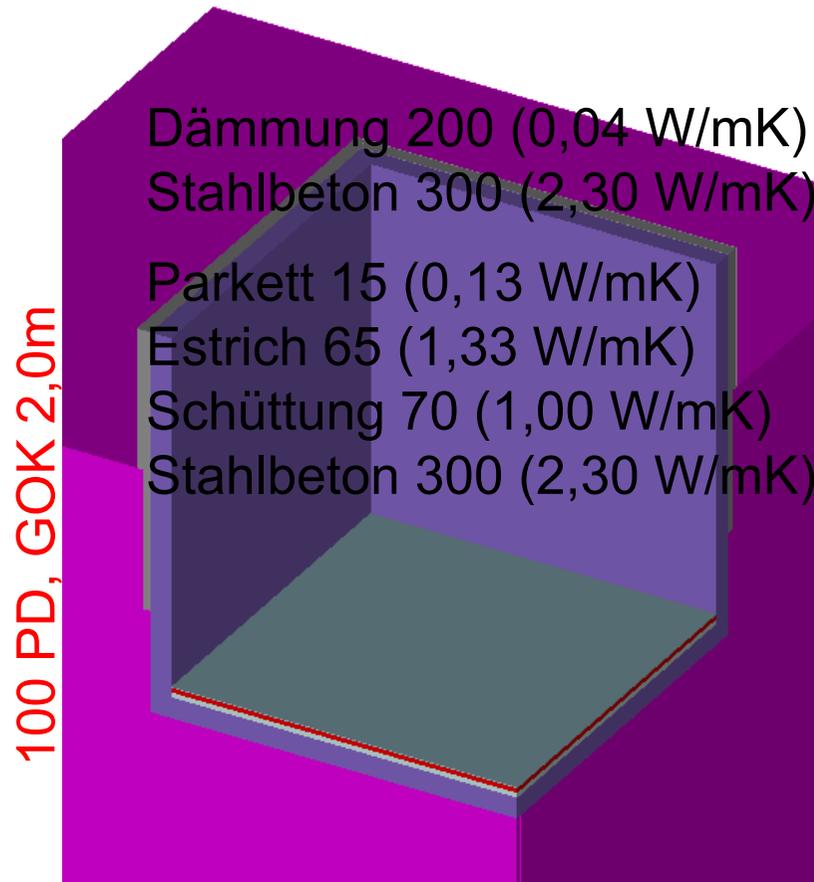
# WB: Stb - 200 WDVS



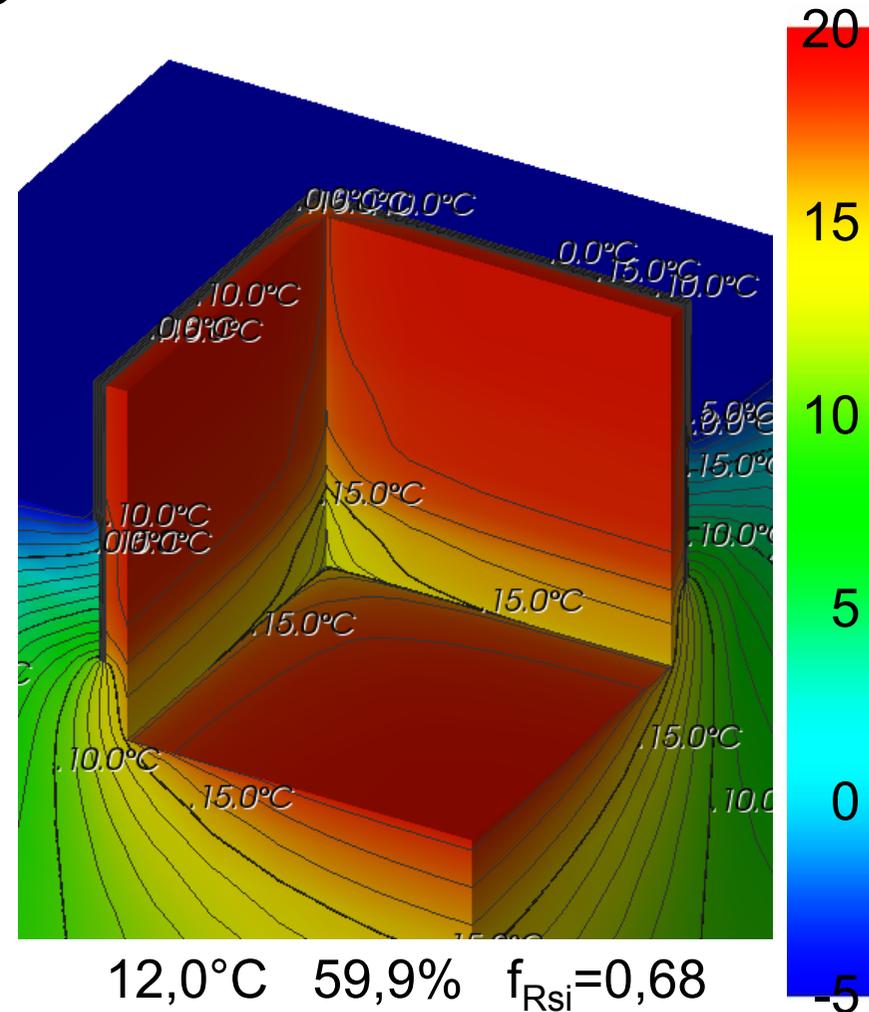
Erdreich 10°C, GOK -10m



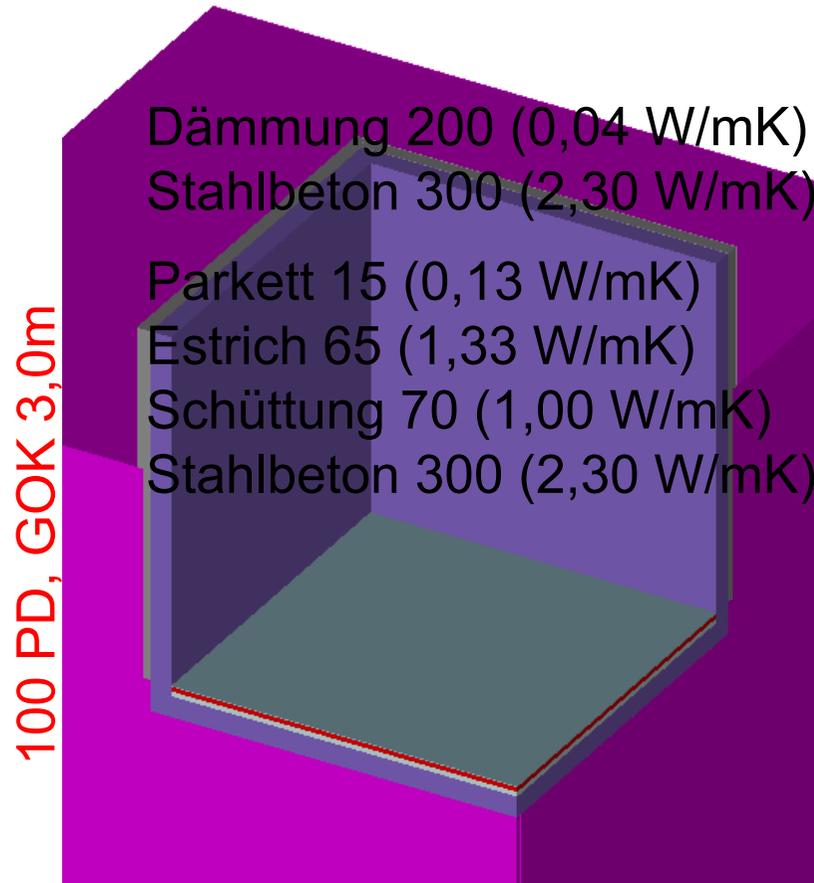
# WB: Stb - 200 WDVS



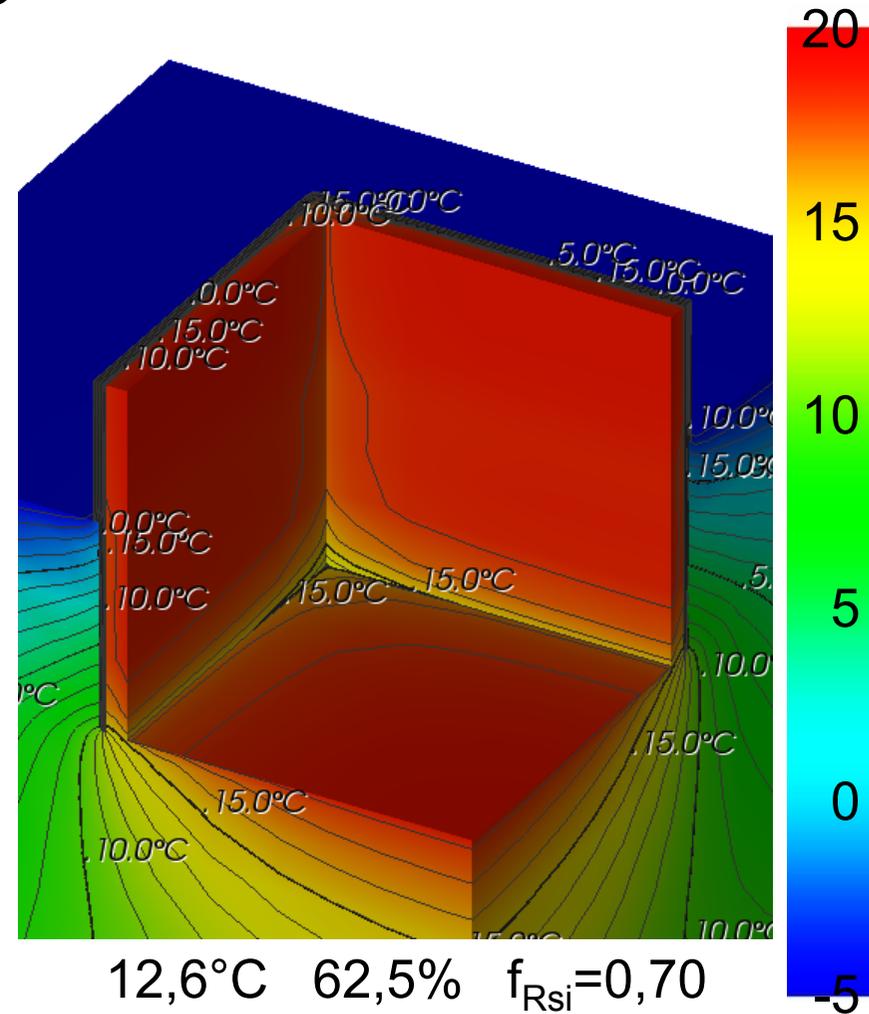
Erdreich 10°C, GOK -10m



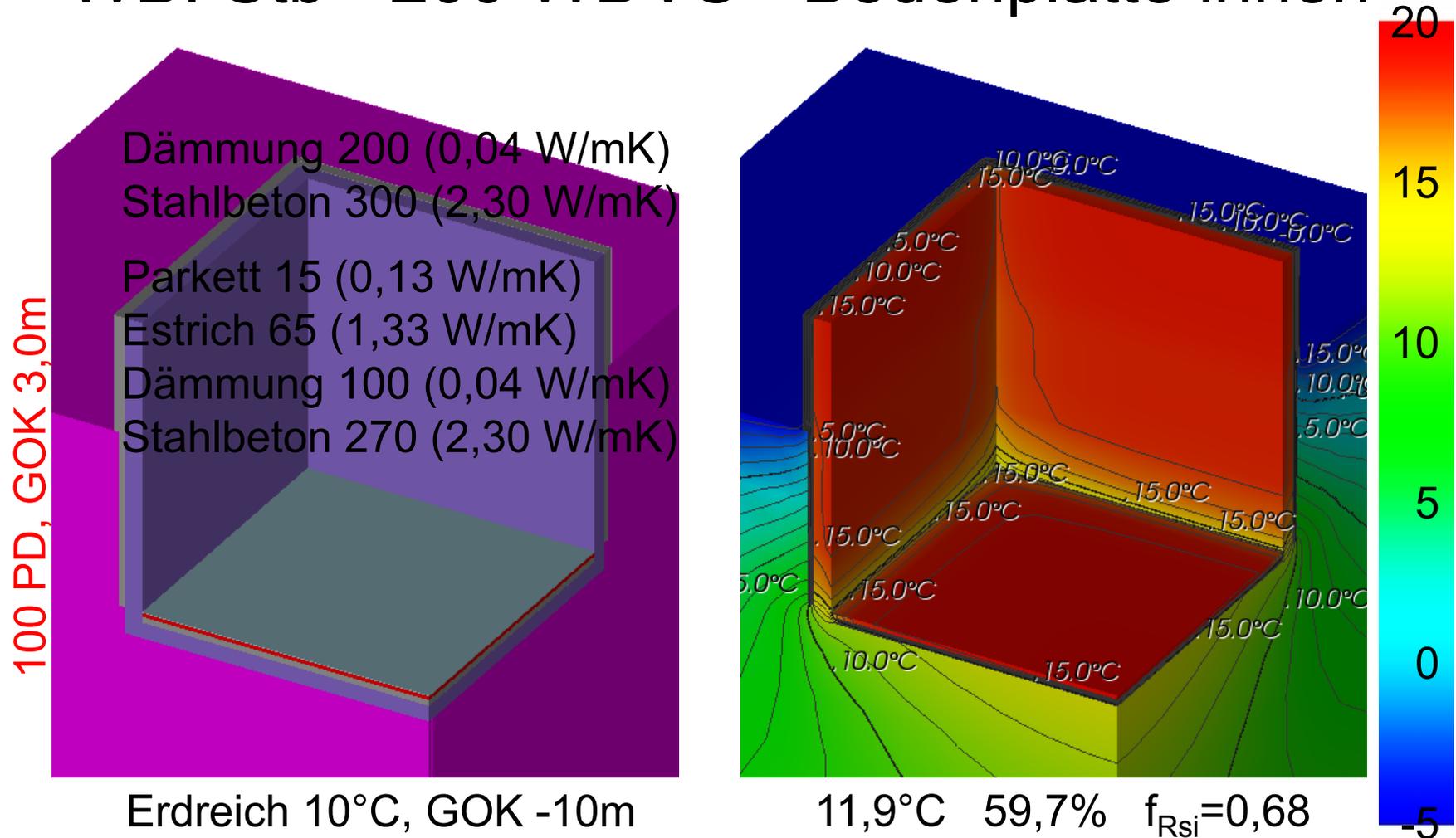
# WB: Stb - 200 WDVS



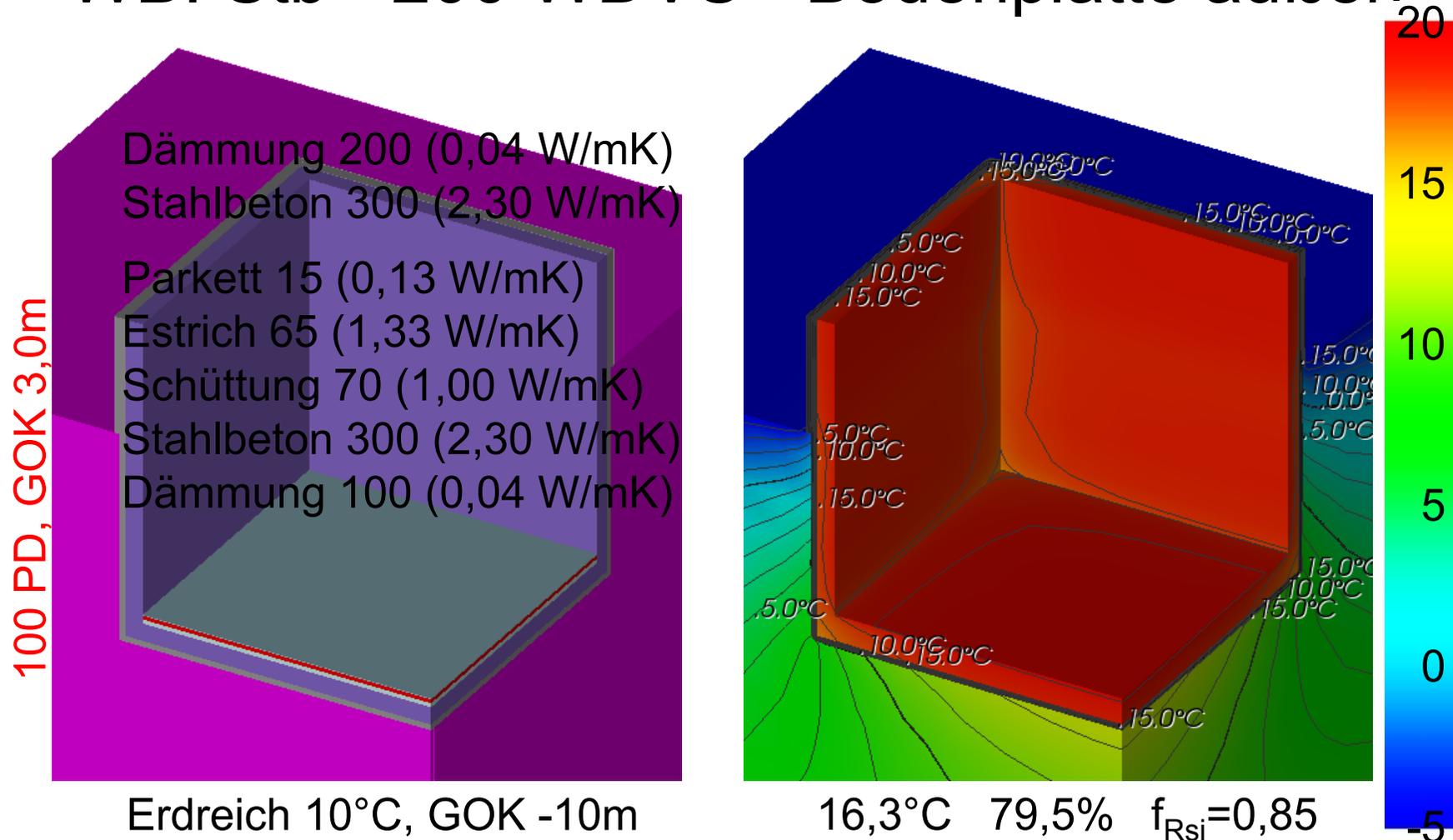
Erdreich 10°C, GOK -10m



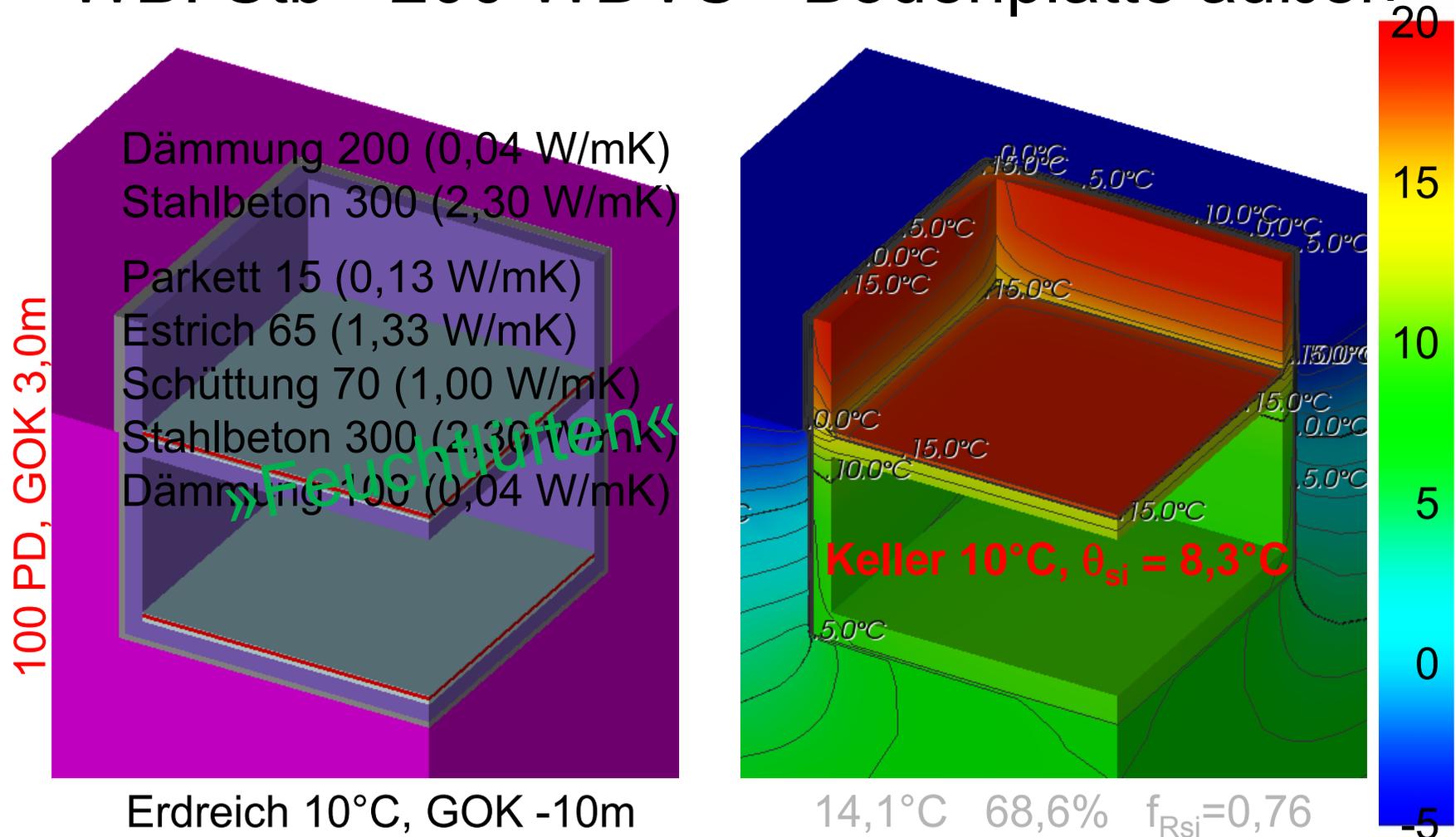
# WB: Stb - 200 WDVS - Bodenplatte innen



# WB: Stb - 200 WDVS - Bodenplatte außen



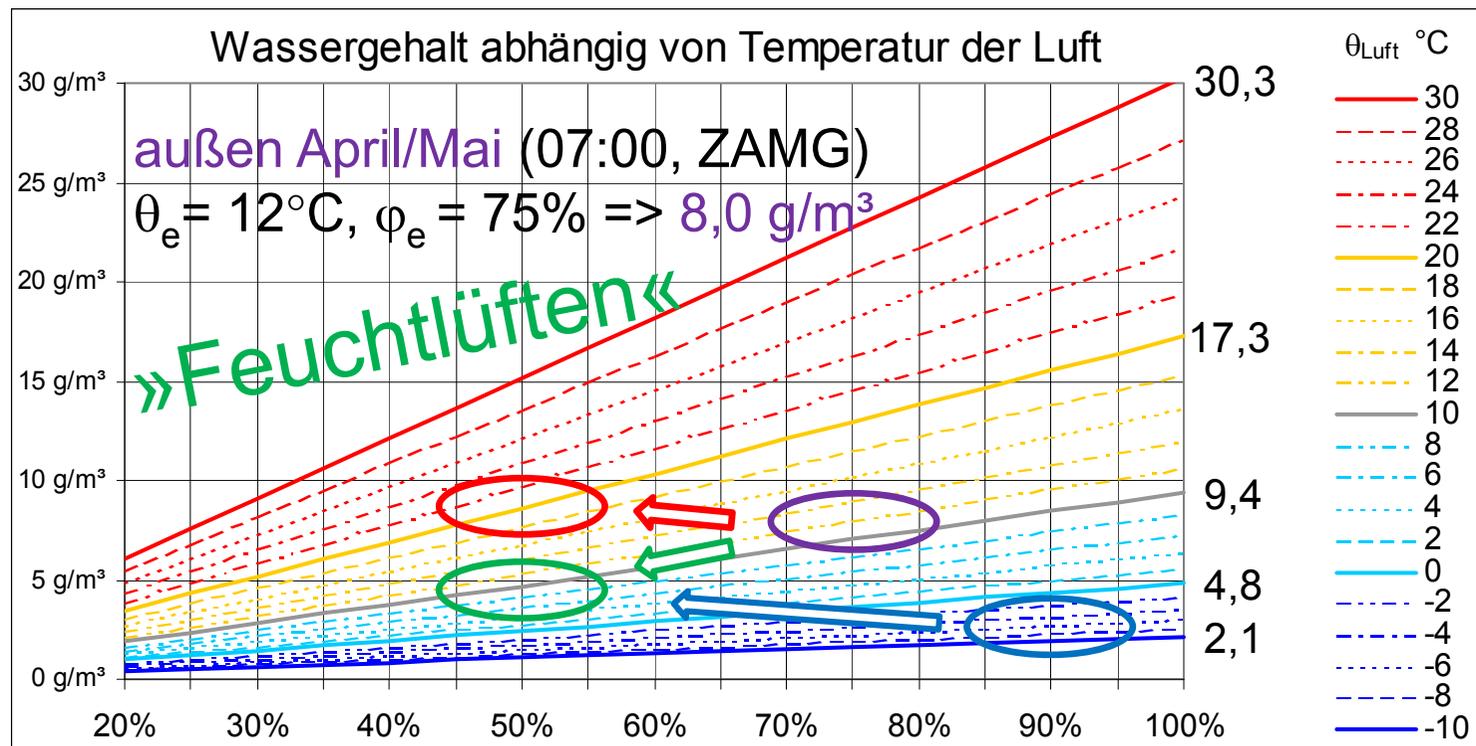
# WB: Stb - 200 WDVS - Bodenplatte außen



# Wassergehalt Luft

außen:  $\theta_e = -5^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_{e \max} \approx 90\%$   $\Rightarrow$   $3,0 \text{ g/m}^3$  (DIN 4108-2)

innen Kellerluft:  $\theta_i = 10^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 50\%$   $\Rightarrow$   $4,7 \text{ g/m}^3$  (DIN 4109)



innen Wohnraum:  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_i = 50\%$   $\Rightarrow$   $8,6 \text{ g/m}^3$  (ÖN B 8110-2)

# Lüftung - manuell

Feuchte messen und bedarfsabhängig Lüften



Temperaturstation  
& Außensender  
ca. € 30



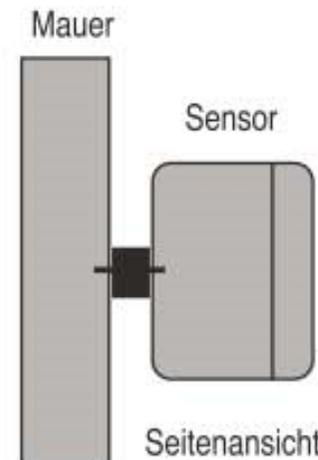
Temperaturstation  
& Außensender  
ca. € 500



# Lüftung - mechanisch

Feuchtegesteuerte mechanische Be- & Entlüftung

[www.keller-doktor.de](http://www.keller-doktor.de)



nicht die Temperatur Luft  
sondern der Oberfläche !

Lüftung wenn Taupunkttemperatur außen um 5 °C niedriger als innen

## Fazit

- Diffusion: kein Problem (außer diffusionsdichte Bodenbeläge)
- Dämmung: Außendämmung mindert das Probleme
  - zwingend erforderlich bei sehr schlechter Dämmung (Stahlbeton, Naturstein)
  - nur bedingt erforderlich bei geringer Dämmung (Vollziegel)
  - Innendämmung bringt keine Verbesserung
- Lüftung: Lüftung im Frühling riskant: »Feuchtlüften«
  - manuelle Lüftung => Feuchte messen
  - feuchtegesteuerte Lüftung => OF-Temperatur
- Lösung: ganzjährig  $> 20\text{ °C}$  (Heizen bis Juni / Juli)

hochwertige Nutzung erfordert Wohnraumtemperatur im ganzen Jahr

# Richtlinien & Normen & Literatur

- Künzel 2012 »Probleme mit Innendämmungen bei der Altbausanierung - Lösungsmöglichkeiten«  
Hartwig M. Künzel, 10. Wiener Sanierungstagen, 2002-04-11/12
- ÖNORM B 8110-2: Wärmeschutz im Hochbau - Wasserdampfdiff. & Kondensationsschutz (2003-07-01)
- ÖNORM B 8110-5: Wärmeschutz im Hochbau - Klimamodell und Nutzungsprofile (2011-03-01)
- ÖNORM EN ISO 13789: Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissions- und Lüftungswärmedurchgangskoeffizient - Berechnungsverfahren (2008-04-01)
- ÖNORM EN ISO 13788: Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen  
Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und  
Tauwasserbildung im Bauteilinneren - Berechnungsverfahren (2002-01-01)
- DIN 1946-6: Raumluftechnik - Teil 6: Lüftung von Wohnungen; Allgemeine Anforderungen, Anforderungen zur Bemessung, Ausführung & Kennzeichnung, Übergabe/Übernahme (Abnahme) & Instandhaltung (2009-05)
- DIN 4108-2: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden  
Mindestanforderungen an den Wärmeschutz (2003-07-01)
- ÖNORM EN ISO 10211-1: Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen  
Allgemeine Berechnungsverfahren (1996-03-01)
- ÖNORM EN ISO 10211: Wärmebrücken im Hochbau - Wärmeströme und Oberflächentemperaturen  
Detaillierte Berechnungen (2008-04-01)
- Dahlem 2000 »Der Einfluss des Grundwassers auf den Wärmeverlust erdreichberührender Bauteile«  
Dissertation Karl-Heinz Dahlem, Kaiserslautern, 2000
- ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Klimadaten von Österreich 1971 - 2000
- AnTherm: Programm zur Analyse von Wärmebrücken (T. Kornicki Dienstleistungen in EDV & IT, V6.99)

# Bauphysik - warum Keller Keller feucht sind

Referent

DI(FH) Clemens Häusler, MSc

Geboren 1966 in Wien, absolvierte seine Schulausbildung in Österreich (HTL Mödling, Ing. für Hochbau) und studierte danach in Deutschland (FHT Stuttgart, Dipl. Ing. (FH) für Bauphysik) und England (University of Southampton, M.Sc. of Sound and Vibrations).

Nach einem halbjährigen Forschungsauftrag am Fraunhofer-Institut für Bauphysik in Stuttgart (mikroperforierte Absorber), arbeitete er von 1995 bis 2000 in der Deutschen Industrie .

Ab 2000 betätigt er sich als selbstständiger Berater in Deutschland und Österreich für Hersteller von Akustikdecken. Seit 2003 ist er freiberuflicher Bauphysiker und als Experte im Österreichischen Normungsinstitut (ON-K 208 »Schall« und ON-K 175 »Wärme«) tätig. Ab 2009-01-01 ist er Inhaber des Einzelunternehmens »bauphysik.at«