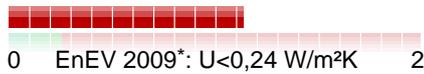
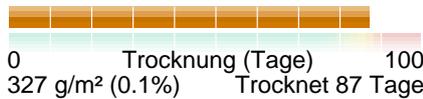


????? ?? ??????? + ???????: Außenwand,  $U=1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ 

(erstellt am 12.4.2013 19:43)

 **$U = 1,13 \text{ W/m}^2\text{K}$**   
 (Wärmedämmung)

 0 EnEV 2009\*:  $U < 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$  2

 Raumluft:  $20^\circ\text{C} / 50\%$ 

 Außenluft:  $-10^\circ\text{C} / 80\%$ 
**Wenig Tauwasser**  
 (Feuchteschutz)

 0 100  
 327  $\text{g/m}^2$  (0.1%)  
 Trocknung (Tage) Trocknet 87 Tage

 Tauwasser:  $0.33 \text{ kg/m}^2$ 

sd-Wert: 14.1 m

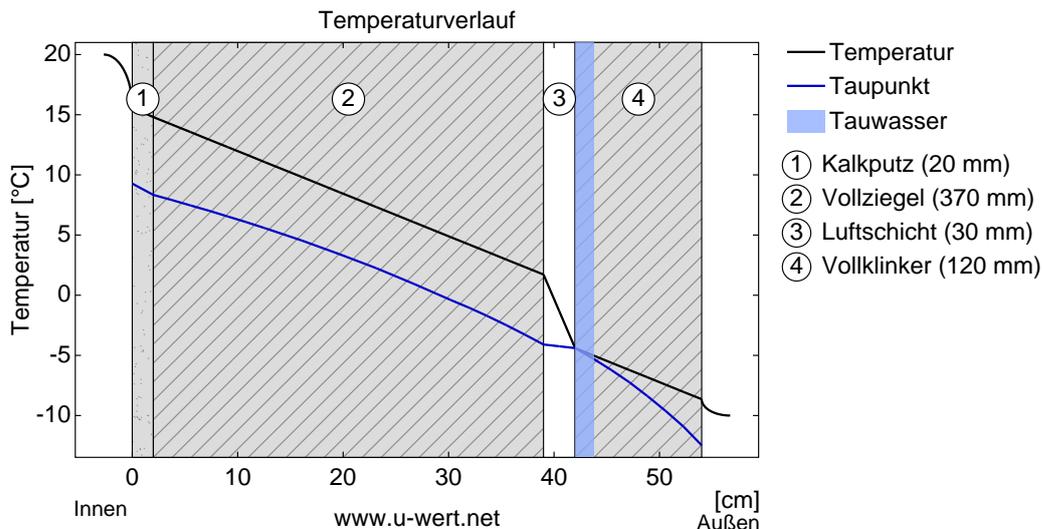
**TA-Dämpfung: 54.6**  
 (Hitzeschutz)

 Temperaturamplitudendämpfung: 54.6  
 Phasenverschiebung: 17.0h

 Gewicht:  $1008 \text{ kg/m}^2$ 

Dicke: 54 cm

## Temperaturverlauf / Tauwasserzone



Verlauf von Temperatur und Taupunkt innerhalb des Bauteils. Der Taupunkt kennzeichnet die Temperatur, bei der Wasserdampf kondensieren und Tauwasser entstehen würde. Solange die Temperatur der Konstruktion an jeder Stelle über der Taupunkttemperatur liegt, entsteht kein Tauwasser. Falls sich die beiden Kurven berühren, fällt an den Berührungspunkten Tauwasser aus.

## Schichten (von innen nach außen)

Folgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten aller Schichten der Konstruktion:

#	Material	$\lambda$ [W/mK]	R [ $\text{m}^2\text{K/W}$ ]	Temperatur [ $^\circ\text{C}$ ]		Gewicht [ $\text{kg/m}^2$ ]	Tauwasser [Gew%]
				min	max		
	Wärmeübergangswiderstand		0,130	15,6	20,0		
1	2 cm Kalkputz	0,870	0,023	14,8	15,6	28,0	0,0
2	37 cm Vollziegel	0,960	0,385	1,7	14,8	740,0	0,0
3	3 cm Luftschicht (ruhend)	0,167	0,180	-4,4	1,7	0,0	
4	12 cm Vollklinker	0,960	0,125	-8,6	-4,4	240,0	0,1
	Wärmeübergangswiderstand		0,040	-10,0	-8,6		
	54 cm Gesamtes Bauteil		0,883			1008,0	

## Feuchteschutz

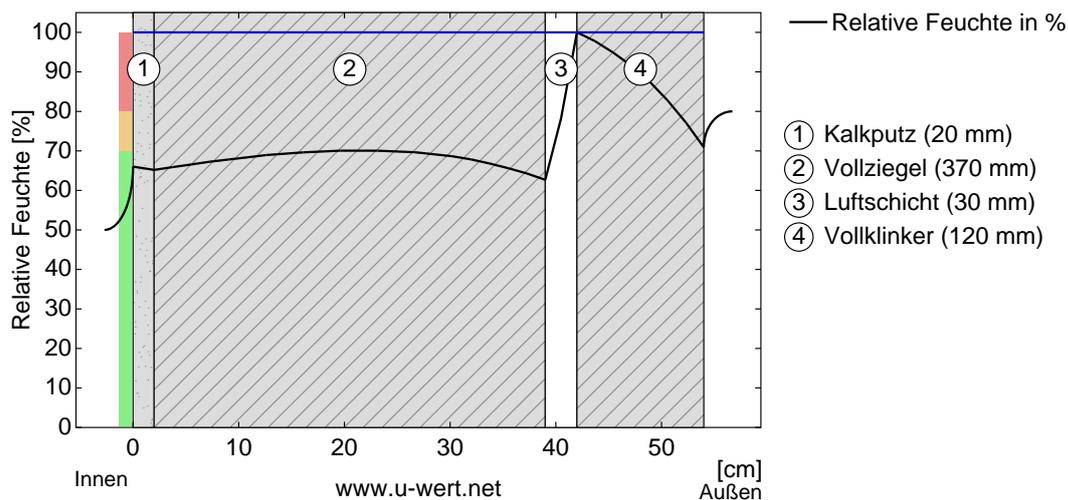
Während der winterlichen Tauperiode von 60 Tagen fallen in diesem Bauteil insgesamt 0,328 kg Tauwasser pro Quadratmeter an. Diese Menge trocknet im Sommer innerhalb von 87 Tagen ab (bei 12°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% - innen wie außen).

#	Material	sd-Wert [m]	Tauwasser		Trocknungsdauer Tage	Gewicht [kg/m <sup>2</sup> ]
			[kg/m <sup>2</sup> ]	%		
1	2 cm Kalkputz	0,20	-	0,0		28,0
2	37 cm Vollziegel	1,85	-	0,0		740,0
3	3 cm Luftschicht (ruhend)	0,03	-			0,0
4	12 cm Vollklinker	12,00	0,33	0,1		240,0
	... auf Innenseite		0,33		87	
	54 cm Gesamtes Bauteil	14,08	0,328		87	1,008,0

## Relative Feuchte / Luftfeuchtigkeit

Die Oberflächentemperatur der Wandinnenseite beträgt 15,6°C was zu einer relativen Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche von 66% führt. Unter diesen Bedingungen sollte nicht mit Schimmelbildung zu rechnen sein.

Das folgende Diagramm zeigt die relative Feuchte innerhalb des Bauteils. Außerhalb des Bauteils entspricht diese Größe der relativen Luftfeuchtigkeit.



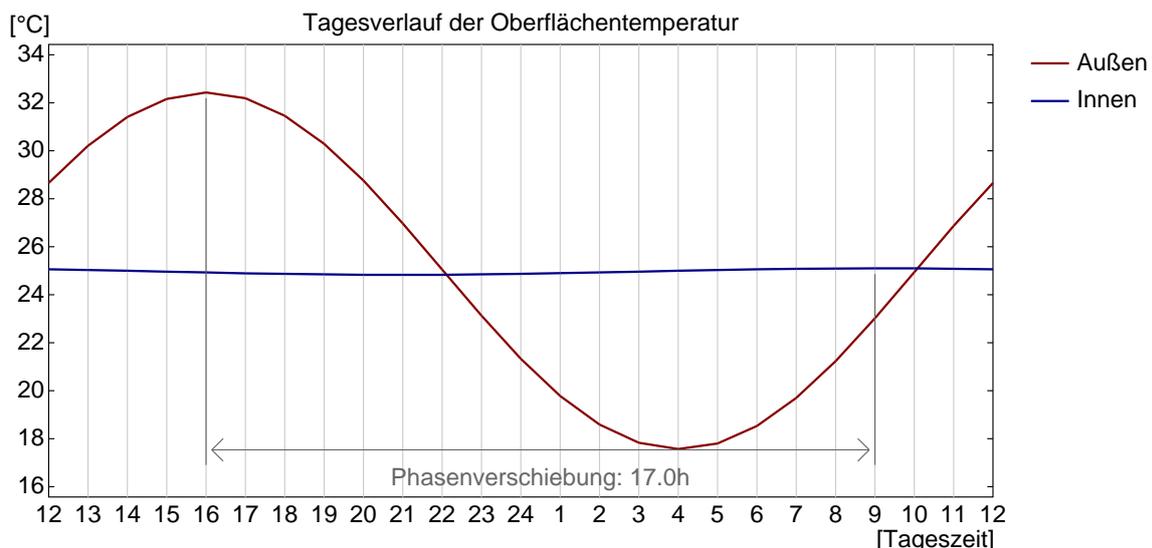
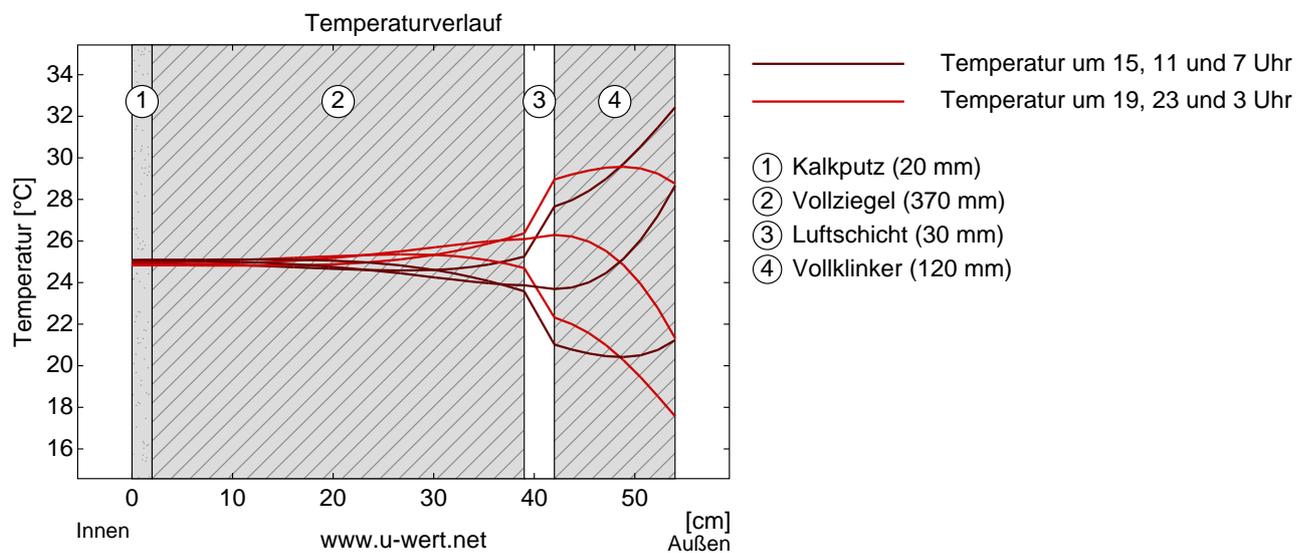


## Hitzeschutz

Für die Analyse des sommerlichen Hitzeschutzes wurden die Temperaturänderungen innerhalb des Bauteils im Verlauf eines heißen Sommertages simuliert. Folgende Tabelle enthält die Ergebnisse:

Phasenverschiebung:	17,0h	Zeitpunkt der maximalen Innentemperatur:	9:00
Amplitudendämpfung:	54,6	Temperaturdifferenz auf äußerer Oberfläche:	14,9 °C
TAV:	0,018	Temperaturdifferenz auf innerer Oberfläche:	0,3 °C

(Die Phasenverschiebung gibt die Zeitdauer in Stunden an, nach der das nachmittägliche Hitzemaximum die Bauteilinnenseite erreicht. Die Amplitudendämpfung beschreibt die Abschwächung der Temperaturwelle beim Durchgang durch das Bauteil. Ein Wert von 10 bedeutet, dass die Temperatur auf der Außenseite 10x stärker variiert, als auf der Innenseite, z.B. außen 15-35°C, innen 24-26°C. Das Temperaturamplitudenverhältnis TAV ist der Kehrwert der Dämpfung:  $TAV = 1/\text{Amplitudendämpfung}$ )



**Obere Abbildung:** Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils zu verschiedenen Zeitpunkten. Jeweils von oben nach unten, braune Linien: um 15, 11 und 7 Uhr und rote Linien um 19, 23 und 3 Uhr morgens.

**Untere Abbildung:** Temperatur auf der äußeren (rot) und inneren (blau) Oberfläche im Verlauf eines Tages. Die schwarzen Pfeile kennzeichnen die Lage der Temperaturhöchstwerte. Das Maximum der inneren Oberflächentemperatur sollte möglichst während der zweiten Nachthälfte auftreten.



## Wärmespeicherfähigkeit

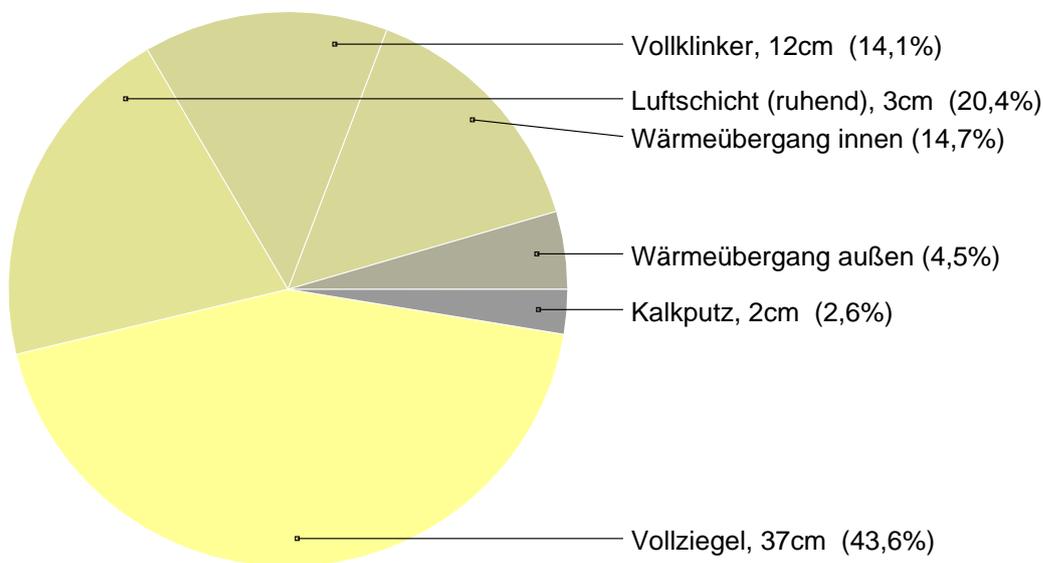
Wärmekapazität des gesamten Bauteils: 890 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.247 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn Innen- und Außentemperatur gleichzeitig um 1°C erhöht werden.)

Wärmespeicherfähigkeit der inneren Schichten: 442 kJ/m<sup>2</sup>K bzw. 0.123 kWh/m<sup>2</sup>K

(Energie in kJ bzw. kWh, die ein Quadratmeter des Bauteils aufnimmt, wenn die Innentemperatur um 1°C erhöht wird und die Außentemperatur beibehalten wird.)

## Beitrag einzelner Schichten zur Wärmedämmung



Dieses Dokument wurde vom U-Wert-Rechner auf [www.u-wert.net](http://www.u-wert.net) generiert. Der Betreiber von u-wert.net übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit der dargestellten Informationen und keine Haftung für unmittelbare und mittelbare Schäden, die aus den angebotenen Informationen und / oder ihrer Verwendung entstehen.

Perma-Link zu dieser Berechnung im Internet:

[http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=75&d1=37&mid1=50&d2=3&mid2=86&d3=12&mid3=49&bt=0&T\\_i=20&RH\\_i=50&T\\_e=-10&RH\\_e=80&outside=0&name=%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B0+%D0%B8%D0%B7+%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%B0+%2B+%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B5%D1%80](http://www.u-wert.net/berechnung/u-wert-rechner/?d0=2&mid0=75&d1=37&mid1=50&d2=3&mid2=86&d3=12&mid3=49&bt=0&T_i=20&RH_i=50&T_e=-10&RH_e=80&outside=0&name=%D0%A1%D1%82%D0%B5%D0%BD%D0%B0+%D0%B8%D0%B7+%D0%BA%D0%B8%D1%80%D0%BF%D0%B8%D1%87%D0%B0+%2B+%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%BD%D0%BA%D0%B5%D1%80)