

Hessische Energiespar-Aktion
Annastraße 15

64285 Darmstadt

www.energiesparaktion.de



Energiesparwand aus der Bronzezeit – eine U-Wert-Bestimmung

Aus der Rekonstruktion der Wand einer bronzezeitlichen Hütte ergibt sich ein fünfschichtiger Aufbau. Die erste und fünfte Schicht bestehen aus Lehmewurf von ca. 5 cm Dicke, jeweils auf einem Holzgeflecht von ca 2 cm Dicke. Die mittlere dämmende Schicht war eine Grasfüllung von ca. 10 cm Dicke.

Die Berechnung bestimmt die Wärmedämm-Qualität der Wand, technisch ausgedrückt als U-Wert in $W/(m^2K)$. Hierbei zeigen niedrige Werte einen guten Wärmeschutz an. Ein Überblick:

Fachwerkwand 1300 bis 1800: 1,6 - 3,2 $W/(m^2K)$

Ziegelwand ab 1870: 1,5 $W/(m^2K)$

Außenwand nach Wärmeschutzverordnung 1995: 0,51 $W/(m^2K)$

Außenwand nach Energieeinsparverordnung 2009: ca. 0,2- 0,35 $W/(m^2K)$

Für die Berechnung des U-Wertes werden die heute bekannten stofflichen Eigenschaften der Konstruktionsschichten herangezogen, wie sie seit 1900 präzise gemessen werden. Nicht bekannt ist, mit welchem Raumgewicht die Stoffe verwandt wurden. Da die dämmende Wirkung von Stoffen vor allem eine Funktion ihres Porenvolumens (Luftvolumens) ist, muss zur Einschätzung mit einer Bandbreite der Stoffwerte gerechnet werden, da die Stopfdichte für die Grasfüllung nicht bekannt ist. Bekannt ist auch nicht präzise, welche Faserbeimischung die dünnen Lehmewürfe haben. Die Inaugenscheinnahme der Fundstücke zeigt, dass es sich überwiegend um Lehm handelt, der kaum durch Stroh oder andere faserige Beimischungen durchmischt wurde. Die Literatur kennt die in der Folge angeführten Wärmeleitfähigkeitswerte von pflanzlichen Fasern. Hier handelt es sich bereits um industrielle Produkte mit einer definierten Rohgewicht (oder Porosität), z.B. Platten und Matten, wie sie in der Weimarer Zeit hergestellt wurden. Es ist sinnvoll, mit einem oberen und einem unteren Wert eine Bandbreite zu bestimmen. Der untere Wert (Bestwert) würde durch die pflanzlichen Faserdämmstoffe mit geringer Rohwichte und einer Wärmeleitfähigkeit von 0,047 $W/(mK)$ gebildet. Der obere ungünstigere Wert durch eine Schilfrohrfüllung mit 0,14 $W/(mK)$; diese Rohfüllung ist jedoch angesichts der Abdrücke im Lehm unwahrscheinlich. Deshalb wird als Zwischenwert eine dichtere Grasfüllung mit 0,07 $W/(mK)$ für eine weitere Berechnung angenommen. Die Grasfüllung wird mit einer Dicke von nur 10 cm berechnet. Die Wand wird je nach verfügbaren Pfostendurchmessern eher unregelmäßige Dicken, also auch Dicken bis 30 cm aufgewiesen haben. Die für den Wärmeschutz wesentliche Schicht ist die Grasfüllung. Würde man für die Lehmewürfe die besseren Wärmeleitfähigkeits-Werte für leichten Faserlehm (1000 kg/m^3) oder Lehm lufttrocken annehmen, würde sich der U-Wert nur noch leicht in der zweiten Nachkommastelle verbessern.

In jedem Fall zeigt sich: Die Wand hat im ungünstigen Fall einen U-Wert von 0,77 $W/(m^2K)$, im günstigen Fall von 0,37-0,5 $W/(m^2K)$. Dies sind Werte, die durch die Wärmeschutzverordnung in Deutschland erst ab 1977 (um 0,8-0,9 $W/(m^2K)$) oder mit der Wärmeschutzverordnung von 1995 (0,51 $W/(m^2K)$) wieder erreicht wurden. Es scheint, dass ein intuitives Handeln (Abwehr eines Notstandes), dem geldbewerteten Handeln der Neuzeit mit dem Primat der „Wirtschaftlichkeit“ überlegen ist.

Diese Wand-Qualitäten würden angesichts aller Unwägbarkeiten nicht geschmälert, wenn man den U-Wert der bronzezeitlichen Wand in einer groben Bandbreite von 0,5 bis 1,0 W/(m²K) angeben würde. Dies wäre immer noch ein sehr gutes Ergebnis.

Stoff	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)
Pflanzliche Faserdämmstoffe 150 kg/m ³	0,047
Pflanzliche Faserdämmstoffe 250 kg / m ³	0,07
Strohfaserplatten gepresst 400 kg/m ³	0,14
Seegrasmatten 110 kg/m ³	0,052
Schilfrohr 200 kg/m ³	0,081
Lehm lufttrocken 300 kg/m ³	0,151
Faserlehm 1600 kg/m ³	0,756
Faserlehm 1000 kg/m ³	0,372
Schwerlehm 1800 kg/m ³	0,93
Lehmwickel mit Stroh auf Stakung	0,465
Solomit-Pflanzenrohrdämmplatte 240 kg/m ³ (Produkt um 1920 ff)	0,06

Quellen der Stoffwerte: Broschüre Bauphysik, Heraklith, Simbach 1975; Eichler, Arndt, bauphysikalische Entwurfslehre, Berlin 1982; DIN 4701 von 1929, Berlin 1929; BAUWELT Katalog, Berlin 1931

Günstiger Fall 1: U-Wert-Berechnung bei geringer Wärmeleitfähigkeit der Grasfüllung

	Dicke [m]	Raumgewicht [kg/m ³]	λ W/(mK)	R [m ² K/W]
R _{si}	-	-	-	0,13
Lehm innen	0,05	1600	0,756	0,066
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Grasfüllung	0,10	150	0,047	2,128
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Lehm außen	0,05	1600	0,756	0,066
R _{se}	-	-	-	0,04
R _T				2,716
U = 1/R _T	0,37 W/(m ² K)			

Günstiger Fall 2: U-Wert-Berechnung bei hoher Wärmeleitfähigkeit der Grasfüllung

	Dicke [m]	Raumgewicht [kg/m ³]	λ W/(mK)	R [m ² K/W]
R _{si}	-	-	-	0,13
Lehm innen	0,05	1600	0,756	0,066
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Grasfüllung	0,10	250	0,07	1,429
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Lehm außen	0,05	1600	0,756	0,066
R _{se}	-	-	-	0,04
R _T				2,017
U = 1/R _T	0,50 W/(m ² K)			

Ungünstigster Fall: U-Wert-Berechnung bei Strohfüllung (unwahrscheinlich, da Grasabdrücke statt Schilfrohrabdrücken im Lehm vorhanden sind)

	Dicke [m]	Raumgewicht [kg/m ³]	λ W/(mK)	R [m ² K/W]
R _{si}	-	-	-	0,13
Lehm innen	0,05	1600	0,756	0,066
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Grasfüllung	0,10	400	0,14	0,714
Geflecht	0,02	700	0,14	0,143
Lehm außen	0,05	1600	0,756	0,066
R _{se}	-	-	-	0,04
R _T				1,302
U = 1/R _T	0,77 W/(m ² K)			

Die „Hessische Energiespar-Aktion“ ist ein Projekt des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.