

Wärmeschutz-Berechnung und U-Wert - für den Bauherrn verständlich gemacht

Will man den Wärmeschutz fachgerecht durchführen, muß man sich durch einen Berg von Begriffen und Formeln arbeiten. Ohne ein naturwissenschaftliches Studium ist das kaum zu bewältigen. Wir versuchen daher, hier alles auf das Wesentliche zu reduzieren, so daß auch der Laie eine Wärmeschutzberechnung durchführen kann.

Die Begriffe, die im Zusammenhang mit Wärmeschutz immer wieder auftauchen, lauten Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchlaßwiderstand, Wärmeübergangskoeffizient, Wärmedurchgangswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient. Sie sehen, da kann man ganz schön ins Schwitzen kommen! Aber keine Panik, nicht alles was Sie gerade gelesen haben, müssen Sie sich merken. Genaue Definitionen und Formeln ersparen wir uns an dieser Stelle zum größten Teil, denn diese irritieren den Laien höchstens.

Die wichtigste Kennzahl im Zusammenhang mit dem Wärmeschutz eines einzelnen Bauteils ist der **U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient, Wärmedurchlässigkeit, U-Wert war früher der k-Wert)**. Er gibt an, welche Wärmemenge (in kWh) durch eine Bauteilfläche von 100 m² in einer Stunde transportiert wird, wenn zwischen innen und aussen ein Temperaturunterschied von 10 Grad besteht. Je kleiner der Wert, desto besser. (Physiker und Ingenieure bitte nicht melden, wir wissen, daß die genaue Definition etwas anders lautet).

Damit Sie ein Gefühl für den Unterschied zwischen gut und schlecht gedämmten Bauteilen bekommen, sind in der nachfolgenden Tabelle Anhaltswerte für den U-Wert verschiedener Bauteile aufgeführt. Die unter der Rubrik "sehr gut" aufgeführten Werte sind die Werte eines Niedrigenergiehauses und damit Standard seit Gültigkeit der EnEV (Energieeinsparverordnung) Februar 2002.

U-Wert					
Bauteil	sehr schlecht	schlecht	mittel	gut	sehr gut
Dach	≥ 1,00	0,60	0,30	0,22	≤ 0,15
Beispiel	Keine oder maximal 4 cm Zwischensparrendämmung	6 bis 10 cm Zwischensparrendämmung	12 bis 16 cm Zwischensparrendämmung oder 9 cm PUR-Aufsparrendämmung	18 bis 20 cm Zwischensparrendämmung oder 12 cm PUR-Aussparrendämmung	27 bis 30 cm Zwischensparrendämmung oder 18 cm PUR-Aufsparrendämmung
Massivwand	≥ 1,50	0,80	0,40	0,30	≤ 0,20
Beispiel	24 cm Vollziegelmauerwerk mit Putz	36,5 cm Leichthochlochziegelmauerwerk mit Putz	36,5 cm Porenbeton 600 [kg/m ³] mit Putz, innen Gipsputz	36,5 cm Porenbeton 400 [kg/m ³] mit Putz, innen Gipsputz	36,5 cm Ziegelmauerwerk mit 13 cm PUR-Dämmung
Fenster	5,20	3,50	1,80	1,40	≤ 1,20
Beispiel	Einscheibenglas	Doppelverglasung	Wärmeschutzverglasung	Moderne Wärmeschutzverglasung	Niedrigenergiehausfenster

Nicht erwähnt wurden in der obigen Liste Wände von Fertighäusern, dabei haben diese sehr interessante U-Werte. Außenwände von Fertighäusern neuester Generation in Holzfachwerk- oder Holzständerbauweise kommen bei einer Dicke von nur 25 cm - 27 cm auf einen U-Wert von 0,17. Zum Vergleich: Eine 36,5 cm Massivwand aus Ziegelmauerwerk mit zusätzlich 13 cm PUR-Dämmung kommt gerade auf einen vergleichbaren U-Wert, obwohl die Wand etwa doppelt so dick ist. Die Fertighaushersteller argumentieren durchaus richtig, daß bei einer Grundfläche von 9 x 12 m für ein durchschnittliches eingeschossiges Wohnhaus die Wohnfläche bei diesem Wandaufbau etwa 9 m² größer ist, als bei der Variante Massivmauerwerk plus Dämmung.

Das sagt die Energieeinsparverordnung zum U-Wert

Bei einem Neubau oder bei Änderungen an bestehenden Gebäuden müssen Mindestanforderungen an den U-Wert des Bauteils eingehalten werden. Diese Anforderungen wurden mit der neuen EnEV um etwa 30 Prozent verschärft. In den folgenden Tabellen werden die Werte für den Neubau und die Modernisierung angegeben.

Referenzwerte für Neubauten gemäß EnEV 2009

Bauteil	Wohngebäude	Nichtwohngebäude
	U in W/(m ² K)	U in W/(m ² K)
Außenwand gegen Außenluft	0,28	0,28
Außenwand gegen Erdreich	0,35	0,35
Dach, oberste Geschossdecke	0,20	0,20
Fenster, Fenstertüren	1,30	1,30
Dachflächenfenster	1,40	1,40
Lichtkuppeln	2,70	2,70
Außentüren	1,80	1,80
Vorhangfassade		1,40
Glasdächer		2,70
Lichtbänder		2,40

Höchstwerte im Sanierungsfall gemäß EnEV

Bauteil	ENEV 2007	ENEV 2009
	U in W/(m ² K)	U in W/(m ² K)
Außenwände	0,35	0,24
Dach, oberste Decke	0,30	0,24
Fenster, Fenstertüren	1,70	1,30
Verglasungen	1,50	1,10
Dachflächenfenster	-	1,40
Vorhangfassaden	1,90	1,50
Glasdächer	-	2,00

Berechnung des U-Werts

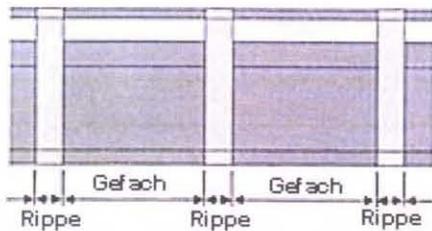
Der wichtigste Begriff im Zusammenhang mit der Wärmedämmung ist die **Wärmeleitfähigkeit**. Diese ist eine d i c k e u n a b h ä n g i g e Stoffeigenschaft, und nicht zu verwechseln mit dem U-Wert. Die Wärmeleitfähigkeit eines Stoffes gibt an, welche Wärmemenge (in kWh) durch eine Baustofffläche von 100 m² und 1 m Dicke in einer Stunde transportiert wird, wenn zwischen innen und außen ein Temperaturunterschied von 10 Grad besteht. **Wie beim U-Wert gilt: je kleiner der Wert, desto besser.**

In Deutschland werden die Dämmstoffe in Abhängigkeit von Ihrer Wärmeleitfähigkeit in eine "Wärmeleitfähigkeitsgruppe" (Wärmeleitgruppe, WLГ) eingestuft. Diese Gruppe entspricht den Nachkommastellen der Wärmeleitfähigkeit. Beispiel: Dämmung mit der Wärmeleitfähigkeit 0,030 hat die Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLГ 030.

Um die Wärmedurchlässigkeit (U-Wert) eines Bauteils berechnen zu können, benötigt man auch noch den Dämmwert der einzelnen Schichten. Im Fachjargon nennt man diesen Wärmedämmwert **Wärmedurchlaßwiderstand**. Damit wird der Widerstand einer Schicht gegen das Durchströmen von Wärme angegeben. Zu seiner Ermittlung ist die Dicke der betreffenden Schicht (in Meter) durch die stoffbezogene Wärmeleitfähigkeit zu dividieren.

Bei mehrschichtigen Bauteilen ist für jede Schicht nach diesem Rechenverfahren der Einzelwert festzustellen. Die Summe aller Einzelwerte ergibt dann den Wärmedurchlaßwert bzw. Wärmedämmwert für das gesamte Bauteil. Je größer der Widerstand, desto besser ist die Wärmedämmung.

Auch r u h e n d e Luftschichten (keine strömende Hinterlüftungen) haben in Abhängigkeit von Dicke und Neigung einen bestimmten Dämmwert. Dieser Widerstand beträgt bei ruhenden Luftschichten bis 60 Grad Neigung 0,16. Ist die Schicht mehr als 60 Grad geneigt 0,18. Diese Werte müssen bei der Berechnung des Gesamtwiderstand berücksichtigt werden.



Komplizierter wird die Berechnung des U-Werts, wenn bei Bauteilen die Wärmedämmung unterbrochen ist. Bei Dächern z.B. bei der Zwischensparrendämmung ist dies der Fall. Hier müssen zwei Bereiche untersucht werden. Zum einen das Gefach, wo die Wärmedämmung liegt und zum anderen die Rippe, welche die Wärmedämmung unterbricht. Die Rippen (also der Sparren oder der Balken) werden nur in der Dicke der seitlich anliegenden Wärmedämmung berücksichtigt. Dampfsperren und Abdichtungsbahnen werden bei der Wärmeschutzberechnung nicht berücksichtigt.

Folgende Formeln zur Berechnung des Wärmeschutzes eines Bauteils ergeben sich mit den obigen Erläuterungen:

Den Dämmwert einer Schicht, genannt Widerstand (Wärmedurchlasswiderstand) berechnet man mit folgender Formel:

$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Dicke}}{\text{Wärmeleitfähigkeit}}$$

Hat das Bauteil mehrere Schichten, muß man alle Schichten (auch ruhende Luftschichten, siehe oben) zum Gesamtwiderstand (Wärmedurchgangswiderstand) addieren:

$$\text{Gesamtwiderstand} = \text{Summe der Widerstände}$$

Die Wärmedurchlässigkeit (den U-Wert) eines Bauteils berechnet man aus dem Kehrwert des Gesamtwiderstandes:

$$\text{UWert} = \frac{1}{\text{Gesamtwiderstand}}$$

Kommen Gefach und Rippe hinzu, ergibt sich folgende Formel für die Wärmedurchlässigkeit:

$$\text{UWert} = \frac{\text{GefachUWert} \times \text{Gefachbreite} + \text{RippenUWert} \times \text{Rippenbreite}}{\text{Gefachbreite} + \text{Rippenbreite}}$$

Nun müßten Sie in der Lage sein, eine Wärmeschutzberechnung selbst durchzuführen.

Bezeichnung	Wärmeleitfähigkeit
Bekleidungen / Platten	
Gipskartonplatten	0,25
Holzschalung (Nadelholz)	0,13
Spanplatten (Flachpress)	0,13
(Standard-Bekleidung)	0,35
Innenputze	
Gipsputz	0,70
Gipsputz ohne Zuschlag	0,35
(Standard-Innenputz)	0,90
Tragwerk	
Kalksandstein-Mauerwerk, 1600 [kg/m ³]	0,79
Leichthochlochziegel-Mauerwerk, 900 [kg/m ³]	0,42
Porenbeton 350 [kg/m ³] 600 [kg/m ³]	0,09 0,16
Sparren / Rippen aus Nadelholz	0,13
Stahlbeton	2,1
Vollziegel-Mauerwerk, 1600 [kg/m ³]	0,68
(Standard-Mauerwerk)	1
Dampfbremsen	
Glasvliesbitumendachbahnen V 13	0,17
Wärmedämmungen	
Holzfaserdämmplatten, WLG 050	0,050
Mineralwolle WLG 035 ("Glas- o. Steinwolle")	0,035
Mineralwolle WLG 040 ("Glas- o. Steinwolle")	0,040
Polystyrol (PS 20 SE) ("Styropor") WLG 040	0,040
PUR-Hartschaum, WLG 030	0,030
FOAMGLAS®-Platten T4-040	0,040
isofloc Zellulose-Dämmstoffe WLG 040	0,040
Schafwolle-Dämmmatten DWS 8 / 90	0,044
(Standard-Wärmedämmung)	0,040
Außenputze	
Kalkzementputz	0,87
Kunstharzputz	0,70
Standard-Außenputz)	0,90