

Handbuch zur Bestimmung von Außenbauteilen



Abschnitt I	Aufnahme	S. 03 – 25
Abschnitt II	überschlägige U-Wertbestimmung	S. 26 – 40
Abschnitt III	Baustoffdaten	S. 41 – 47

INHALT

Abschnitt I: Aufnahme.....	3
1 Allgemeine Erläuterung zur Anwendung	3
2 Allgemeine Hinweise.....	3
3 Außenwände	5
4 Fenster	9
5 Obere Geschossdecken	12
6 Flachdächer.....	14
7 Steildächer.....	15
8 Kellerdecken	19
9 Erdreichberührte Bauteile	22
10 Fragebogen	24
Abschnitt II: Überschlägige U-Wert-Bestimmung	26
1 Außenwände	26
2 Fenster	29
3 Obere Geschossdecken	31
4 Flachdächer.....	33
5 Steildächer.....	35
6 Kellerdecken	37
7 Erdreichberührte Flächen	39
Abschnitt III: Baustoffdaten	41
1 Berechnungsformeln	41
2 Werte nach DIN 4106	42
3 Werte nach Eichler	44
Impressum	48

ABSCHNITT I: AUFNAHME

1 Allgemeine Erläuterung zur Anwendung

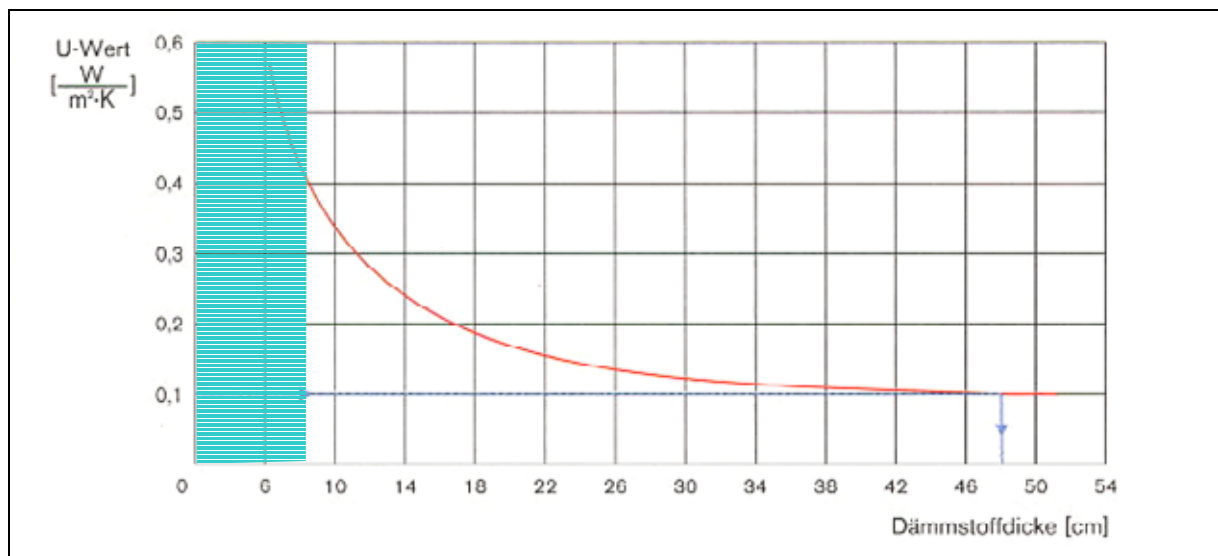
Das vorliegende Handbuch hilft bei der Bestimmung der Wärmedämmeigenschaften von Außenbauteilen. Die Hinweise ersetzen nicht die detaillierte Baustoffanalyse (Kernbohrung, Dichtebestimmung usw.), sondern helfen mit geringem Aufwand eine möglichst genaue Typologisierung vorzunehmen.

Ergänzungen und Hinweise, die in der Praxis zu einer genaueren Aufnahme bzw. Klassifizierung von Außenbauteilen führen, nehmen wir gern entgegen unter: k.jagnow@fh-wolfenbuettel.de

2 Allgemeine Hinweise

Einfluss der Dämmstoffdicke auf den U-Wert

Für alle massiven Bauteile hängt der U-Wert am stärksten von der Dämmstoffdicke ab. Sobald eine Dämmschicht 8 cm oder dicker ist, lohnt es praktisch kaum noch, die restlichen Schichten zu erfassen. Es hilft dann folgendes Bild zur Abschätzung – oder eine genauere Berechnung:



aus: Heizungsjournal Januar/Februar/März 2003

Temperaturmessungen

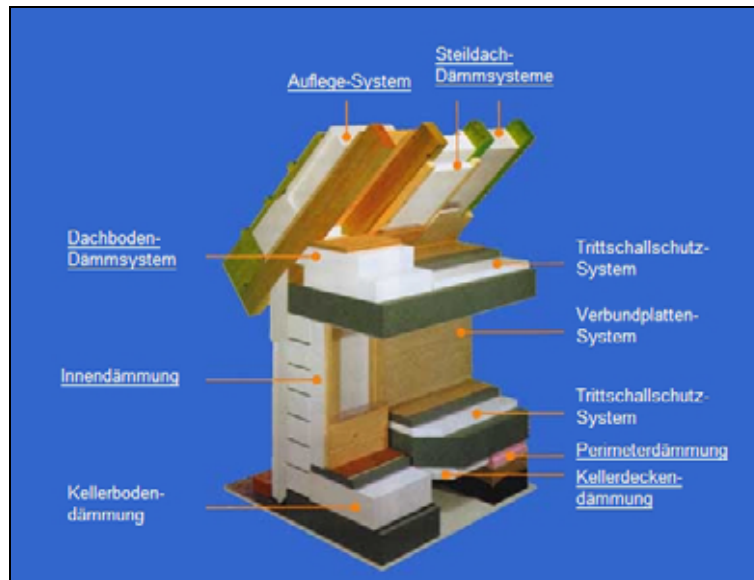
Soll festgestellt werden, ob sich innerhalb von geschlossenen Bauteilen auch Dämmung befindet, hilft auch eine Oberflächentemperaturmessung. Dies ist nur im Winter effektiv und sollte sich möglichst nur auf Flächen beschränken, die bei Sonnenschein nach Norden gehen bzw. nicht im vollen Wind stehen.

Gemessen werden sollten (wenn möglich) sowohl innere, als auch äußere Oberflächentemperatur sowie beide Lufttemperaturen.

Je näher die Fußbodenoberflächentemperatur an der Raumtemperatur und die Kellerdeckentemperatur an der Kellertemperatur (je mehr sich die beiden Oberflächentemperaturen unterscheiden), desto besser die Dämmung.

Dämmschichten

Die folgenden beiden Modelle zeigen viele Varianten der Lage von Dämmschichten in den einzelnen Bauteilen. Sie helfen demjenigen, der (noch) nicht so vertraut mit Bauteilen ist, sich in der Praxis zurechtzufinden.



<http://www.ivh.de/idxdaemm.htm>

Fragen zum Aufbau von Bauteilen

Hohles oder massives Mauerwerk in Wänden, Kellerdecken oder oberen Geschossdecken kann man durch Bohrungen erkennen. Da man in den meisten Fällen nicht selber bohren kann oder darf, helfen hier auch Nutzerbefragungen weiter. Die Erfahrungen, die Nutzer mit dem Bohren gemacht haben, sollten protokolliert werden.

- Wird der Bohrer in waagerechte Flächen (Decken) angesetzt und nach wenigen Zentimetern festen Baustoffs kommt "Luft" – so dass keine Befestigung möglich ist – kann man auf einen Hohlblockstein schließen.
- Beim sehr leicht möglichem Bohren in senkrechten Wänden können Innendämmungen oder Leichtbauplatten vorhanden sein.
- Ist in einzelnen Flächen nur unter größter Kraftanstrengung überhaupt eine Bohrung möglich, lässt dies auf Stahlbeton schließen.

Die Farbe der Bohrspäne lässt Rückschluss auf Materialien zu. Auch hier sind am besten die Nutzer zu befragen. Es lässt sich hier insbesondere klären, ob Ziegel oder Beton (Leichtbeton usw.) verbaut wurden.

- Ziegel: rot, orange, braun
- Holz: gelb, beige
- Beton und Kalksandstein: grau, weiß

3 Außenwände

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Aufbau der Wand: massiv ein- oder zweischalig, Fachwerk
3. Dicke und Art des Mauerwerks
4. Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Baualter

Das Baualter des Hauses (und damit in der Regel der Urzustand der Außenwände) ist zu erfragen. Außerdem sollten Zeitpunkte nachträglicher Sanierungen (nicht kleinere Reparaturen!) in Erfahrung gebracht werden. Mit dem Baualter bzw. dem Zeitpunkt einer größeren Sanierung ergibt sich i.d.R. eine gute Zuordnung zu typischen Baukonstruktionen.

Klassifizierung üblicher Außenwandkonstruktionen nach ihrem Anwendungszeitraum

1895 - 1950	1920 - 1950	ab 1930	1945 - 1950	1945 - 1955	1950 - 1970	ab 1960	ab 1970
38 cm Vollziegel >0,51 <1,47	25 cm Lochziegel (Viellochsteine, Langlochziegel) >0,49 <1,52	25 (ab 1955: 24) u. 30 cm Bimshohlblocksteine >0,60 (0,69) <1,30(1,16)	25 cm Hohlsteine aus Ziegelsplittbeton >0,47 <1,56	25 (30) cm Schlackenhohlsteine >0,40 (0,49) <1,75 (1,52)	24 (30) cm Waben- u. Gitterziegel >0,49 (0,53) <1,52 (1,43)	24 (30) cm Schalungssteine >1,14 (1,32) <0,76 (0,67)	porosierte Ziegel >0,77 <1,06
	25 cm Bimsvollsteine >0,58 <1,33		30 cm Ziegelsplittschüttbeton >0,62 <1,27				
			38 cm Vollsteine aus Ziegelsplittbeton >0,70 <1,15				

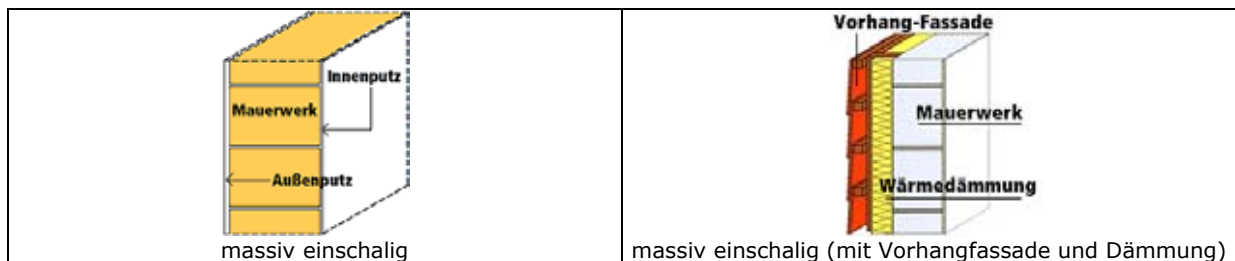
Aufbau der Wand

Zuerst ist in Erfahrung zu bringen, welchen prinzipiellen Aufbau die Wand hat:

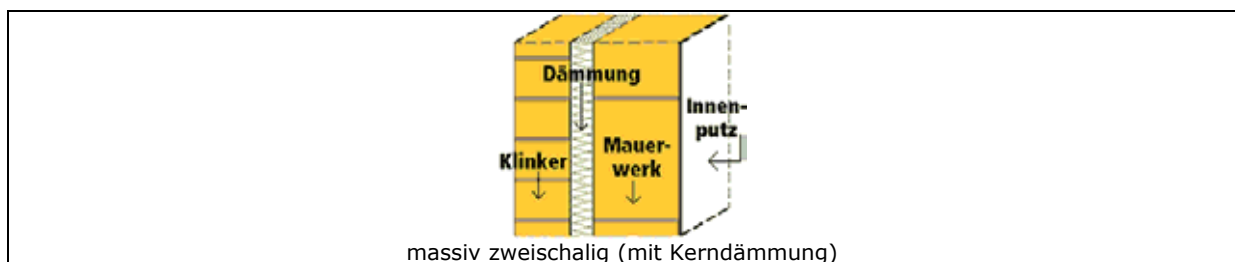
- massive Wand
 - einschalig
 - zweischalig
- Fachwerk

Die massive, einschalige Wand besteht aus einer oder mehreren massiven Schichten, die ohne Zwischenräume aneinander gefügt sind.

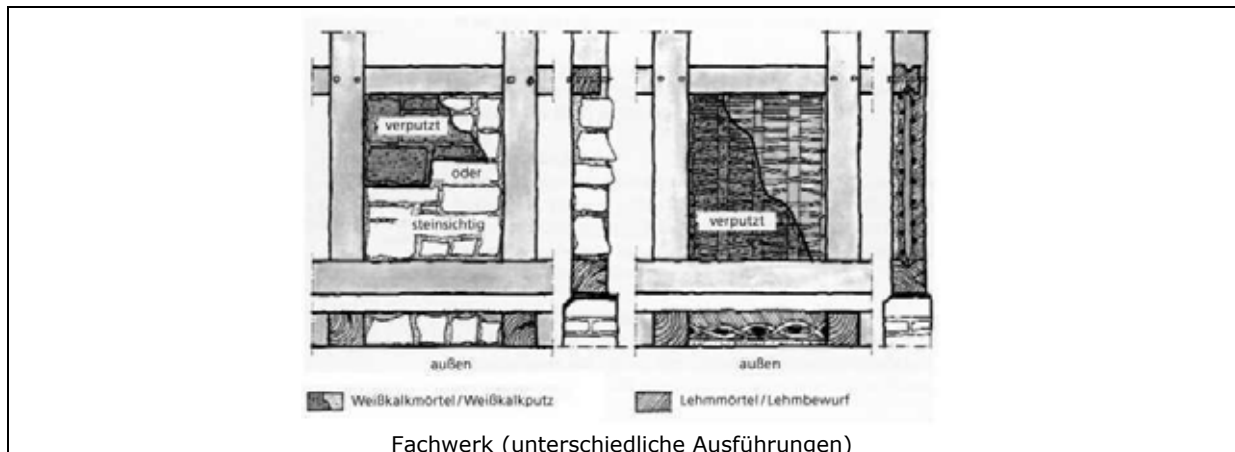
Die einschalige Wand kann eine Vorhangfassade aufweisen (hinterlüftet, aus Holzpaneelen, Faserzementplatten, Dachziegel, Ziegelplatten, Natursteinplatten, Keramikplatten, Metall- oder Kunststoffelementen etc.). Diese trägt nicht zur Wärmedämmung bei (wegen der Hinterlüftung) und muss nicht aufgenommen werden. Es zählen dann alle inneren Schichten incl. der ggf. vorhandenen Wärmedämmung.



Die massive zweischalige Wand besteht aus zwei separat hochgemauerten Wänden mit einem Zwischenraum (nicht hinterlüftet!) dazwischen. Die verklinkerte Wand zählt dazu. Der Zwischenraum kann mit einer Wärmedämmung gefüllt sein, muss aber nicht. Der Abstand zwischen den beiden Wandschalen darf aus statischen Gründen maximal 150 mm betragen. Die Vormauerschale muss mindestens 90 mm dick sein.



Fachwerkwände bestehen aus Holz als tragendem Element sowie unterschiedlichen Gefachfüllungen (Lehm, Ziegel, Naturstein etc.).



Sowohl ein- und zweischalige Massivwände sowie Fachwerkwände können von außen verputzt sein, so dass nicht auf den ersten Blick zu sehen ist, um welche Art Wand es sich handelt.

Im Bereich von nicht ausgebauten Dachböden gelingt es ggf. von oben auf die Wand zu blicken und somit die Konstruktion zu ermitteln. Weiterhin ist auf Fehlstellen im Putz zu achten, um die dahinterliegenden Schichten einschätzen zu können. Auch im Bereich des Sockels (unterer Gebäudeabschluss) können Baukonstruktionen sichtbar sein.

Dicke und Art des Mauerwerks

Die Art eines massiven Mauerwerks bzw. der Füllmaterialien für Gefache (bei Fachwerk) ist vielfältig:

- Ziegel
 - Vollziegel
 - Lochziegel (Lochform: eckig, rund, oval...)
 - Porenziegel
- Kalksandstein
 - Vollstein
 - Lochstein, Hohlstein
- Bims- oder Leichtbetonsteine
 - Vollstein oder Lochstein
 - Gasbetonstein
- sonstige Hohlsteine
 - Schlacke, Kalktuff, Ziegelsplitbeton
- Stahlbetonplatten (Plattenbau)
- Lehm und Lehmmaterialien
- Feldsteine

Welche Steinart vorliegt, kann man ggf. an Fehlstellen im Außenputz, im Keller oder Dachbereich (oberer und unterer Wandabschluss) erkennen. Falls nicht, sind Nutzer nach Bohrstäuben (Staubfarbe, siehe Abschnitt 2) und Bohrverhalten (Vollstein, Lochstein) der Wände zu fragen.

Mauerdicken sind in Fenster- und Türleibungen zu ersehen. Vorsicht: in älteren Gebäuden sind die Obergeschosse vielfach dünner gemauert als die Untergeschosse.

Dicke einer Dämmschicht

Man unterscheidet Außen- und Innendämmung. Bei zweischaligem Mauerwerk gibt es Kerndämmung.

Ist eine Innendämmung vorhanden, wissen die Mieter meist Bescheid, da oft keine Bilder, Möbel usw. an den Außenwänden befestigt werden dürfen/können. Oft sind Heizkörper auch nicht direkt an der Wand, sondern vor der Wand auf Konsolen befestigt. Die Dicke der Innendämmung kann man z.B. bestimmen, indem man an einer unauffälligen Stelle (z.B. direkt unter dem Fensterbrett) mit einer Nadel o.ä. in die Dämmschicht sticht. Außerdem klingen Wände mit Innendämmung in der Regel hohl beim Anklopfen.

Die Dicke einer Außendämmung, die als Wärmedämmverbundsystem ausgeführt ist, lässt sich oft von außen am unteren Dämmabschluss (Sockel) erkennen.

Alle innenliegenden Dämmschichtdicken (Kerndämmung) kann man nicht von außen erkennen. Hier hilft der Blick von oben (bei nicht ausgebautem Dachgeschoss) sowie Temperaturmessungen.








Wärmedämmverbundsystem von außen aufgebracht

Innendämmung mit Platten

Kerndämmung mit Flocken (werden von oben eingeblasen)

Zuordnung zu U-Werten

Typische Außenwände	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m ² K)]	Zeichnung
Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, innen vollflächig, außen nur Gefache verputzt	vor 1918	1,90	
Eichenfachwerk mit Feldsteinausmauerung, innen verputzt	vor 1918	2,48	
Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, innen verputzt, außen verschindelt	vor 1918	1,90	
Vollziegelmauerwerk 38 cm	vor 1948	1,70	
Vollziegelmauerwerk 38-51 cm	vor 1948	1,38	

Zweischaliges Ziegelmauerwerk 2*12 cm mit 6 cm Lufschicht	vor 1948	1,64	
Ziegelsplitt- oder Bimshohlblocksteine, verputzt	1949-1957	1,44	
Bimsvollsteine, verputzt	1949-1957	0,93	
Gitterziegel 24 cm stark, verputzt	1949-1978	1,21	
Gitterziegel 36 cm stark, verputzt	1949-1978	1,02	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typ		I	II	III	IV	V
U-Wert, in [W/(m ² K)]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Außenwände	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1977	• 1978 bis 1994	• ab 1995 bis heute	• heute im Niedrigenergiehaus
	Art	• Vollziegel bis 38 cm • Fachwerk	• Vollziegel 38 ... 51 cm • Gitterziegel 24 cm • Bimshohlsteine	• Bimsvollsteine • Gitterziegel 36 cm	• Konstruktionen mit Dämmschichten	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion ohne extra Wärmedämmung	• Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion III plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion III plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

4 Fenster

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Alter
2. Art der Verglasung
3. Art des Rahmens

Alter

Das Alter der Fenster ist zu erfragen. Es sind nur in sehr wenigen Fällen bei Bestandsgebäuden (mit Baujahren vor 1977) noch die originalen Fenster vorhanden.

Fenster und Türen	Alter	• vor 1977	• vor 1984	• 1984 bis heute	• heute im Niedrigenergie- und Passivhaus
	Art	• Einfachverglasung	• Doppelverglasung (Isolierverglasung)	• doppeltes Wärmeschutzglas	• dreifaches Wärmeschutzglas

Art der Verglasung

Folgende Fensterverglasungen trifft man an:

- Einfachverglasung
- Zweifachverglasung
 - Isolierverglasung
 - Infrarotbeschichtung
- Dreifachverglasung
 - Isolierverglasung
 - Infrarotbeschichtung
- Kastenfenster

Den Unterschied zwischen Isolierverglasung und Glas mit Infrarotbeschichtung durch Feuerzeugtest feststellen. Feuerzeug vor die Scheibe halten, so dass die Spiegelungen der Flammen in den Scheiben sichtbar sind. Es zeigen sich bei 2 Scheiben vier Spiegelbilder (jeweils auf der vorderen und hinteren Oberfläche beider Scheiben). Haben alle Spiegelbilder die gleiche Farbgebung, ist es Isolierglas. Zeigen sich ein oder zwei Flammenspiegelbilder mit Grün- oder Rotstich, handelt es sich um beschichtetes Glas.



Der U-Wert des Fensters ist bei vielen Modellen im Scheibenzwischenraum vermerkt.

Art des Rahmens

Folgende Arten von Rahmen trifft man an:

- Holzrahmen
- Kunststoffrahmen
- Metallrahmen

Die Rahmenmaterialien erkennt man am besten durch leichtes Anklopfen (vor allem Metall). Holzrahmen weisen oft abgeblätterte Farbe (außen an der Wetterseite oder innen in Feuchträumen) auf, unter der das Holz zu erkennen ist.

Holzimitat (=Kunststoff) ist schwer von echtem Holz zu unterscheiden. Hier muss man den Rahmen genau ansehen. Bei Echtholz sind Verarbeitungsmerkmale (Verzahnungsstellen bei zwei aneinandergfügten Leisten u.ä.) auf den Oberflächen zu erkennen. Bei Kunststoff ergeben sich dagegen ganz ebene Flächen aus einem Guss.

Zuordnung zu U-Werten

U-Wert, in [W/(m ² K)]		5,5 ... 2,5	2,49 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7
Fenster und Türen	Alter	• vor 1977	• vor 1984	• 1984 bis heute	• heute im Niedrigenergie- und Passivhaus
	Art	• Einfachverglasung	• Doppelverglasung (Isolierverglasung)	• doppeltes Wärmeschutzglas	• dreifaches Wärmeschutzglas

Wärmedurchgangskoeffizient und Energiedurchlassgrad für Fenster		U, in [W/(m ² K)]
Einfachverglasung	Holz-/Kunststoffrahmen	4,20 (3,50...4,65)
	Metall-/Betonprofilrahmen	4,85 (5,63...4,28)
Doppelverglasung	Holz-/Kunststoffrahmen	2,55 (2,36...2,68)
	Metall-/Betonprofilrahmen	3,10 (3,80...2,90)
doppeltes Wärmeschutzglas	Holz-/Kunststoffrahmen	1,50 (1,33...1,72)
	Metall-/Betonprofilrahmen	2,00 (1,69...2,91)
dreifaches Wärmeschutzglas	Holz-/Kunststoffrahmen	1,15 (0,74...1,49)
	Metall-/Betonprofilrahmen	1,60 (1,24...2,57)

Kennwerte Verglasungen					
Verglasungsart	Glas-Zwischenraum-Folge	Füllgas	k-Wert [W/(m ² K)]	g-Wert [-]	Lichttransmissionsgrad τ [-]
EV	(4)	---	5.8	0.86	0.90
DV	(3+30+3)	Luft	2.8	0.80	0.84
2 IV	(3+12+4)	Luft	3.0	0.77	0.81
2 IV	(4+18+4)	Luft	2.9	0.77	0.81
3 IV	(4+8+4+8+4)	Luft	2.2	0.69	0.74
3 IV	(4+12+4+12+4)	Luft	2.1	0.69	0.74
3 IV	(4+18+4+18+4)	Luft	1.9	0.69	0.74
1 IR	(4)	---	3.0	0.79	0.83
2 IR	(4+12+4)*	Luft	1.6 - 1.8	0.62 - 0.70	0.68 - 0.78
2 IR	(4+18+4)	Luft	1.5 - 1.7	0.62 - 0.70	0.68 - 0.78
2 IR	(4+12+4)	Argon	1.4 - 1.5	0.62 - 0.70	0.68 - 0.78
3 IR	(4+8+4+8+4)*	Luft	1.4 - 1.5	0.53 - 0.62	0.64 - 0.71
3 IR	(4+12+4+12+4)*	Luft	1.0 - 1.1	0.53 - 0.62	0.64 - 0.71
3 IR	(4+8+4+8+4)*	Argon	1.0 - 1.2	0.53 - 0.62	0.64 - 0.71
3 IR	(4+12+4+12+4)*	Argon	0.8 - 0.9	0.53 - 0.62	0.64 - 0.71
3 IR	(4+12+4+12+4)*	Krypton	0.65	0.50	
HIT*		Luft	0.6 - 0.7	0.20 - 0.40	0.30 - 0.60

* abhängig vom Typ der IR-Beschichtung ($\epsilon = 0.08 - 0.15$)
k Wärmedurchgangskoeffizient
g Gesamtenergiedurchlaßgrad
 τ Transmissionsgrad
EV Einfachverglasung
DV Doppelverglasung
IV Isolierverglasung
IR Infrarot-Beschichtung
HIT Hoch-Isolations-Technologie

Quelle: IWU

5 Obere Geschossdecken

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Art und Dicke der Geschossdecke
3. Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Baualter

Das Baualter des Hauses (und damit in der Regel der Geschossdecke) ist zu erfragen. Außerdem sollten Zeitpunkte nachträglicher Sanierungen (nicht Reparaturen!) in Erfahrung gebracht werden.

Art und Dicke der Geschossdecke

Man unterscheidet folgende Zustände bei der Begehung, die nachfolgend noch näher erläutert werden:

- Dachraum nicht als Wohnraum ausgebaut
 - Dämmung der obersten Geschossdecke nicht vorhanden
 - Dämmung der obersten Geschossdecke vorhanden
- Dachraum als Wohnraum ausgebaut
 - mit nicht ausgebautem Spitzboden

Wenn der Dachraum nicht als Wohnraum ausgebaut ist, aber auch keine Dämmung der obersten Geschossdecke zu erkennen ist, ist zusätzlich das darüber liegende Steildach aufzunehmen. Hat die oberste Geschossdecke eine Dämmebene, braucht das Steildach nicht erfasst zu werden. In jedem Fall muss für die oberste Geschossdecke erst einmal festgestellt werden, ob eine Dämmschicht vorhanden ist.

Ist der Dachraum als Wohnraum ausgebaut, dann zählt als oberste Geschossdecke die wagerechte Fläche, die den Wohnraum ggf. vom nicht ausgebauten Spitzboden trennt.

Die Geschossdecken lassen sich in drei wesentliche Konstruktionen unterteilen:

- Holzbalkendecken
- massive Stahlsteindecke
- Stahlbetondecke

Holzbalkendecken erkennt man in der Regel durch die oben aufliegende Dielung aus Holz. Nur ganz selten sind obere Geschossdecken (zum unbeheizten Dachraum) aus Holz noch mit einer zusätzlichen Estrichschicht überzogen. Die Füllung oder Schüttung der oberen Geschossdecke ist dann von Interesse, wenn keine nachträglichen Dämmschichten vorhanden sind. Man kann sie ggf. an Fehlstellen oder Kanten der Dielung erkennen (durchlaufende Schornsteine, Treppenaufgänge, Gebäudekanten).

Die beiden massiven Konstruktionen findet man nur selten im Einfamilienhaus. Im Mehrfamilienhaus sind sie typischer. Zu erkennen äußerlich (Stein-, Beton) sowie durch Anklopfen (massiv, nicht hohl).

Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Ziel der Aufnahme ist auch hier, vorhandene Dämmschichten zu lokalisieren, da diese den wesentlichen Beitrag zum U-Wert liefern. Sofern keine Dämmschichten vorhanden sind, ist die Deckenkonstruktion selbst genauer aufzunehmen.

Eine nachträgliche Dämmung oberster Geschossdecken (unbewohnter Dachraum!) erfolgt meist von oben. Wenn nachträgliche Dämmschichten aufgebracht werden, sind diese meist 6 oder mehr cm dick. Es kann sich um lose ausgerollte Bahnen handeln (nicht begehbar), auch begehbare Verbundplatten. In diesen beiden Fällen kann man die Dämnhöhe messen. Im Fall der begehbaren Platten an Außenkanten der Decke, an Schornsteinen, Treppenabgängen oder Deckenluken.

Auch Schüttungen von Dämmmaterial bei Holzdecken (unterhalb der Dielen) sind möglich. Dies sieht man von außen nicht. Hier hilft nur Erfragen bei den Bewohnern/Besitzern.



Verlegung von Verbundplatten zur Wärmedämmung (unten Dämmschicht, oben Tragschicht)



Wärmedämmung der Geschossdecke mit separaten Dämmbahnen und darüber Holzplatten



Verbundplatte aus Dämmmaterial

Zuordnung zu U-Werten

Typische Geschossdecken und Flachdächer	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, oberseitig Dielung (Eiche oder Fichte), unterseitig verputzt	bis 1918	1,04	
Holzbalkendecke mit Blindboden und Lehmschlag, 2-3 cm Schlackenschüttung, oberseitig Dielung, unterseitig Putz auf Spalierlatten	bis 1918	0,78	
Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, oberseitig Dielung (Eiche oder Fichte), unterseitig Putz auf Spalierlatten	bis 1918	1,03	
Holzbalkendecke mit Blindboden, oberseitig Dielung, unterseitig Putz auf Spalierlatten	bis 1918	0,78	
Stahlsteindecke mit Gußasphaltestrich	1949-1957	2,08	
Stahlbetondecke 15 cm ohne Dämmung	1958-1968	2,25	
Stahlsteindecke mit 1 cm Dämmung, schwimmender Estrich	1958-1968	1,37	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

		I	II	III	IV
U-Wert, in [W/(m ² K)]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Decken und Dächer	Art	<ul style="list-style-type: none"> • Stahlbetondecke • Stahlsteindecke 	<ul style="list-style-type: none"> • Holzbalkendecke 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschossdecken mit Dämmschichten 	<ul style="list-style-type: none"> • Geschossdecken mit Dämmschichten
	Dämmung	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion ohne Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion wie I plus max. 1 ... 2 cm Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion wie I plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion II plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion wie I plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie II plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

6 Flachdächer

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Gesamtdicke des Flachdaches
3. Art des Flachdaches

Baualter

Das Baualter des Hauses (und damit in der Regel des Daches) ist zu erfragen. Außerdem sollten Zeitpunkte nachträglicher Sanierungen (nicht Reparaturen!) in Erfahrung gebracht werden. Mit dem Baualter bzw. dem Zeitpunkt einer größeren Sanierung ergibt sich i.d.R. eine gute Zuordnung zu typischen Baukonstruktionen.

Gesamtdicke und Art des Flachdaches




Die Gesamtdicke des Flachdaches kann man meist nur schätzen. Sie dient vor allem dazu, eventuell vorhandene Dämmstoffschichten ausfindig zu machen. Der Wärmedurchgang des Flachdaches hängt stark von der Dämmstoffschicht ab.

Führt (in seltenen Fällen) eine Dachluke von innen direkt auf das Dach, kann man die Dachdicke direkt im Deckendurchbruch abschätzen. Wärmedämmschichten kann man nicht erkennen.

Von außen ist zu erkennen, ob es eine Kiesschüttung gibt oder ob es sich um eine glatte Dachhaut handelt. Anhand der Verblendung des Daches (umlaufende Kante rund um den Dachabschluss) kann man auch die Dachdicke abschätzen. Auch hier kann man leider Wärmedämmschichten nicht erkennen. Es kann nur eine Typologisierung erfolgen.

Nachträgliche Dämmstoffschichten, die von unten in den Wohnräumen aufgebracht sind, erkennt man ggf. durch geringere Deckenhöhen (verglichen mit dem Treppenhaus derselben Etage). Auch Anklopfen hilft beim Erkennen. Massive Decken zeigen, dass keine Dämmung von unten vorgenommen wurde. Hohlklingendes Klopfen zeigt nachträglich aufgebraachte Schichten an.

Zuordnung zu U-Werten

Typische Geschossdecken und Flachdächer	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Stahlbetonflachdach 20cm mit 16cm Luftschicht	1958-1968	1,68	
Flachdach, 15 cm Stahlbetondecke + 2 cm WD + Dachhaut	1969-1978	1,23	
Flachdach, 15 cm Stahlbetondecke + 6 cm Schaumglas + Dachhaut + Kiesschüttung	1969-1978	0,63	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typ	I	II	III	IV
U-Wert, in [W/(m²K)]	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Decken und Dächer	Art	• Stahlbetonflachdach	• Stahlbeton mit Schaumglas und Kiesschüttung	• Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	• Konstruktion mit max. 2 cm Dämmschicht	• Konstruktion I mit ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion I plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion III plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

7 Steildächer

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Art der Konstruktion
3. Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Baualter

Das Baualter des Gebäudes hilft bei Steildächern nur bedingt, sollte aber dennoch erfasst werden. Besser ist sofort zu erfragen, wann Dachräume (ggf. nachträglich) ausgebaut wurden.

Konstruktion

Man unterscheidet folgende Zustände bei der Begehung, die nachfolgend noch näher erläutert werden:

- Dachraum nicht als Wohnraum ausgebaut
 - Dämmung der obersten Geschossdecke vorhanden
 - Dämmung der obersten Geschossdecke nicht vorhanden
 - Dachkonstruktion voll sichtbar, weil nicht verbaut
 - Dachkonstruktion nicht sofort erkennbar
- Dachraum als Wohnraum ausgebaut
 - vollständig
 - mit nicht ausgebautem Spitzboden

Ist der Dachraum nicht als Wohnraum ausgebaut und eine Dämmung der oberen Geschossdecke vorhanden, braucht die Dachkonstruktion nicht weiter aufgenommen werden. Die Dämmebene ist die Geschossdecke.

Ist der Dachraum nicht als Wohnraum ausgebaut, aber auch keine Dämmung der oberen Geschossdecke vorhanden, wird die Dachkonstruktion erfasst. Wichtigstes Ziel ist, die Dicke einer ggf. vorhandenen Dämmung zu ermitteln. Wenn die Dachkonstruktion schon mit bloßem Auge erkennbar ist (freiliegende Ziegel und Sparren ohne Dämmung, offen liegende Dämmung o.ä.), kann eine Zuordnung sofort erfolgen. Ist eine flächige Verkleidung vorhanden, sind Stellen ausfindig zu machen, an denen man in die Konstruktion hinein blicken kann. Gute Stellen hierfür sind Dachanschlüsse zwischen Erker und Dach (Ortgang), eingebaute Dachfenster, Durchstoßkanten von Schornsteinen oder anderen Schächten.

Ist der Dachraum vollständig als Wohnraum ausgebaut, sind in der Regel alle Konstruktionen unzugänglich. Eine verputzte Ausmauerung mit Vollsteinen merkt man ggf. durch Anklopfen an die Schrägen (Konstruktion klingt nicht hohl). Andere Konstruktionen klingen hohl. Ob sich eine Dämmschicht zwischen den Sparren befindet, kann man nur vermuten, erfragen oder durch Oberflächentemperaturmessung herausfinden.

Gibt es einen nicht bewohnten Spitzboden über dem ausgebauten Dachgeschoss, kann man sehr oft von dort oben in die darunter liegenden Schrägen hineinblicken. Man sieht die ggf. vorhandene Dämmung und auch den sonstigen Dachaufbau.

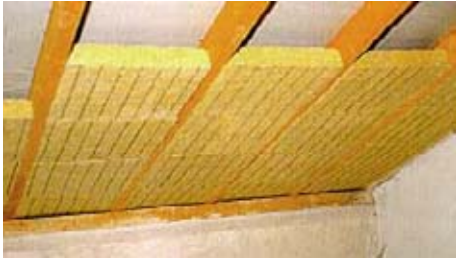
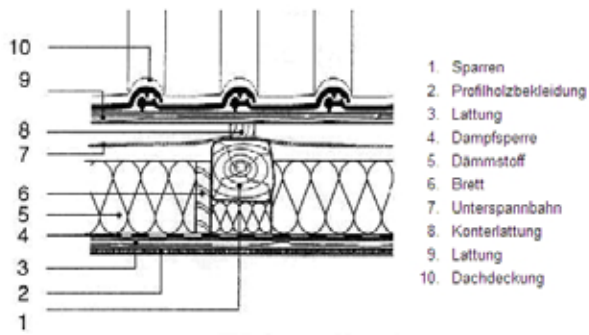
Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Es muss notiert werden, wie dick die Dämmschicht

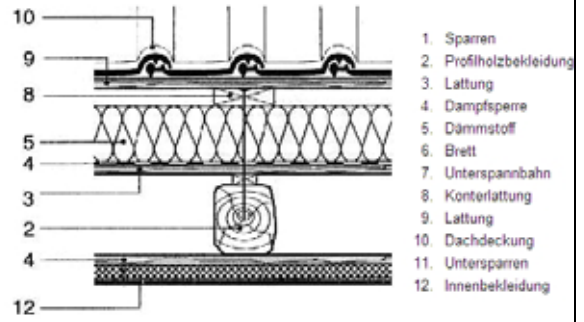
- zwischen den Sparren, d.h. den Holzanteilen des Daches ist (maximale Dicke entspricht also der Sparrenhöhe, typisch für Sanierung),
- unter den Sparren ist (zusätzliche Schicht, die zum Innenraum des Daches vollflächig verlegt ist und auch die Holzanteile überdeckt),
- über den Sparren ist (zusätzliche Schicht vollflächig zwischen Sparren und Dachziegeln, typisch im Neunbau sowie bei Volldachsanieuerung, weil komplette Neueindeckung erforderlich ist)

Dicken von Dämmplatten (Heraklithplatten) sind wenn möglich aufzunehmen. Sie haben genormte Schichtdicken (15, 25, 35, 50, 75, 100 mm) und wurden früher als Dämmschicht eingesetzt.

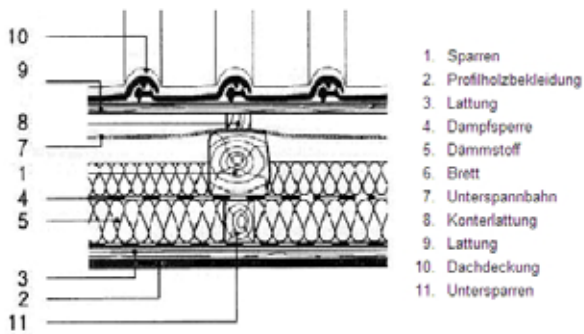
Zwischsparrendämmung



Aufsparrendämmung



Untersparrendämmung



Herakliithplatte



Zuordnung zu U-Werten

Typische Steildächer	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Putz auf Spalierlatten	bis 1948	3,08	
Bimsvollsteine zwischen den Sparren, verputzt	1949-1957	1,41	
Heraklithplatten unter den Sparren, verputzt	1958-1978	1,11	
Steildach, 4 cm Dämmung zwischen den Sparren	1958-1968	0,79	
Steildach, 6 cm Dämmung zwischen den Sparren	1969-1978	0,51	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

U-Wert, in [W/(m²K)]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Decken und Dächer	Alter	• bis 1948	• 1949 bis 1958	• 1959 bis 1977	• 1978 bis 1983	• 1984 bis heute
	Art	• Steildach mit Ziegel und Putz (I)	• Steildach mit Putz und Bimsvollsteinen zwischen Sparren (II)	• Steildach verputzt mit Heraklithplatten (III)	• Steildach mit Wärmedämmung	• Steildach mit Wärmedämmung
	Dämmung	• Konstruktion ohne Wärmedämmung	• Konstruktion I oder II mit max. 1 ... 2 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II mit ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II mit ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion III mit ca. 3 ... 6 cm Dämmung	• Konstruktion I oder II mit ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion III mit ca. 6 ... 12 cm Dämmung

Dämm- schicht dicke s mm	Wärmedurchgangskoeffizient k in $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ bei Verhältnis $b/a =$					
	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18
80	0,45	0,46	0,48	0,49	0,50	0,51
100	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43
120	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37
140	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,32
160	0,26	0,27	0,27	0,28	0,29	0,30
180	0,23	0,24	0,24	0,25	0,26	0,26

8 Kellerdecken

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Art und Dicke der Kellerdecke
3. Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Baualter

Das Baualter des Hauses ist zu erfragen. Außerdem sollten Zeitpunkte nachträglicher größerer Sanierungen in Erfahrung gebracht werden. Mit dem Baualter bzw. dem Zeitpunkt einer größeren Sanierung ergibt sich i.d.R. eine gute Zuordnung zu typischen Baukonstruktionen.

Art und Dicke der Kellerdecke

Man unterscheidet folgende Zustände bei der Begehung, die nachfolgend noch näher erläutert werden:

- Keller nicht als Wohnraum ausgebaut
- Keller als Wohnraum ausgebaut

Wenn der Keller nicht als Wohnraum ausgebaut ist, wird die Kellerdecke als Grenzschicht zum beheizten Bereich aufgenommen. Ist der Keller als Wohnraum ausgebaut, dann zählen die Flächen an das Erdreich als Grenzflächen.

Man unterscheidet folgende wesentlichen Konstruktionen:

- Holzbalkendecken
- Kappendecken mit Trägern
- Stahlbetondecken
- Stahlsteindecken

Bei den Kellerdecken ist es sehr wichtig, die Konstruktionsart und ggf. Dämmung zu erkennen, um die Wärmeverluste abschätzen zu können. Betondecken ohne Dämmung haben sehr hohe Wärmeverluste.

Holzbalkendecken sind meist nur vorhanden, wenn auch Wandkonstruktionen mit Holz vorhanden sind. Oft haben aber auch Fachwerkhäuser massive Kellerdecken.

Haben die Erdgeschosse klassische Dielen, ist häufig mit Holzbalken- oder Kappendecken zu rechnen. Eine von außen nicht sichtbare Dämmung von oben (ursprüngliche oder nachträgliche Schüttung in die Gefache) ist zu erfragen. Wird nachträglich nur im Zuge großer Sanierungen vorgenommen. Holzbalkendecken kann man ggf. auch im Kellerraum erkennen.

Oft sind mittlerweile auch über Holzdecken Estriche ausgebracht. Sind die Estriche nicht zu dick, kann man im Bereich von Fußbodenfliesen durch Anklopfen (hohler Klang) ehemalige Holzdecken erkennen.

Haben die Erdgeschosse Estrichboden, handelt es sich meist um Stahlbeton- oder Stahlsteindecken. Diese Art der Kellerdecke ist recht von unten gut zu identifizieren. Die Kellerdecken haben glatte Oberflächen (möglichst noch mit Abdrücken der ehemaligen Verschalung). Aber Vorsicht: auch Holzdecken können verputzt sein. Außerdem sind an Stahlstein- oder Stahlbetondecken von unten manchmal Rostflecken (Bewehrungsstahl) zu erkennen.

Steindecken werden mit Voll- oder Hohlsteinen ausgeführt. Anklopfen hilft, um Hohlsteine zu erkennen. Auch Rücksprache mit Hausmeistern, ob beim Anbohren oft Hohlräume sind, wie der Bohrstaub aussieht usw. gibt Hinweise.

Die Kellerdeckendicke sowie manchmal auch der Schichtaufbau kann im Bereich von Durchbrüchen (Abwasserrohre, Heizrohre, Frischwasserrohre) nach oben ermittelt werden. Auch Kellerabgänge lassen ggf. Rückschlüsse auf die Gesamtdicke zu.

Dicke einer Dämmschicht

Ziel der Aufnahme ist auch hier, vorhandene Dämmschichten zu lokalisieren, da diese den wesentlichen Beitrag zum U-Wert liefern. Sofern keine Dämmschichten vorhanden sind, ist die Deckenkonstruktion selbst genauer aufzunehmen.

Bei Kellerdecken ist die Dämmung (unbewohnter Kellerraum!) sehr oft von unten angebracht. Dann wird fast nie eine Verputzung vorgenommen, so dass man die Dicke der Dämmung sehr leicht herausbekommt. Dazu Einstecken mit dünnem Gegenstand in die Dämmung oder besser in eine Stoßkante, bis ein Widerstand kommt.



Etwa 30 cm dicke Kellerdecken-
dämmung für Passivhausstandard



Kellerdeckendämmung mit Platten von unten
(Plattenstärke 4 bis 6 cm)

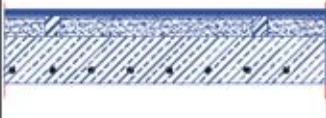


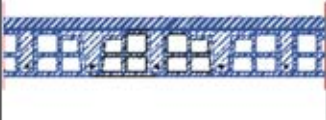


Manchmal wurde auch oberhalb der Kellerdecke gedämmt, z.B. beim Verlegen eines Laminats, beim Verlegen von Fußbodenheizung u.ä. Dies ist praktisch nur durch Erfragen in Erfahrung zu bringen.

Temperaturmessungen der Kellerdecke von oben und unten helfen ggf. weiter. Es sollten Räume mit konstanter Temperatur gewählt werden, in denen die Heizung nicht nachts abgestellt wird. Hier kann mit der Temperaturmessung festgestellt werden, ob eine Dämmung vorhanden ist. Je näher die Fußbodenoberflächentemperatur an der Raumtemperatur und die Kellerdeckentemperatur an der Kellertemperatur (je mehr sich die beiden Oberflächentemperaturen unterscheiden), desto besser die Dämmung.

Zuordnung zu U-Werten

Typische Kellerdecken und EG-Fußböden	typischer Erstellungs zeitraum	U-Wert [W/(m ² K)]	Zeichnung
Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, unterseitig verputzt	bis 1918	1,04	
Holzbalkendecke auf Blindboden mit Lehmschlag, oberseitig Dielung	bis 1918	0,91	
gemauertes Kappengewölbe, oberseitig Sandschüttung, Dielung auf Lagerhölzern	bis 1918	1,37	
scheitrechte Kappendecke, oberseitig Sandschüttung, Dielung auf Lagerhölzern	1918-1948	1,11	

12 cm Stahlbetondecke, oberseitig 6-8 cm Schlackenschüttung + Dielung auf Lagerhölzern	1949-1957	1,01	
Stahlbetondecke mit Estrich	1949-1957	2,40	
12-16 cm Stahlbetondecke, 2-3 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	1958-1978	0,84	
Stahlsteindecke mit Gußasphaltestrich	1958-1978	2,08	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typ		I	II	III	IV	V
U-Wert, in [W/(m²K)]		2,5 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29
Böden und Kellerdecken	Art	<ul style="list-style-type: none"> • Stahlbeton • Stahlstein mit Gussasphalt 	<ul style="list-style-type: none"> • gemauertes Gewölbe mit Dielen 	<ul style="list-style-type: none"> • Holzbalkendecke • Stahlbeton mit Schlackeschüttung • Stahlbeton mit Trittschall und Estrich 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionen mit Dämmschichten 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktionen mit Dämmschichten
	Dämmung	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion ohne extra Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion I oder II plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion I oder II plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung • Konstruktion III plus ca. 3 ... 6 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion wie I oder II plus ca. 12 ... 30 cm Dämmung • Konstruktion wie III plus ca. 6 ... 12 cm Dämmung

9 Erdreichberührte Bauteile

Folgende Größen sollten charakterisiert werden:

1. Baualter
2. Dicke einer vorhandenen Dämmschicht

Baualter

Das Baualter des Hauses ist zu erfragen. Außerdem sollten Zeitpunkte nachträglicher Sanierungen in Erfahrung gebracht werden. Mit dem Baualter bzw. dem Zeitpunkt einer größeren Sanierung ergibt sich ggf. ein Rückschluss auf vorhandene Dämmschichten.

Erdreichberührter Flächen (Wände und Fußboden) müssen aufgenommen werden, wenn der berührte Raum zum beheizten Bereich des Gebäudes gehört (indirekt durch Abwärme beheizte Heizräume zählen nicht dazu). Ist dies nicht der Fall und es befindet sich unter dem Raum ein unbeheizter Keller, zählen die Kellerdecken als Grenzschiicht.

Mit bewohnten Räumen im Keller ist im Mehrfamilienhaus praktisch nicht zu rechnen.

Dicke von Dämmschichten

Im Mauerwerk eingeschlossene Dämmschichten lassen sich ggf. mit Oberflächentemperaturmessungen erkennen. Es sollten zur Messung Räume mit gleichmäßiger Beheizung gewählt werden, nicht sporadisch beheizte Räume (die Heizung sollte mindestens einen Tag unverändert angewesen sein). Die Referenztemperatur des Erdreichs kann mit 10 °C angenommen werden, wenn keine anderen Werte vorliegen.

Besonders in Kellern ist auf Dämmung mit Dämmtapeten (1 cm dick) oder Matten im Fußbodenbereich zu achten. Eine nachträgliche Dämmung der Solplatte sollte immer auch erfragt werden.



Erdreichberührte Außenwände haben oft eine sogenannte Perimeterdämmung von außen. Hier ist die Dämmung in das Erdreich hineingezogen, geht aber nicht in jedem Fall bis zur Solplatte hinab, so dass in diesem Fall nicht die ganze Kellerwand gedämmt ist.

Zuordnung zu U-Werten

Typische Kellerdecken und EG-Fußböden	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m ² K)]	Zeichnung
Feldsteine, in Sand (nicht unterkellert)	bis 1918	2,88	

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typ	I	II	III	IV	V	
U-Wert, in [W/(m ² K)]	4 ... 1,7	1,69 ... 1,2	1,19 ... 0,7	0,69 ... 0,3	unter 0,29	
Erdreichberührte Bauteile	Dämmung	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion ohne extra Wärmedämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion mit max. 1 ... 2 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion mit 3 ... 6 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion mit 6 ... 12 cm Dämmung 	<ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion mit 12 ... 30 cm Dämmung

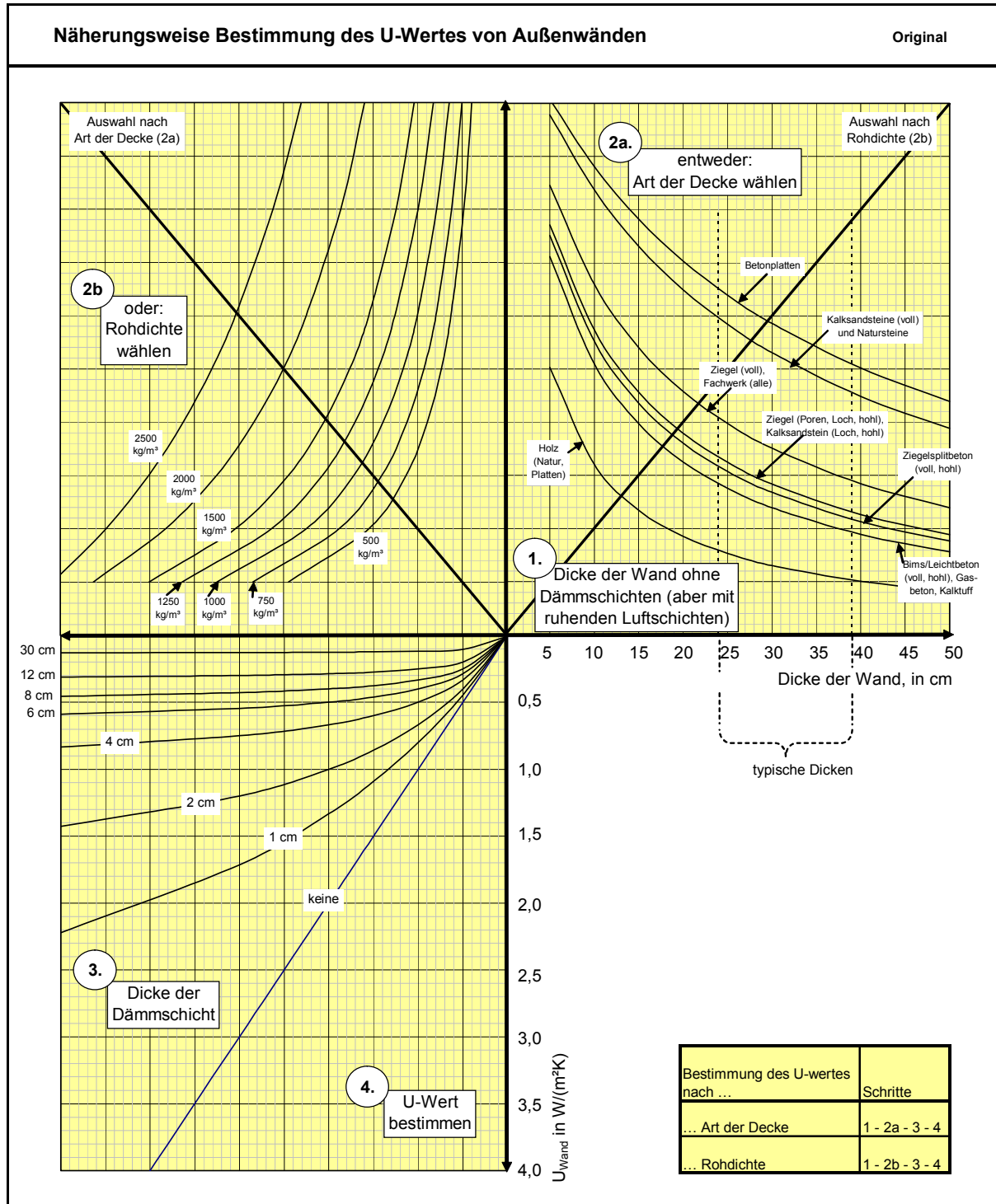
10 Fragebogen

Allgemeines			
Alter des Gebäudes?			
Außenwände			
Jahr der letzten Sanierung?			
Massive einschalige Wand? <input type="checkbox"/>	Massive mehrschalige Wand? <input type="checkbox"/>	Fachwerkwand? <input type="checkbox"/>	
Gesamtdicke der Wand?			
Material der Wand oder der Gefache	Ziegel (Vollziegel, Lochziegel) <input type="checkbox"/>	Bims- oder Leichtbetonsteine (Vollsteine, Lochsteine, Gasbeton) <input type="checkbox"/>	Hohlsteine (Schlacke, Kalktuff, Ziegelsplitbeton) <input type="checkbox"/>
	Stahlbeton (Plattenbau) <input type="checkbox"/>	Kalksandstein (Vollsteine, Lochsteine) <input type="checkbox"/>	Feldsteine, Natursteine <input type="checkbox"/>
	Lehm und Lehmmaterialien <input type="checkbox"/>	Holz (Natur, Platten) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Dicke der Dämmung?	Innen-dämmung <input type="checkbox"/>	Außen-dämmung <input type="checkbox"/>	Kern-dämmung <input type="checkbox"/>
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?			
Temperaturmessung	Außentemperatur		Innentemperatur
	Oberfläche außen		Oberfläche innen
Fenster			
Alter der Fenster?		Kastenfenster	
Art der Verglasung ?	Isolierverglasung <input type="checkbox"/>	Wärmeschutzverglasung <input type="checkbox"/>	
Anzahl der Scheiben	Einscheiben <input type="checkbox"/>	Zweischeiben <input type="checkbox"/>	Dreischeiben <input type="checkbox"/>
Rahmenmaterial ?	Holz <input type="checkbox"/>	Metall <input type="checkbox"/>	Kunststoff <input type="checkbox"/>
abgelesener U-Wert			
Obere Geschossdecke			
Jahr der letzten Sanierung?			
Art der Decke	Holzbalkendecke <input type="checkbox"/>	Stahlsteindecke <input type="checkbox"/>	Stahlbetondecke <input type="checkbox"/>
Gesamtdicke der Geschossdecke?			
Dämm-schichtdicke?	Dämmung von unten <input type="checkbox"/>	Dämmung von oben <input type="checkbox"/>	
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?			
Temperaturmessung	Außentemperatur		Innentemperatur
	Oberfläche außen		Oberfläche innen

Flachdach				
Zeitpunkt der letzten Vollsanieung?				
Art der Dachhaut		Kiesschüttung <input type="checkbox"/>	Glatte Dachoberfläche <input type="checkbox"/>	
Gesamtdicke?				
Dämmschichtdicke?			Dämmung von unten <input type="checkbox"/>	
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?				
Temperaturmessung	Außen- temperatur	Innentem- peratur	Oberfläche innen	
Steildach				
Datum eines Dachausbaus?				
Dämmdicke	Unterspar- rendämmung <input type="checkbox"/>	Zwischenspar- rendämmung <input type="checkbox"/>	Aufsparren- dämmung <input type="checkbox"/>	
Dicke von Heraklithplatten				
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?				
Temperaturmessung	Außen- temperatur	Innentem- peratur	Oberfläche innen	
Kellerdecke				
Jahr der letzten Sanierung?				
Gesamtdicke der Kellerdecke				
Material der Decke	Holzbal- kendecken <input type="checkbox"/>	Stahlbe- tondecken <input type="checkbox"/>	Kappendecken mit Trägern <input type="checkbox"/>	Stahlstein- decken <input type="checkbox"/>
Dicke der Dämmung		Dämmung von unten <input type="checkbox"/>	Dämmung von oben <input type="checkbox"/>	
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?				
Temperaturmessung	Außentemperatur		Innentemperatur	
	Oberfläche außen		Oberfläche innen	
Erdreichberührte Bauteile				
Jahr der letzten Sanierung?				
Dicke der Däm- mung von oben?		Perimeter- dämmung? <input type="checkbox"/>	Dicke der Perime- terdämmung?	
Erfahrungen der Nutzer mit Bohrstaub?				
Tempera- turmessung	Erdreich- temperatur	Innentem- peratur	Oberfläche innen	

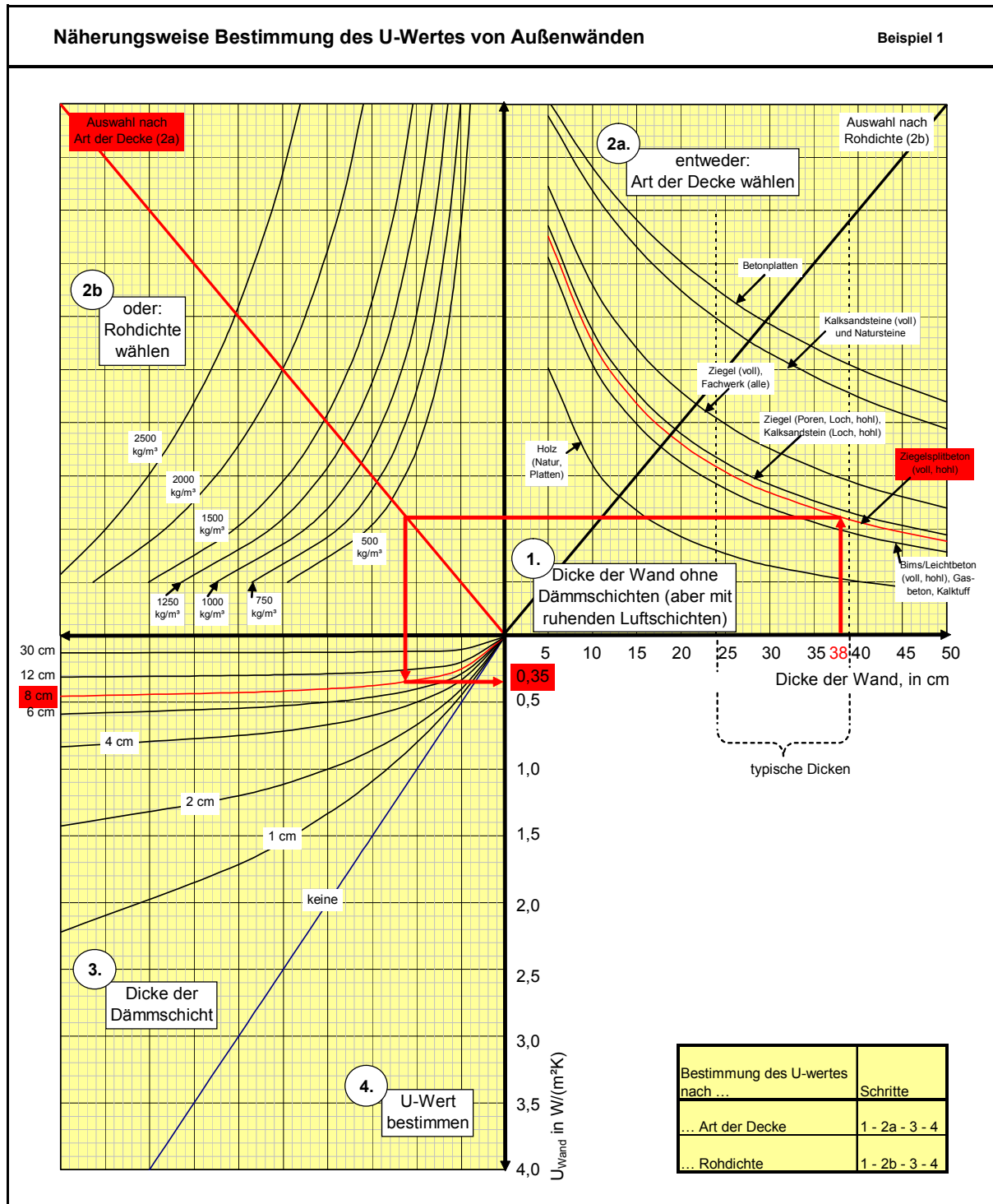
ABSCHNITT II: ÜBERSCHLÄGIGE U-WERT-BESTIMMUNG

1 Außenwände

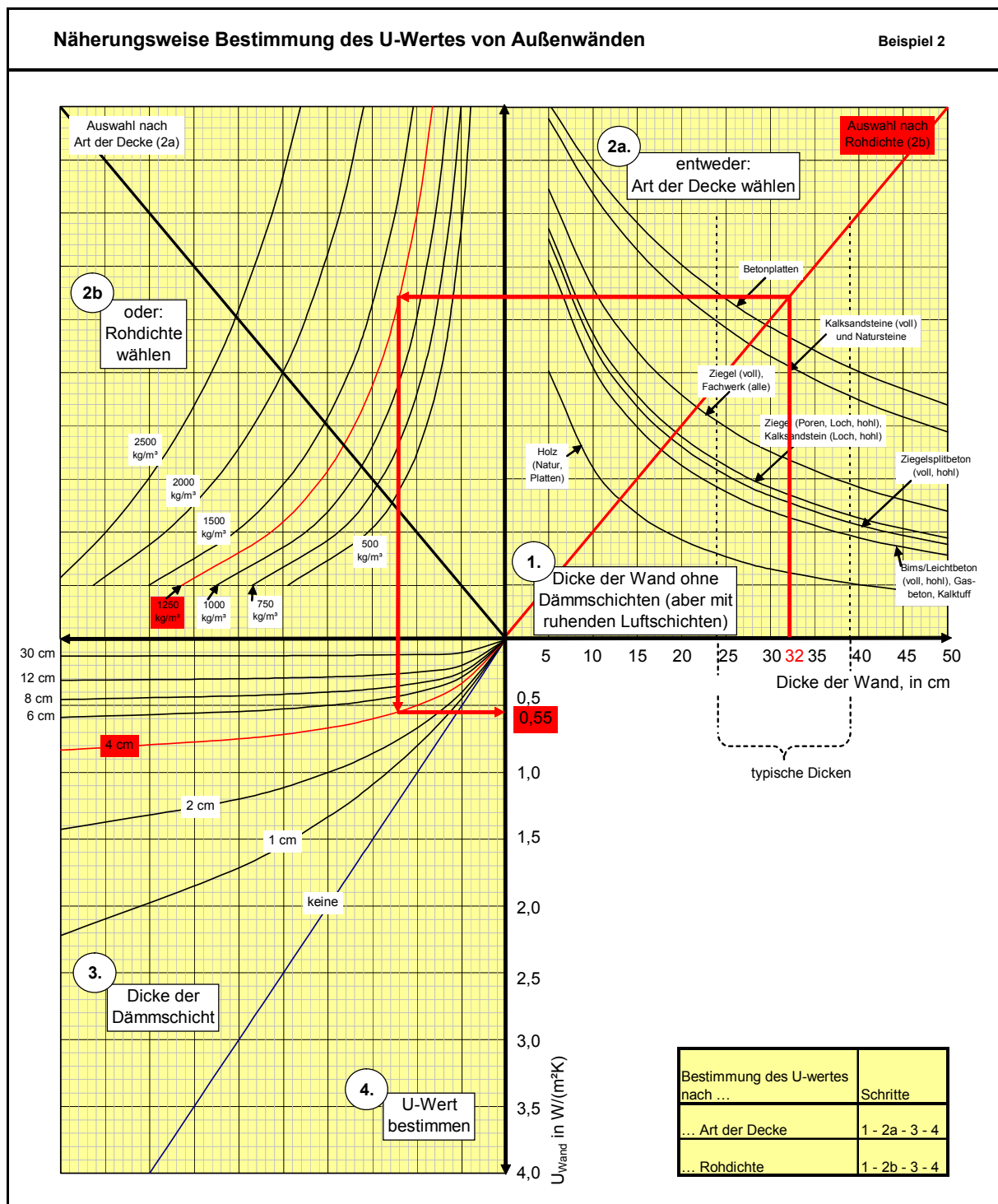


Typische Werte:

- vor 1949: $U = 1,8 \dots 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1949 – 1957: $U = 1,4 \dots 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1958 – 1968: $U = 1,3 \dots 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1969 – 1977: $U = 1,1 \dots 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1978 – 1983: $U = 0,75 \dots 1,45 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1984 – 1994: $U = 0,56 \dots 1,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1995 – heute: $U = 0,26 \dots 0,50 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

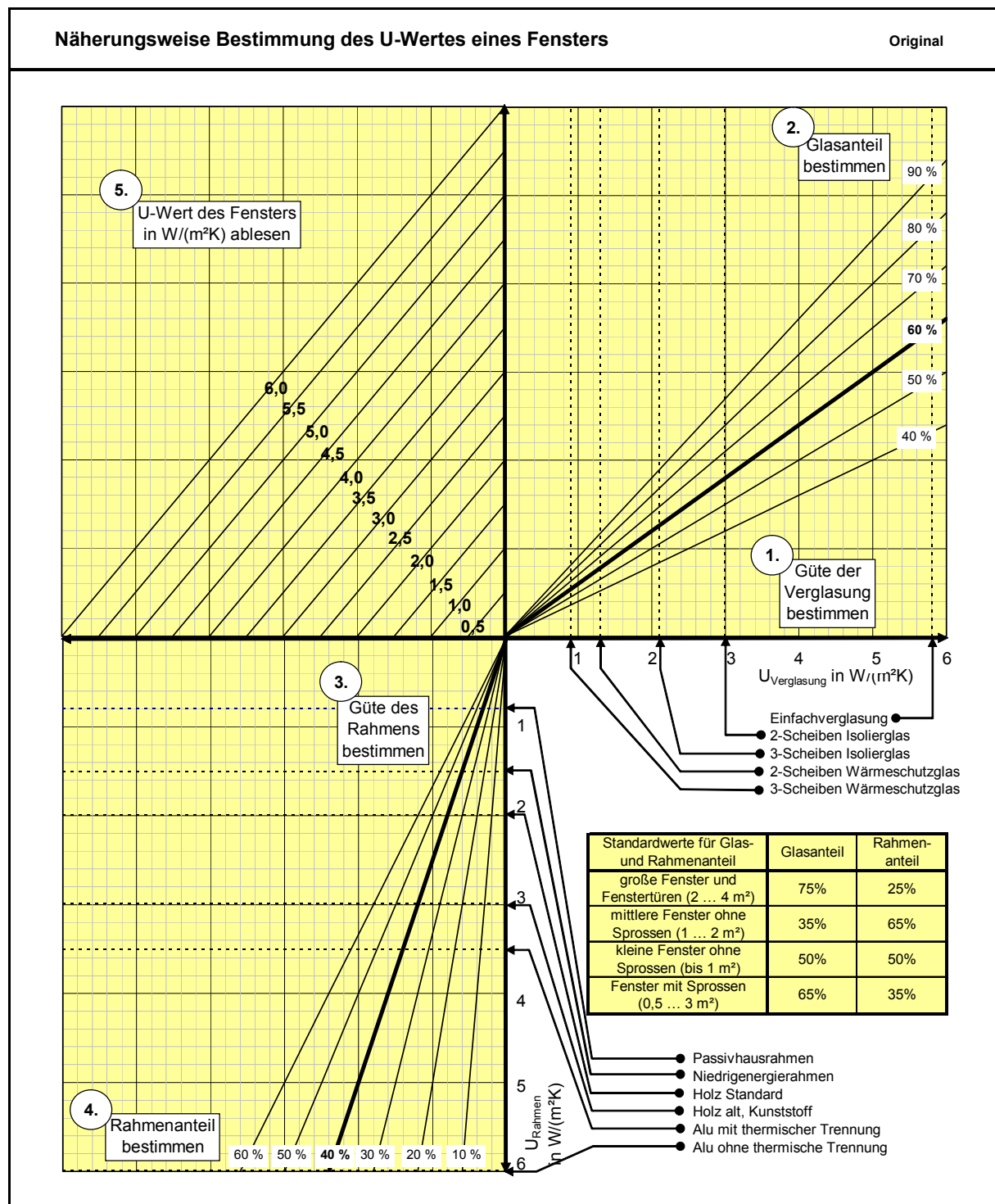


Die Wand soll anhand einer Beschreibung der Bauart klassifiziert werden. Die Bauteilschichten sollen ohne Dämmschichten geschätzte 38 cm dick sein und aus Ziegelsplitbeton ausgeführt sein. Es ist eine 8 cm dicke zusätzliche Wärmedämmung vorhanden. Es ergibt sich ein U-Wert von $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.



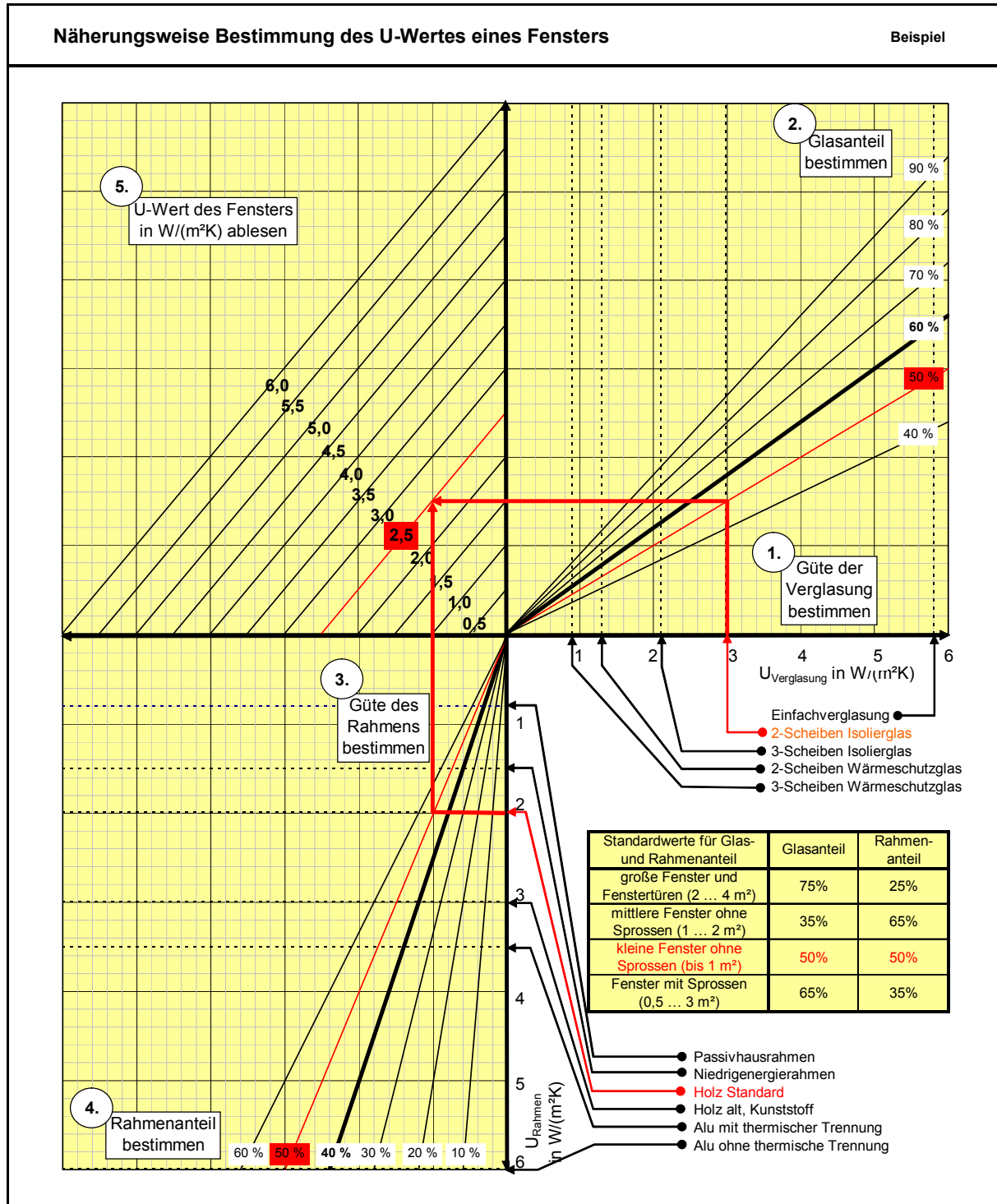
Die Wand soll anhand ihrer Rohdichte klassifiziert werden. Die Bauteilschichten sollen ohne Dämmschichten geschätzte 32 cm dick sein. Die Rohdichte des Baumaterials, welches der Hauptbestandteil der Wand ist, beträgt etwa $1250 \text{ kg}/\text{m}^3$. Es ist eine 4 cm dicke zusätzliche Wärmedämmung vorhanden. Es ergibt sich ein U-Wert von $0,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

2 Fenster



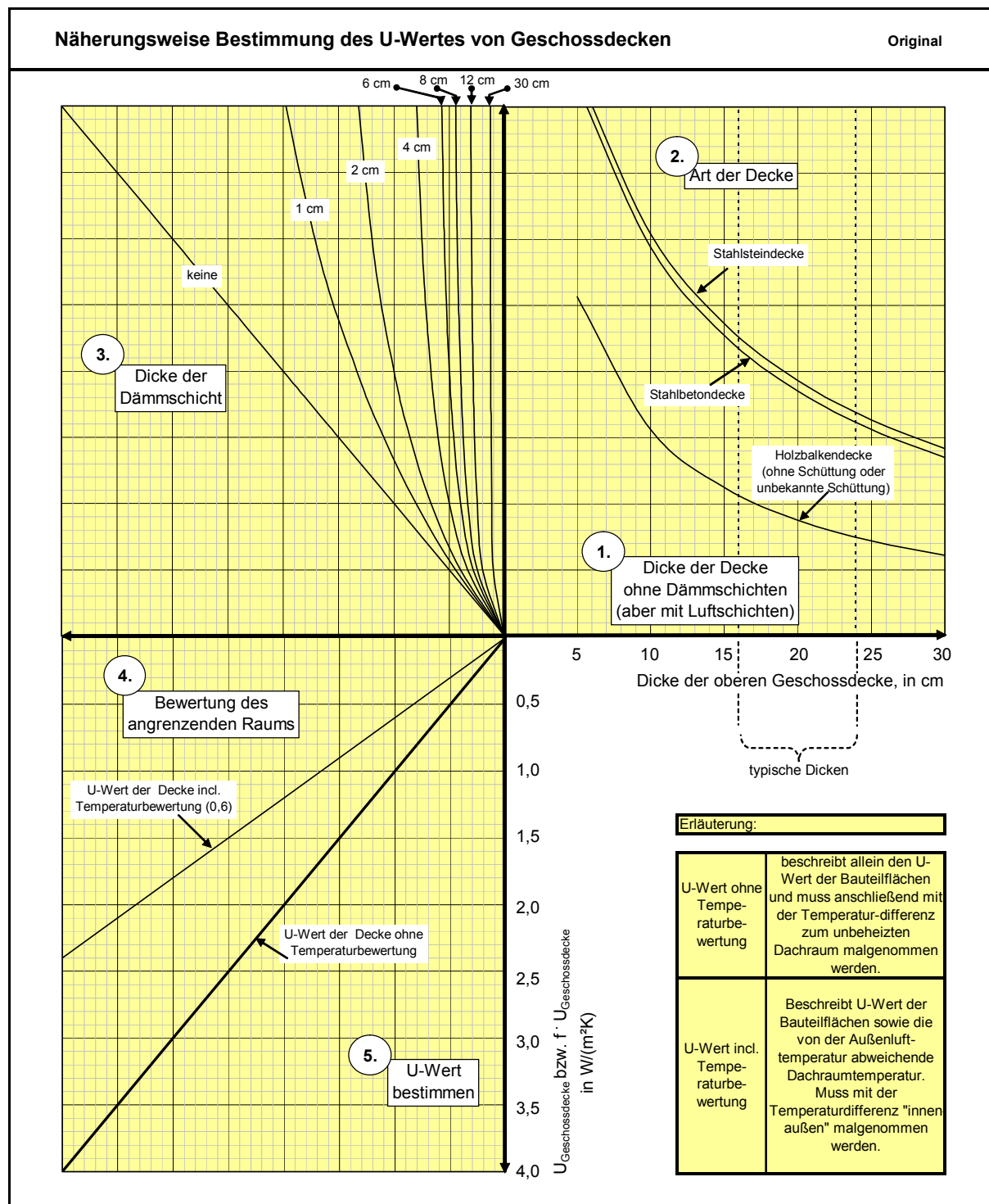
Typische Werte:

- Fenster vor 1977: Einscheibenglas mit altem Holzrahmen
- Fenster bis 1995: 2-Scheiben-Isolierglas
- Fenster ab 1995: 2-Scheiben-Wärmeschutzglas mit Niedrigenergierahmen
- Fenster im Passivhaus: 3-Scheiben-Wärmeschutzglas mit Passivhausrahmen



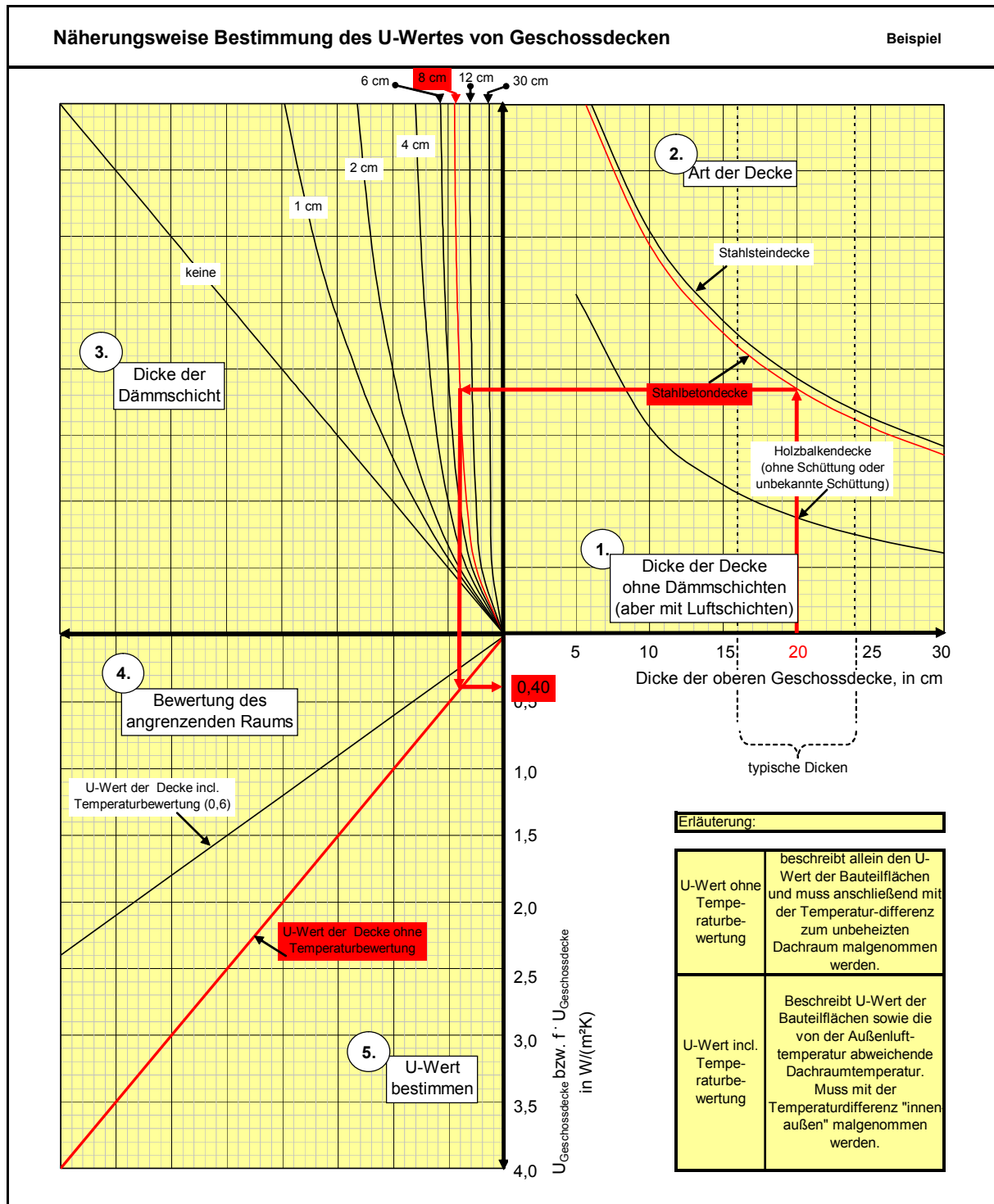
Das Beispielfenster ist ein kleines Fenster mit einer Fläche unter 1 m². Der Glasanteil beträgt etwa 50 %, der Rahmenanteil ebenfalls 50 %. Es handelt sich um eine Verglasung aus 2-Scheiben Isolierglas und einen Rahmen aus Kunststoff. Es ergibt sich ein U-Wert von 2,5 W/(m²K).

3 Obere Geschossdecken



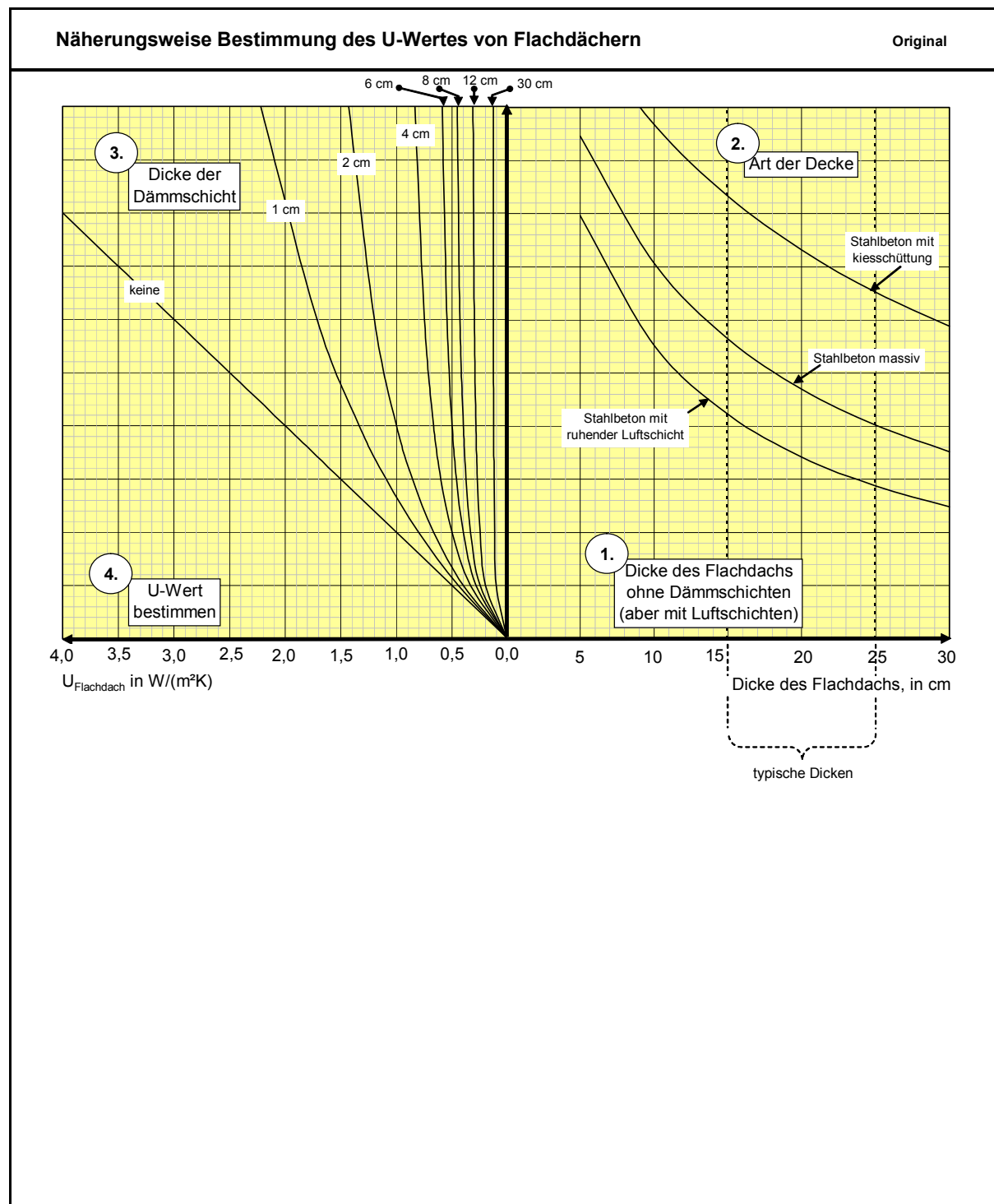
Typische Werte:

- vor 1949: $U = 1,2 \dots 1,6 \text{ W}/(m^2K)$
- 1949 – 1957: $U = 1,3 \dots 2,1 \text{ W}/(m^2K)$
- 1958 – 1968: $U = 0,8 \dots 1,5 \text{ W}/(m^2K)$
- 1969 – 1977: $U = 0,5 \dots 1,1 \text{ W}/(m^2K)$
- 1978 – 1983: $U = 0,45 \dots 0,76 \text{ W}/(m^2K)$
- 1984 – 1994: $U = 0,30 \dots 0,56 \text{ W}/(m^2K)$
- 1995 – heute: $U \approx 0,22 \text{ W}/(m^2K)$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W}/(m^2K)$



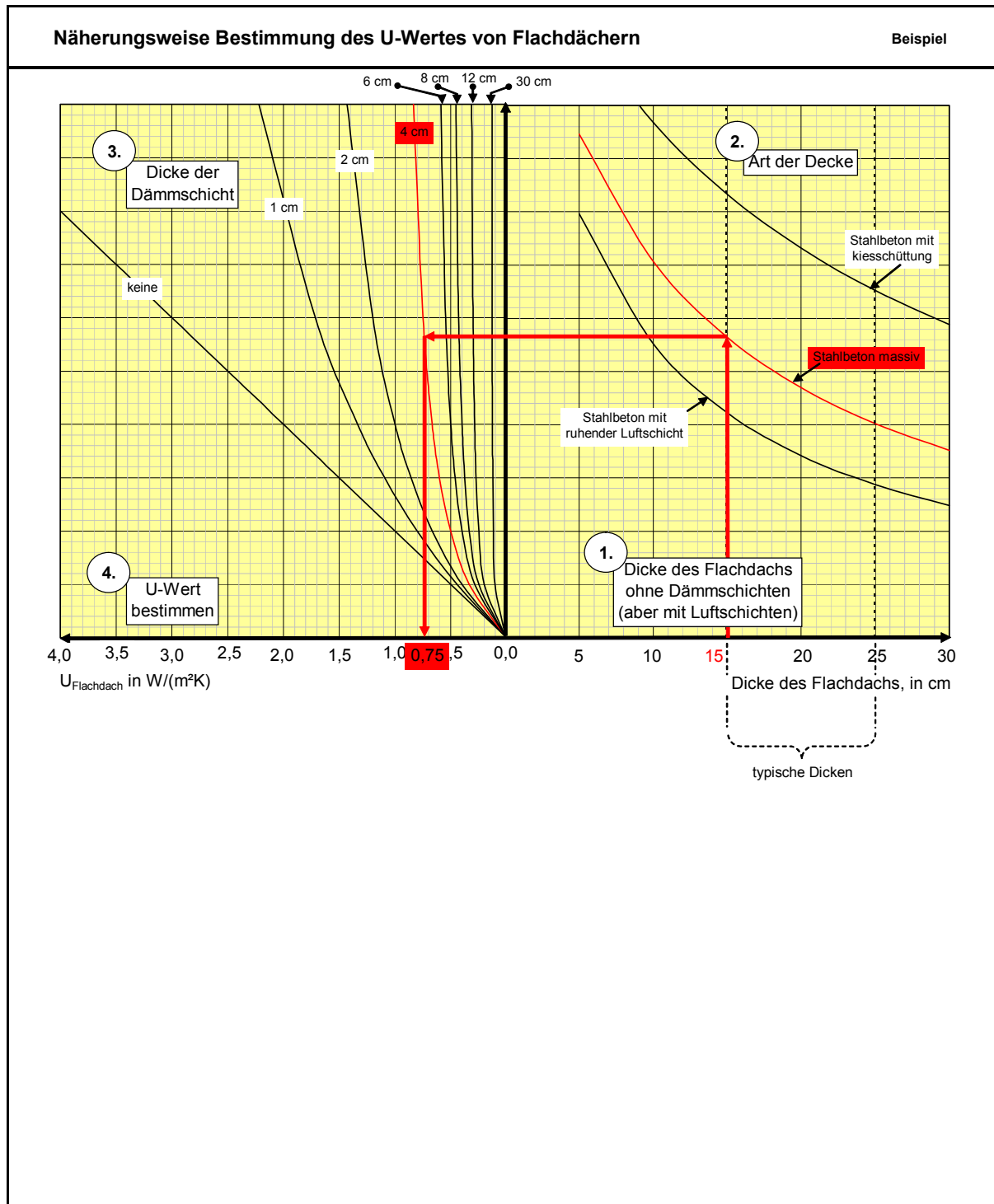
Die Bauteilschichten der obersten Geschossdecke sollen ohne Dämmschichten geschätzte 20 cm dick sein und als Stahlbetondecke ausgeführt sein. Auf der Oberseite liegt eine 8 cm dicke Dämmschicht. Es ergibt sich ohne Temperaturbewertung ein Gesamt U-Wert von $0,40 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

4 Flachdächer



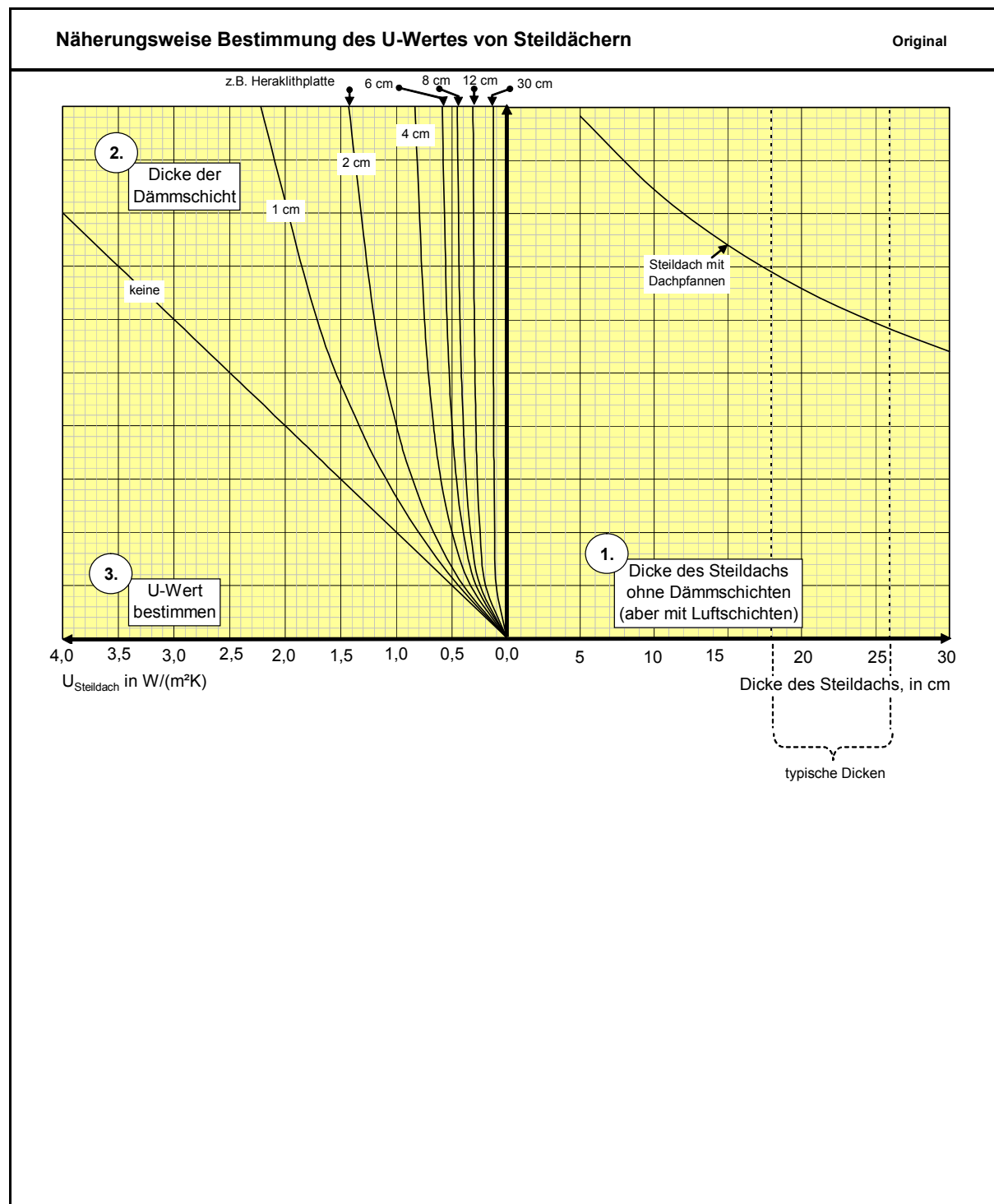
Typische Werte:

- 1958 – 1968: $U = 1,4 \dots 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1969 – 1977: $U = 0,54 \dots 1,23 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1978 – 1983: $U = 0,45 \dots 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1984 – 1994: $U = 0,30 \dots 0,57 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- 1995 – heute: $U \approx 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



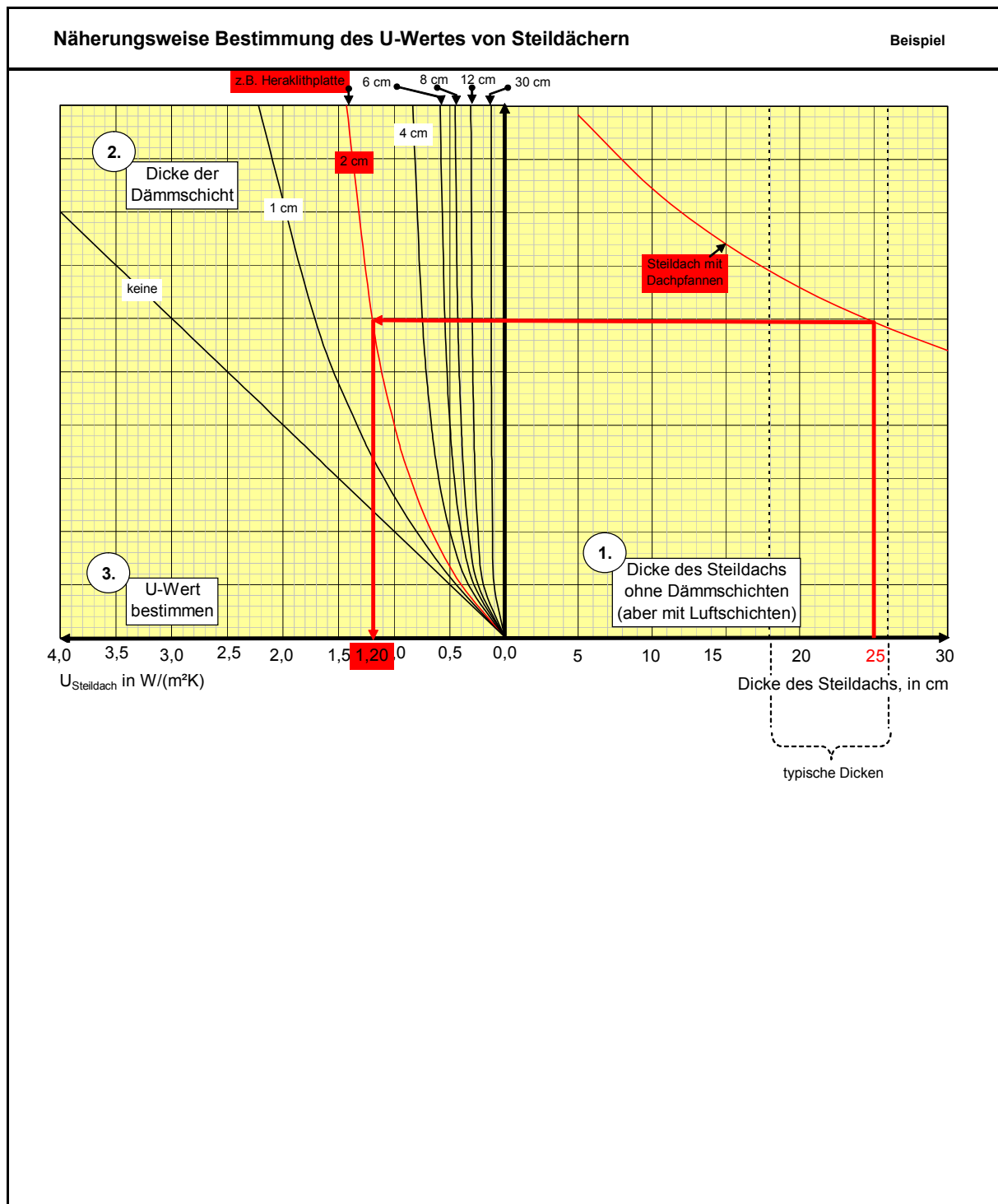
Die Bauteilschichten des Flachdachs sollen ohne Dämmschichten geschätzte 15 cm dick sein und aus massivem Stahlbeton bestehen. Auf der Innenseite ist eine Dämmschicht mit 4 cm Dicke angebracht. Es ergibt sich eine Gesamt U-Wert von 0,75 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$.

5 Steildächer



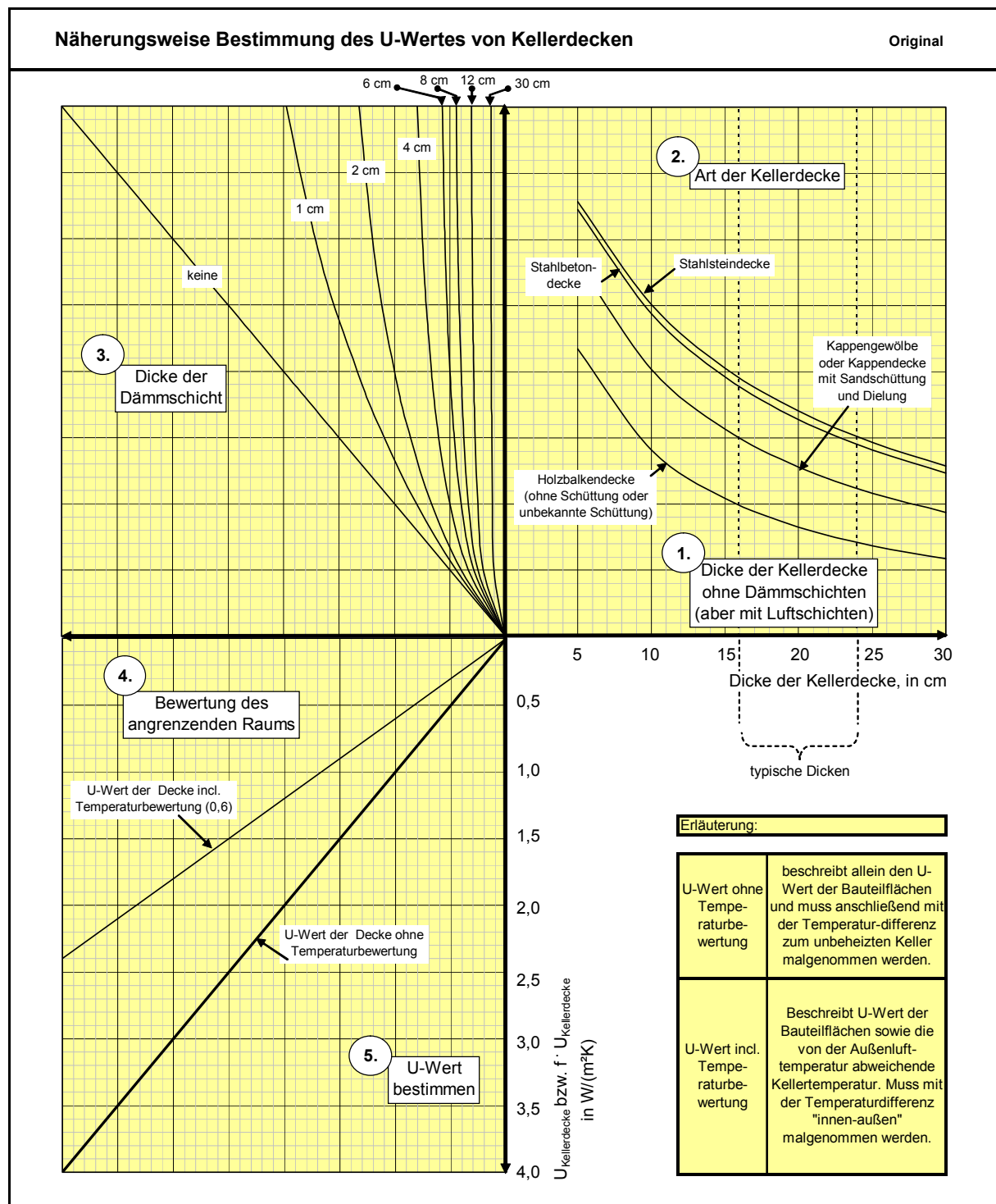
Typische Werte:

- vor 1949: $U = 2,7 \dots 3,2 \text{ W}/(m^2K)$
- 1949 – 1957: $U = 1,3 \dots 1,9 \text{ W}/(m^2K)$
- 1958 – 1968: $U = 1,1 \dots 1,9 \text{ W}/(m^2K)$
- 1969 – 1977: $U = 0,51 \dots 0,80 \text{ W}/(m^2K)$
- 1978 – 1983: $U = 0,45 \dots 0,65 \text{ W}/(m^2K)$
- 1984 – 1994: $U = 0,30 \dots 0,52 \text{ W}/(m^2K)$
- 1995 – heute: $U \approx 0,22 \text{ W}/(m^2K)$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W}/(m^2K)$



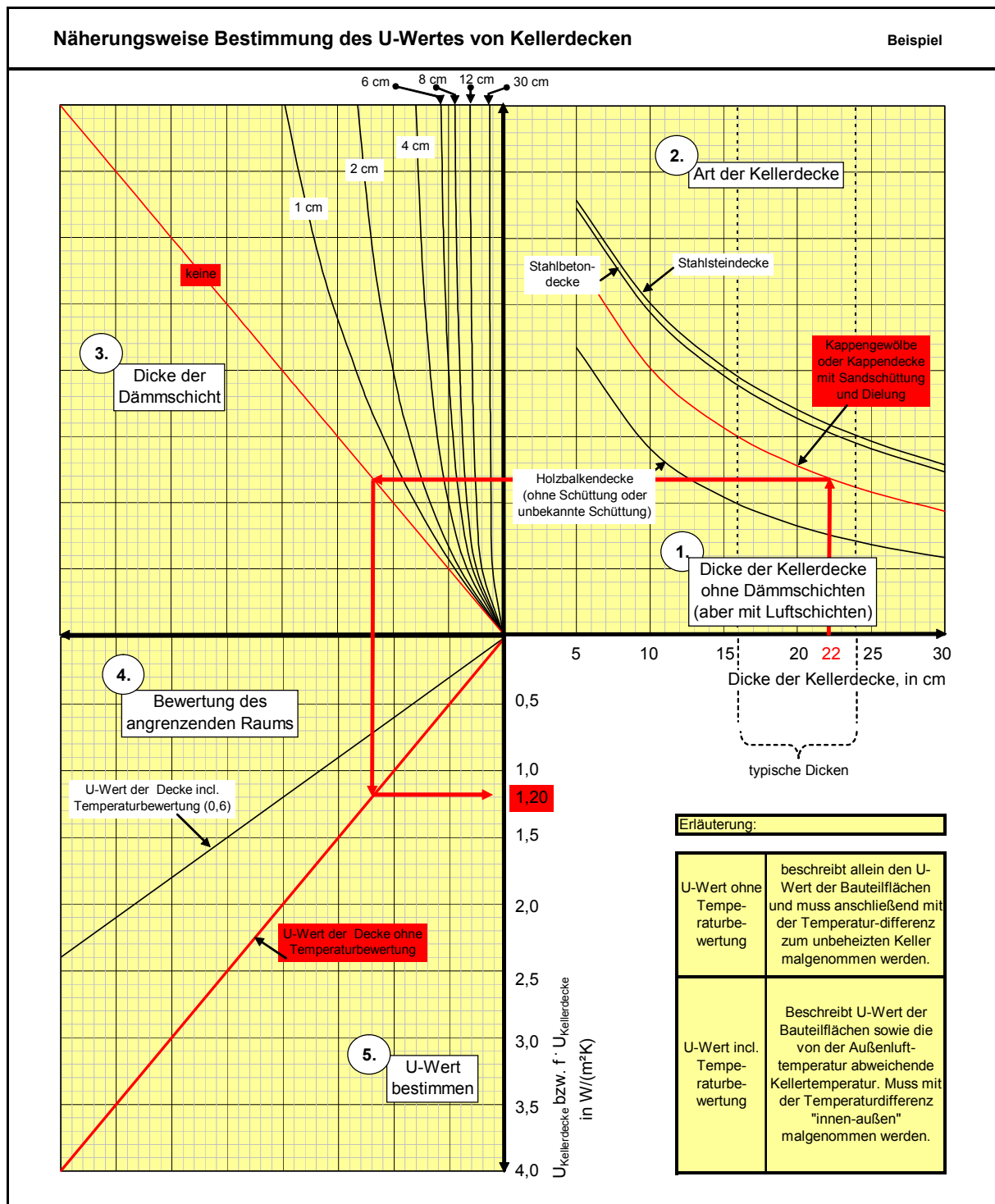
Die Bauteilschichten des Steildachs sollen ohne Dämmschichten geschätzte 25 cm dick sein. Auf der Innenseite ist eine Heraklithplatte sowie Putz angebracht. Es ergibt sich eine Gesamt U-Wert von 1,20 W/(m²K).

6 Kellerdecken



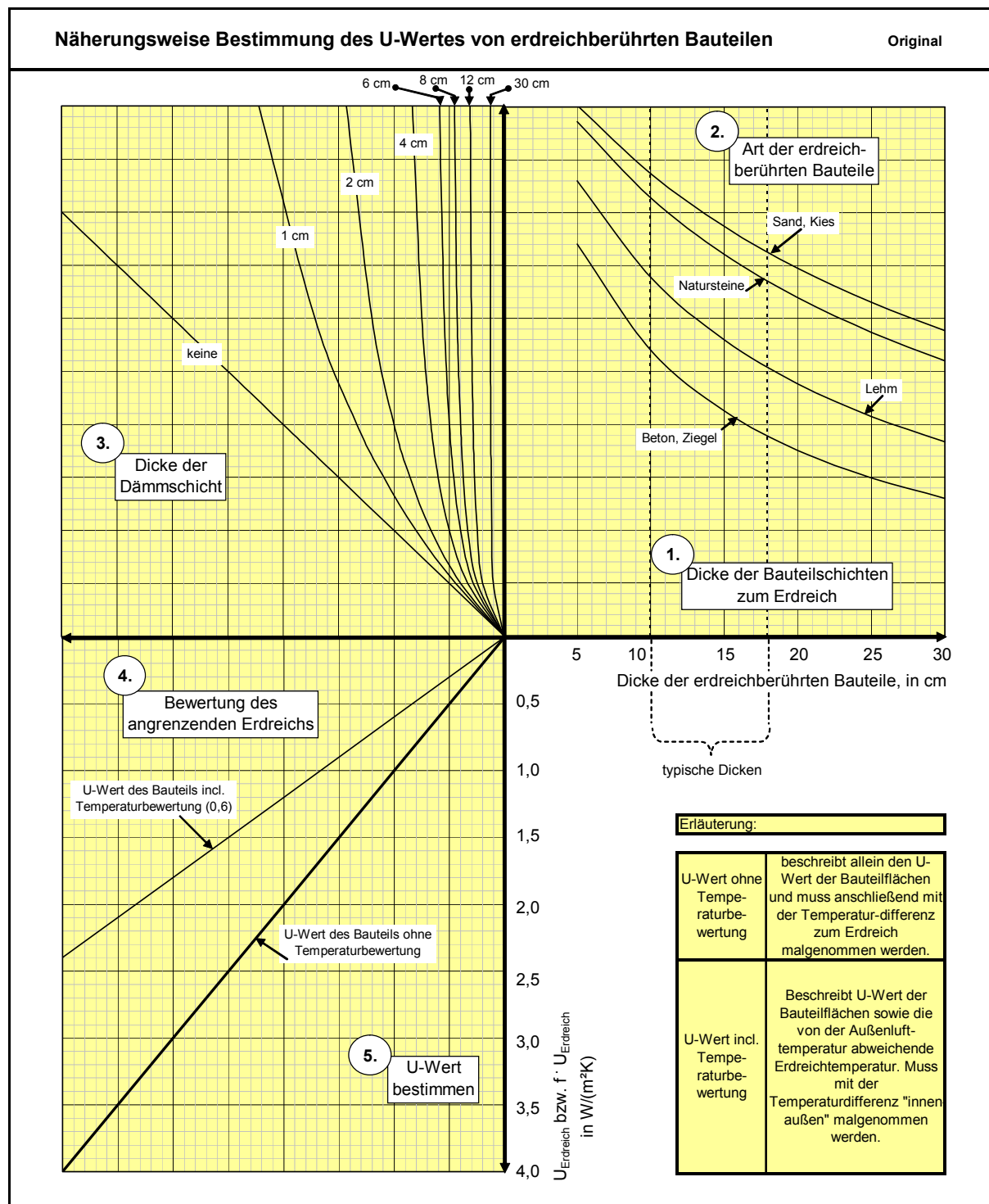
Typische Werte:

- vor 1949: $U = 1,1 \dots 1,6 \text{ W}/(m^2K)$
- 1949 – 1957: $U = 1,0 \dots 1,6 \text{ W}/(m^2K)$
- 1958 – 1968: $U = 0,8 \dots 1,5 \text{ W}/(m^2K)$
- 1969 – 1977: $U = 0,7 \dots 1,1 \text{ W}/(m^2K)$
- 1978 – 1983: $U = 0,7 \dots 0,8 \text{ W}/(m^2K)$
- 1984 – 1994: $U = 0,55 \dots 0,69 \text{ W}/(m^2K)$
- 1995 – heute: $U \approx 0,35 \text{ W}/(m^2K)$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W}/(m^2K)$



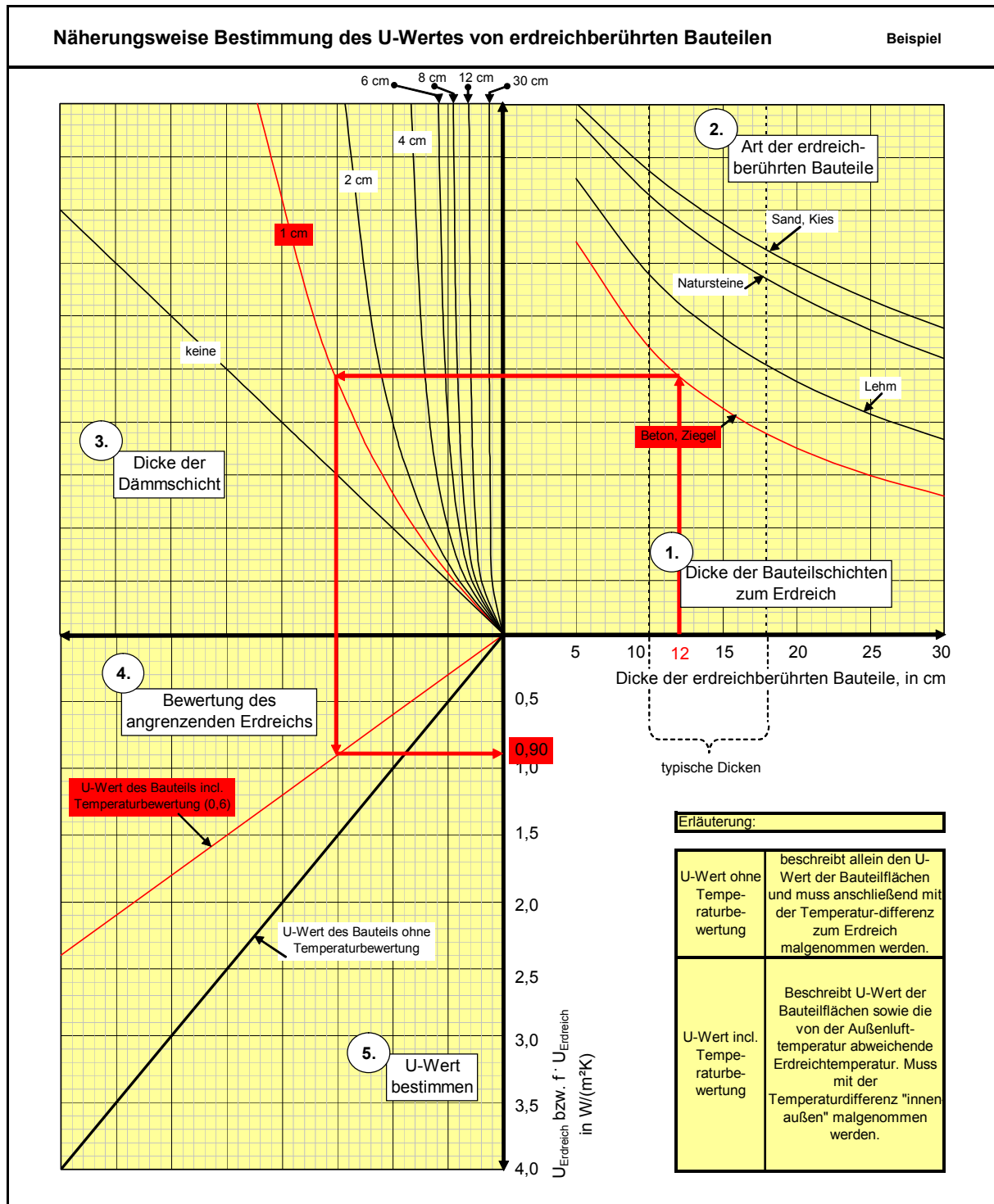
Die Bauteilschichten der Kellerdecke sollen ohne Dämmschichten geschätzte 22 cm dick sein und als Kappengewölbe ausgeführt sein. Es ist keine Dämmung vorhanden. Es ergibt sich ohne Temperaturbewertung ein Gesamt U-Wert von 1,20 $W/(m^2K)$.

7 Erdreichberührte Flächen



Typische Werte:

- vor 1918: $U = 2,0 \dots 2,9 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1919 – 1948: $U = 1,1 \dots 2,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1949 – 1957: $U = 1,0 \dots 2,3 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1958 – 1968: $U = 0,84 \dots 1,29 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1969 – 1983: $U = 0,79 \dots 0,98 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1984 – 1994: $U = 0,55 \dots 0,66 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1995 – heute: $U \approx 0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Passivhaus: $U \approx 0,10 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Die Bauteilschichten des erdreichberührten Bauteils sollen ohne Dämmschichten geschätzte 12 cm dick sein und aus Ziegelsteinen bestehen. Darüber ist eine dünne Dämmschicht mit 1 cm Dicke verlegt. Es ergibt sich eine Gesamt U-Wert von $1,5 W/(m^2K)$. Inklusive der Temperaturbewertung ergibt sich ein Wert $U \cdot f$ von $0,90 W/(m^2K)$.

ABSCHNITT III: BAUSTOFFDATEN

1 Berechnungsformeln

Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) eines Bauteils ermittelt sich aus dem Kehrwert des Wärmedurchgangswiderstandes R_T . Es gilt:

$$U = 1/ R_T \quad \text{in [W/(m}^2\text{K)]}$$

Hierbei bedeuten:

U Wärmedurchgangskoeffizient, in [W/(m²K)]
 R_T Wärmedurchgangswiderstand, in [(m²K)/W]

Der Wärmedurchgangswiderstand R_T einer homogenen Schicht setzt sich zusammen aus der Summe der Einzelwiderstände. Es gilt:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se} \quad \text{in [(m}^2\text{K)/W]}$$

Hierbei bedeuten:

R_{si} Wärmeübergangswiderstand innen, in [(m²K)/W]
 R_1, R_2, \dots, R_n Wärmedurchgangswiderstand der einzelnen Schichten, in [(m²K)/W]
 R_{se} Wärmeübergangswiderstand außen, in [(m²K)/W]

Wärmeübergangswiderstände, in (m²K)/W

	Richtung des Wärmestromes		
	Aufwärts	Horizontal	Abwärts
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

Nicht homogene Bauteile (Fachwerk, Steildächer usw.) werden nach DIN EN ISO 6946 berechnet. Überschlägig gilt die einfache Flächengewichtung:

$$U_{\text{Gesamt}} = (A_1/A_{\text{Gesamt}} \cdot U_1) + (A_2/A_{\text{Gesamt}} \cdot U_2) \quad \text{in [W/(m}^2\text{K)]}$$

Hierbei bedeuten:

A_1 Fläche der 1. Schicht, in [m²]
 A_2 Fläche der 2. Schicht, in [m²]
 A_{Gesamt} Fläche beider Schichten, in [m²]
 U_1 Wärmedurchgangskoeffizient der 1. Schicht, in [W/(m²K)]
 U_2 Wärmedurchgangskoeffizient der 2. Schicht, in [W/(m²K)]
 U_{Gesamt} mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient, in [W/(m²K)]

2 Werte nach DIN 4106

Zeile	Stoffe	Rohdichte ρ (Raumgewicht) kg/m ³	λ Wärmeleitfähigkeit	
			kcal/mh°C	W/mK
	a	b	c	d
1	Natürliche Steine und Erden			
1.1	Natursteine, gewachsener Boden			
1.11	Dichte Natursteine (Granit, Basalt, Marmor usw.)		3,00	3,49
1.12	Porige Natursteine (Sandsteine, Muschelkalk, Nagelfluh usw.)		2,00	2,33
1.13	Sand und Kiessand, naturfeucht		1,20	1,40
1.14	Bindiger Boden, naturfeucht		1,80	2,09
1.2	Lehm			
1.21	Massivlehm und Lehmformlinge		0,80	0,93
1.22	Strohlehm		0,60	0,70
1.23	Leichtlehm		0,40	0,47
1.24	Lehmwickel mit Stroh auf Holzstaken		0,40	0,47
1.3	Lose Füllstoffe, lufttrocken in Decken o. ä.			
1.31	Sand		0,50	0,58
1.32	Kies, Splitt		0,70	0,81
1.33	Bimskies		0,16	0,19
1.34	Steinkohlenschlacke		0,16	0,19
1.35	Hochofenschlackschlacke		0,12	0,14
1.36	Ziegelsplitt		0,35	0,41
2	Mörtel und Betone			
2.1	Putze (innen und außen), Estriche, Mörtelfugen aus			
2.11	Kalkmörtel, Kalkzementmörtel, Mörtel aus hydraulischem Kalk		0,75	0,87
2.12	Zementmörtel		1,20	1,40
2.13	Kalkgipsmörtel, Gipsmörtel, reinem Gips, Anhydritmörtel		0,60	0,70
2.2	Betone und Leichtbetone (in fugenlosen Bauteilen und großformatigen Platten)			
2.21	Kies- oder Splittbeton mit geschlossenem Gefüge			
	Betongüte \leq B 120		1,30	1,51
	Betongüte \geq B 160		1,75	2,04
2.22	Ziegelsplittbeton mit geschlossenem Gefüge	1600	0,65	0,76
	Ziegelsplittbeton für Stahlbeton	1800	0,80	0,93
2.23	Hautwerkporige Betone aus nichtporigen Zuschlagstoffen z. B. Kies	2000	0,90	1,05
2.24	Ziegelsplittbeton und Steinkohlenschlackenbeton	1500	0,55	0,64
	haufwerkporig	1700	0,70	0,81
	haufwerkporig	1900	0,70	0,81
2.25	Bimsbeton und Beton aus geschäumter oder granulierter Hochofenschlacke	1200	0,40	0,47
	geschäumter oder granulierter	1400	0,50	0,58
	Hochofenschlacke	1600	0,65	0,76
2.26	Dampfgehärteter Gas- und Schaumbeton, Leichtkalkbeton	800	0,25	0,29
		1000	0,30	0,35
		1200	0,40	0,47
2.27		400	0,12	0,14
		500	0,16	0,19
		600	0,20	0,23
		800	0,25	0,29
		1000	0,30	0,35
		800	0,35	0,41
2.28	Holzbeton			
2.3	Beton- und Gips-Platten			
2.31	Asbestzementplatten	1800	0,30	0,35
2.32	Wandbauplatten aus Leichtbeton (DIN 18162)			
2.321	Naturbims-Wandbauplatten (Bimsdielen)	800	0,25	0,29
2.322	Hüttenbims-, Blähton-, Wandbauplatten	1000	0,30	0,35
2.323	Schlacken-Wandbauplatten	1200	0,40	0,47
2.324	Sinterbims-, Ziegelsplitt-, Tuff- und Lava-Wandbauplatten, Leichtbeton-Wandbauplatten aus gemischten Zuschlagstoffen	1400	0,50	0,58
2.33	Wandbauplatten aus Gips (DIN 18163)			
2.331	Porengips	600	0,25	0,29
2.332	Gips mit Füllstoffen, Hohlräumen oder Poren	900	0,35	0,41
2.333	Gips (Gipsdielen)	1000	0,40	0,47
2.334	Gips mit gemischten Zuschlagstoffen	1200	0,50	0,58
2.34	Gipsplatten mit beidseitiger Pappumhüllung bei Dicken bis zu 15 mm		0,18	0,21

Zeile	Stoffe	Rohdichte ρ (Raumgewicht) kg/m ³	λ Wärmeleitfähigkeit	
			kcal/mh°C	W/mK
	a	b	c	d
2.4	Mauerwerk aus Betonsteinen einschließlich Mörtelfugen ¹⁾			
2.41	Kalksandsteine (DIN 106 Bl. 1)			
2.411	Kalksand-Hartsteine KSH 250	1800	0,90	1,05
2.412	Kalksand-Vollsteine KSV 1,8/150	1800	0,90	1,05
2.413	Kalksand-Vollsteine KSV 1,8/150 und 1,8/100	1800	0,85	0,99
2.414	Kalksand-Lochsteine KSL 1,4/150 und 1,4/75	1400 ²⁾	0,60	0,70
2.415	Kalksand-Lochsteine KSL 1,2/75 und 1,2/50	1200 ³⁾	0,48	0,56
2.416	Kalksand-Hohlblocksteine KSHbl 1,2/50 und 1,2/25	1200 ³⁾	0,48	0,56
2.417	Kalksand-Hohlblocksteine KSHbl 1,0/50 und 1,0/25	1000 ³⁾	0,43	0,50
2.42	Hüttensteine (DIN 398)			
2.421	Hüttensteine HS 100 und HS 150		0,60	0,70
2.422	Hüttenhartsteine HHS		0,75	0,87
2.43	Leichtbeton-Vollsteine (DIN 18152)	800	0,35	0,41
		1000	0,40	0,47
		1200	0,45	0,52
		1400	0,55	0,64
		1600	0,68	0,80
2.44	Leichtbeton-Hohlblocksteine (DIN 18151)			
2.441	Zweikammerstein	1000 ²⁾	0,38	0,44
		1200 ²⁾	0,42	0,49
		1400 ²⁾	0,48	0,56
2.442	Dreikammerstein	1400 ²⁾	0,42	0,49
		1600 ²⁾	0,48	0,56
2.45	Gas- und Schaumbetonsteine (DIN 4165) und Leichtkalkbetonsteine, dampfgehärtet	600	0,30	0,35
		800	0,35	0,41
2.46	Gas- und Schaumbetonsteine und Leichtkalkbetonsteine, luftgehärtet	1000	0,40	0,47
		800	0,38	0,44
		1000	0,48	0,56
2.47	Steine aus Holzbeton	1200	0,60	0,70
		800	0,38	0,44
		1000	0,48	0,56
3	Ziegel und Fliesen			
3.1	Mauerwerk aus Mauerziegeln (DIN 105) einschließlich Mörtelfugen ¹⁾			
3.11	Hochbauklinker	1900	0,90	1,05
3.12	Hochlochklinker		0,68	0,79
3.13	Vollziegel, Vormauerziegel	1000	0,40	0,47
		1200	0,45	0,52
		1400	0,52	0,61
		1800	0,68	0,79
3.14	Lochziegel, Vormauer-Lochziegel	1000 ²⁾	0,40	0,47
		1200 ²⁾	0,45	0,52
		1400 ²⁾	0,52	0,61
3.2	Fliesen	2000	0,90	1,05
4	Glas			
4.1	Flachglas (Fensterglas, Mittelwert)		0,70	0,81
5	Metalle			
5.1	Gußeisen und Stahl		50	58,15
5.2	Kupfer		330	383,79
5.3	Bronze, Rotguß		55	63,97
5.4	Aluminium		175	203,53
6	Holz, lufttrocken nach DIN 4074 ⁴⁾			
6.1	Eiche		0,18	0,21
6.2	Buche		0,15	0,18
6.3	Fichte, Kiefer, Tanne		0,12	0,14
6.4	Sperrholz		0,12	0,14
7	Kunststoffe und Beläge			
7.1	Linoleum	1200	0,16	0,19
7.2	Steinholz und ähnliche Beläge (DIN 272)			
7.21	Unterböden und Unterschicht von zweilagigen Böden		0,40	0,47
7.22	Industrieböden und Gehschicht		0,60	0,70
8	Bitumige Stoffe			
8.1	Asphalt	2100	0,60	0,70
8.2	Bitumen	1050	0,15	0,18
8.3	Dachpappe	1100	0,16	0,19
9	Wärmedämmstoffe			
9.1	Mineralische Faserdämmstoffe (Glas-, Stein-, Schlackenfasern nach DIN 18165)	30 bis 200	0,035 ⁵⁾	0,041
9.2	Pflanzliche Faserdämmstoffe (Seegrass, Kokos-, Holz- und Torffasern nach DIN 18165)	30 bis 200	0,040 ⁵⁾	0,047
9.3	Bau-Schlackenwolle, lose		0,06	0,070
9.4	Holzwole-Leichtbauplatten (DIN 1101)			
	Plattendicke 15 mm		0,12	0,14
	Plattendicke 25 und 35 mm		0,08	0,09
	Plattendicke 50 u. mehr mm		0,07	0,08
9.5	Holzfasersplatten	200	0,04	0,05
		300	0,05	0,06

Zeile	Stoffe	Rohdichte ρ (Raumgewicht) kg/m ³	λ Wärmeleitfähigkeit	
			kcal/mh °C	W/mK
	a	b	c	d
9.6	Korkplatten	120 160 200	0,035 0,038 0,04	0,041 0,044 0,047
9.7	Korkparkett	450	0,055	0,064
9.8	Platten aus Wellpappe, bitumengetränkt	55	0,04	0,047
9.9	Schaumkunststoffe in Platten, Bahnen und Flocken		0,035	0,041
9.91	Polyurethan-Hartschaum, R 11 (CFCl ₃) getrieben, überwiegend geschlossenzellig, Rohdichte ≥ 30	30 ... 40	0,030	0,035
9.92	Polyurethan-Hartschaum wie oben, jedoch im Werk zwischen gasdiffusionsdichte Deckschichten*) eingeschäumt	30 ... 40	0,025	0,030

*) Deckschichten gelten als gasdiffusionsdicht, wenn sie aus metallischen Werkstoffen einer Dicke von mindestens 50 μm bestehen. Bei Bauelementen, deren Randflächen kleiner sind als 10% der gesamten Oberfläche, braucht die Deckschicht die Randfläche nicht zu bedecken.

1) Die genannten Rohdichten beziehen sich, soweit nichts anderes angegeben, auf die Steine, nicht auf das Mauerwerk.

1a) Raumgewicht, bezogen auf den ganzen Stein einschl. Hohlräume.

2) Raumgewicht, bezogen auf den Beton ohne Hohlräume.

3) Raumgewicht, bezogen auf den ganzen Ziegel einschl. Hohlräume (das Scherbergewicht liegt höher).

4) DIN 4074 „Bauholz, Gütebedingungen“.

5) Gilt auch für Faserdämmstoffe im zusammengedrückten Zustand (z. B. unter schwimmenden Estrichen), sofern die Rohdichte bei Belastung mit 200 kg/m² gleich 200/m³ ist (vgl. DIN 18 165 Faserdämmstoffe für den Hochbau – Abschnitt 3.4). Für die Berechnung des Wärmedurchlaßwiderstandes unter schwimmenden Estrichen ist die Dicke im zusammengedrückten Zustand einzusetzen (DIN 18 165, Ausgabe 8.57, Abschnitt 3.3).

3 Werte nach Eichler

Symbol:	ρ	λ		C		S ₂₄	
Bezeichnung:	Rohdichte	Wärmeleitfähigkeit		Stoffwärme		Wärmespeicherfähigkeit	
Dimension:	kg/m ³	kcal/mh °C	W/m K	kcal/kg °C	kJ/kg K	kcal/m ² h °C	W/m ² K
Spalte:	a	b	c	d	e	f	g
Mauerwerk mit Fugen							
Voll-, Vormauerziegel							
Außenwände und Wände mit Kalkzementmörtel	1800	0,700	0,814	0,21	0,88	8,3	9,7
Innenwände mit Kalkmörtel	1700	0,600	0,698	0,20	0,84	7,3	8,5
Poren-, Lochziegel (Dichte des Steins einschließlich Hohlräume)	1200	0,450	0,523	0,20	0,84	5,2	6,1
Klinker (gesintert)	1400	0,520	0,605	0,20	0,84	6,0	7,0
Silikat-Vollsteine	1900	0,900	1,047	0,22	0,92	9,8	11,4
Außenwände	1900	0,900	1,047	0,21	0,88	9,5	11,1
Innenwände	1800	0,800	0,930	0,21	0,88	8,7	10,1
Silikat-Lochsteine (Dichte der Steine einschließlich Hohlräume)	1200	0,500	0,582	0,20	0,84	5,5	6,4
Leichtbeton-Vollsteine dampfgehärtet (Dichte bezogen auf Steine)	1400	0,550	0,640	0,20	0,84	6,2	7,2
	600	0,300	0,349	0,18	0,75	2,9	3,4
	800	0,350	0,407	0,18	0,75	3,6	4,2
	1000	0,400	0,465	0,18	0,75	4,3	5,0
	1200	0,460	0,535	0,18	0,75	5,1	5,9
	1400	0,550	0,640	0,20	0,84	6,2	7,2
	1600	0,680	0,791	0,20	0,84	7,1	8,3
	1800	0,820	0,954	0,20	0,84	8,6	10,0
wie vor, luftgehärtet	800	0,380	0,442	0,18	0,75	3,7	4,3
	1000	0,480	0,558	0,18	0,75	4,6	5,4
	1200	0,600	0,698	0,18	0,75	5,7	6,6
Zweikammersteine aus Leichtbeton (Dichte = Scherbergewicht der Steine)	1000	0,400	0,465	0,18	0,75	3,6	4,2
	1200	0,420	0,489	0,18	0,75	4,8	5,6
	1400	0,480	0,558	0,18	0,75	5,5	6,4
Dreikammersteine aus Leichtbeton (Dichte wie vor)	1400	0,420	0,489	0,18	0,75	5,2	6,1
	1500	0,480	0,558	0,18	0,75	5,7	6,6
	1600	0,520	0,605	0,18	0,75	6,2	7,2
	1700	0,600	0,698	0,18	0,75	6,9	8,0
	1800	0,700	0,814	0,18	0,75	7,6	8,8
Siebenkammersteine aus Kiesbeton (Dichte einschl. Hohlräume)	1400	0,550	0,640	0,18	0,75	5,9	6,9
Schwemmsteine, Bimssteine (Dichte bezogen auf Steine)	1200	0,400	0,465	0,18	0,75	4,7	5,5
	1400	0,500	0,582	0,18	0,75	5,6	6,5
Holzbetonsteine (Dichte bezogen auf Steine)	800	0,250	0,291	0,35	1,47	3,9	4,5
	1000	0,320	0,372	0,35	1,47	5,4	6,3
Mauerwerk aus regelmäßigen Natursteinen mit einer Dichte der Steine							
bis 1200 kg/m ³	1260	0,450	0,523	0,22	0,92	5,6	6,5
bis 2000 kg/m ³	1960	1,000	1,163	0,22	0,92	10,4	12,1
bis 2800 kg/m ³	2680	2,750	3,198	0,22	0,92	20,6	24,0
Mauerwerk aus unregelmäßigen Natursteinen mit einer Dichte der Steine							
bis 1200 kg/m ³	1380	0,500	0,582	0,22	0,92	6,2	7,2
bis 2000 kg/m ³	1900	1,200	1,396	0,22	0,92	11,4	13,3
bis 2800 kg/m ³	2420	2,300	2,675	0,22	0,92	17,5	20,4

Bauphysikalische Kenndaten (nach Eichler)

Symbol:	ρ	λ		C		S_{24}	
		Wärmeleitfähigkeit		Stoffwärme		Wärmespeicherfähigkeit	
Bezeichnung:	Rohdichte						
Dimension:	kg/m ³	kcal mh °C	W m K	kcal kg °C	kJ kg K	kcal m ² h °C	W m ² K
Spalte:	a	b	c	d	e	f	g
Großplatten, Großblöcke, Platten, Dielen u. a. mit geringem Fugenanteil							
Stahlbeton (Fertigteile)	2500	1,500	1,745	0,22	0,92	14,7	17,1
Stahlbeton (übliche Dichte)	2400	1,400	1,628	0,22	0,92	14,0	16,3
Leichtbeton mit überwiegend kristallinen Zuschlägen und Schaumsilicate	300	0,120	0,140	0,20	0,84	1,4	1,6
	400	0,150	0,175	0,20	0,84	1,7	2,0
	600	0,200	0,233	0,20	0,84	2,5	2,9
	800	0,250	0,291	0,20	0,84	3,2	3,7
	1000	0,320	0,372	0,20	0,84	4,0	4,7
	1200	0,400	0,465	0,20	0,84	4,9	5,7
mittelschwerer bis schwerer Beton wie vor	1400	0,500	0,582	0,20	0,84	6,0	7,0
	1600	0,650	0,756	0,20	0,84	7,2	8,4
	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,5	9,9
	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
	2200	1,200	1,396	0,20	0,84	11,5	13,4
Beton mit mindestens 50% glasigen Zuschlägen (z. B. granuliert Hochofenschlacke, Hüttenbims) oder nur mit glasigen Zuschlägen (Herstellung unter laufender Kontrolle)	800	0,250	0,291	0,18	0,75	3,0	3,5
	1000	0,300	0,349	0,18	0,75	3,7	4,3
	1200	0,340	0,395	0,18	0,75	4,3	5,0
	1400	0,400	0,465	0,18	0,75	5,0	5,8
	1600	0,500	0,582	0,19	0,80	6,2	7,2
	1800	0,600	0,698	0,19	0,80	7,2	8,4
Schlackenbeton (mit Kesselschlacke)	1400	0,450	0,523	0,18	0,75	5,4	6,3
	1500	0,500	0,582	0,18	0,75	5,8	6,8
	1600	0,550	0,640	0,19	0,80	6,5	7,6
	1700	0,620	0,721	0,19	0,80	7,1	8,3
	1800	0,700	0,814	0,19	0,80	7,8	9,1
Schüttbeton mit Ziegelsplitt	1200	0,420	0,489	0,20	0,84	5,0	5,8
	1400	0,550	0,640	0,20	0,84	6,3	7,3
	1600	0,700	0,814	0,20	0,84	7,5	8,7
Kiesbeton	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,5	9,9
	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
	2200	1,200	1,396	0,20	0,84	11,5	13,4
haufwerksporiger Kiesbeton	1600	0,600	0,698	0,20	0,84	6,9	8,0
	1800	0,750	0,872	0,20	0,84	8,2	9,5
	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
Holzbeton	500	0,150	0,175	0,35	1,47	2,6	3,0
	700	0,200	0,233	0,35	1,47	3,5	4,1
	800	0,230	0,268	0,35	1,47	4,1	4,8
	1000	0,300	0,349	0,35	1,47	5,2	6,1
Putze, Mörtel, Platten							
Zementmörtel (mit Sand)	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,6	10,0
Kalkzementmörtel	1700	0,750	0,872	0,20	0,84	8,1	9,4
hydraulischer Kalkmörtel	1700	0,750	0,872	0,20	0,84	8,1	9,4
Kalkmörtel (mit Sand)	1600	0,700	0,814	0,20	0,84	7,6	8,8
Kalkgips- und Gipsmörtel	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
leichter Schlackengipsmörtel	1400	0,550	0,640	0,18	0,75	6,0	7,0
	1200	0,450	0,523	0,18	0,75	5,0	5,8
Anhydritputz (mit Sand)	1600	0,700	0,814	0,18	0,75	7,1	8,3
Außenputz (jede Art)		0,750	0,872	0,20	0,84	8,1	9,4
Innenputz (auf Wand)		0,600	0,698	0,20	0,84	7,6	8,8
Rohrputz (Gipsputz)		0,400	0,465	0,20	0,84	4,9	5,7
Gipsmörtel (schwer)	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
Gipsmörtel (gemagert)	1300	0,500	0,582	0,20	0,84	5,7	6,6
Gipsmörtel auf Holzspan- oder Rohrgeflecht	1200	0,400	0,465	0,25	1,05	5,5	6,4
Gas-, Schaumgips	5...600	0,200	0,233	0,20	0,84	2,5	2,9
Anhydritmörtel mit Poren, Holz- oder Sandzuschlägen	600	0,250	0,291	0,20	0,84	2,7	3,1
	800	0,350	0,407	0,20	0,84	3,8	4,4
	1000	0,400	0,465	0,20	0,84	4,5	5,2
	1200	0,500	0,582	0,20	0,84	5,5	6,4
	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
	1600	0,700	0,814	0,20	0,84	7,5	8,7
ohne Zuschläge (pur)	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,5	9,9
	2000	0,900	1,047	0,20	0,84	9,5	11,1
Rabitzdecke auf Drahtgewebe	1200	0,500	0,582	0,20	0,84	5,5	6,4
Rabitzdecke auf Rohrung	1000	0,400	0,465	0,25	1,05	5,0	5,8
Gipsplatten, -dielen (mit organischen Füllstoffen bis pur)	800	0,300	0,349	0,25	1,05	3,9	4,5
	1000	0,400	0,465	0,20	0,84	4,5	5,2
	1200	0,450	0,523	0,20	0,84	5,2	6,1
	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,6	7,7
Gipsrohrplatten (Trockenputzplatten)	1000	0,400	0,465	0,25	1,05	5,0	5,8
Gipsplatten mit beidseitiger Pappumhüllung	1150	0,300	0,349	0,25	1,05	4,7	5,5
Fußboden, Estriche, Bodenplatten (ohne Holz)							
Asphaltestrich	2000	0,600	0,698	0,40	1,68	11,0	12,8
Sandasphalt (porig)	1800	0,500	0,582	0,40	1,68	9,6	11,2
Asphaltpressplatten	2200	0,650	0,756	0,45	1,88	12,5	14,5
Asphaltbeton	2100	0,900	1,047	0,40	1,68	14,0	16,3
Asbestzementplatten	1900	0,300	0,349	0,20	0,84	5,5	6,3
Bitumen, Teerpech	1000	0,120	0,140	0,40	1,68	3,5	4,1
	1200	0,150	0,175	0,40	1,68	4,2	4,9
Anhydritestrich	800	0,350	0,407	0,20	0,84	3,8	4,4
(porig, gemagert bis pur)	1000	0,400	0,465	0,20	0,84	4,5	5,2
ebenso Gipsestrich	1200	0,500	0,582	0,20	0,84	5,5	6,4
	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
	1600	0,700	0,814	0,20	0,84	7,5	8,7
	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,5	9,9
	2000	0,900	1,047	0,20	0,84	9,5	11,1

Bauphysikalische Kenndaten (nach Eichler)

Symbol: Bezeichnung:	ρ Rohdichte	λ Wärmeleitfähigkeit		C Stoffwärme		S ₂₄ Wärmespeicherfähigkeit	
		kcal mh °C	W m K	kcal kg °C	kJ kg K	kcal m³h °C	W m² K
Dimension:	kg/m³						
Spalte:	a	b	c	d	e	f	g
Korkparkett	400	0,060	0,070	0,60	2,51	1,9	2,2
Betonestrich, Magerbeton	1900	0,900	1,047	0,20	0,84	9,0	10,5
Unterbeton ab B 160	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
Nutzschicht B 225	2200	1,200	1,396	0,20	0,84	11,5	13,4
Hartheton-Nutzschicht	2300	1,200	1,396	0,20	0,84	11,7	13,6
Terrazzo-Nutzschicht	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
Holzbeton- (Zementholz-)estrich	700	0,230	0,267	0,50	2,09	4,5	5,2
	800	0,250	0,291	0,50	2,09	5,0	5,8
	1000	0,300	0,349	0,50	2,09	6,1	7,1
	1200	0,400	0,465	0,50	2,09	7,8	9,1
Unterbeton mit Ziegelsplitt	1200	0,400	0,465	0,20	0,84	4,9	5,7
	1400	0,550	0,640	0,20	0,84	6,2	7,2
	1600	0,700	0,814	0,20	0,84	7,5	8,7
Unterbeton mit Schlacke (o. a. glasige Zuschläge)	1400	0,550	0,640	0,18	0,75	5,9	6,9
	1600	0,750	0,872	0,18	0,75	7,3	8,5
Schaumsilikatplatten (porig)	300	0,120	0,140	0,20	0,84	1,4	1,6
	400	0,150	0,175	0,20	0,84	1,8	2,1
	600	0,200	0,233	0,20	0,84	2,5	2,9
	800	0,250	0,291	0,20	0,84	3,2	3,7
	1000	0,320	0,372	0,20	0,84	4,0	4,7
Steinholz-Nutzschicht	1600	0,600	0,698	0,40	1,68	9,8	11,4
Steinholz-Unterschicht	1400	0,400	0,465	0,50	2,09	8,4	9,8
	1200	0,350	0,407	0,50	2,09	7,2	8,4
Steinholz-Dämmplatten	1000	0,300	0,349	0,50	2,09	6,1	7,1
	800	0,250	0,291	0,50	2,09	5,0	5,8
Steinholz-Stampffußboden (einschichtig)	1800	0,700	0,814	0,25	1,05	8,9	10,4
Magnesiagebundene Preßplatten (einschichtig)	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
Steinzeugplatten (Bodenfliesen) in Zementmörtel u. Wandfliesen	2200	1,100	1,279	0,20	0,84	11,0	12,8
Natursteinplatten	2000	0,900	1,047	0,20	0,84	9,5	11,1
Marmor, Granit, Basalt	2800	3,000	3,489	0,22	0,92	21,0	24,4
Sandsteine, Quarzite	2400	1,800	2,093	0,22	0,92	15,4	17,9
schwere Kalksteine	2000	1,000	1,163	0,22	0,92	10,5	12,2
Kalksteine	1700	0,800	0,930	0,22	0,92	8,7	10,1
Muschelkalksteine	1400	0,600	0,698	0,22	0,92	6,8	7,9
Holz, Holzwolle, Holzfasern Holz (lufttrocken) als Fichte, Kiefer, Tanne	550	0,120	0,140	0,60	2,51	3,2	3,7
		0,250	0,271	0,291			
Buche	700	0,150	0,175	0,60	2,51	4,0	4,7
		0,300	0,349				
Eiche	800	0,200	0,233	0,60	2,51	5,0	5,8
		0,350	0,407				
Sperrholz	600	0,150	0,175	0,60	2,51	3,7	4,3
Holzwohle-Leichtbauplatten mit Dicke von							
15 mm		0,120	0,140	0,45	1,88	2,5	2,9
25, 35 mm	450	0,080	0,093	0,45	1,88	2,0	2,3
50 mm und mehr		0,070	0,081	0,45	1,88	1,9	2,2
Holzfaserverplatten	200	0,080	0,093	0,50	2,09	1,5	1,8
	300	0,100	0,116	0,50	2,09	2,0	2,3
	400	0,140	0,163	0,50	2,09	2,7	3,1
Holzfaserver-Hartplatten	400	0,140	0,163	0,50	2,09	2,7	3,1
	600	0,200	0,233	0,50	2,09	3,9	4,5
	800	0,250	0,291	0,50	2,09	5,0	5,8
Holzspanplatten (kunstharzgebunden)	300	0,100	0,116	0,50	2,09	2,0	2,3
Parkett aus Hartholz	800	0,200	0,233	0,60	2,51	4,9	5,7
Parkett aus Weichholz	600	0,150	0,175	0,60	2,51	3,7	4,3
Dielung (Kiefernholz)	550	0,120	0,140	0,60	2,51	3,1	3,6
Sand, Kies, Lehm							
Erdboden unter Gebäude (Feuchte 5 Vol.-%)	1800	1,500	1,745	0,20	0,84	11,5	13,4
Sand (Feuchte wie vor)	1600	bis 2,000	bis 2,326				
	1800	0,700	0,814	0,20	0,84	7,5	8,7
	1800	1,000	1,163	0,20	0,84	9,5	11,1
Kies (Feuchte wie vor)	1800	0,600	0,698	0,20	0,84	7,4	8,6
Reiner Ton (Feuchte bis 25 Vol.-%)	2200	1,800	2,093	0,20	0,84	14,0	16,3
Sand, trocken, gesiebt (für Decken)	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
hydrophober Sand	1500	0,400	0,465	0,20	0,84	5,5	6,4
Lehm (lufttrocken)	300	0,130	0,151	0,40	1,68	2,0	2,3
	600	0,200	0,233	0,30	1,26	3,0	3,5
	800	0,250	0,291	0,30	1,26	3,9	4,5
Faserlehm	1000	0,320	0,372	0,25	1,05	4,5	5,2
	1200	0,400	0,465	0,25	1,05	5,5	6,4
	1400	0,500	0,582	0,25	1,05	6,6	7,7
	1600	0,650	0,756	0,25	1,05	8,1	9,4
Schwerlehm	1800	0,800	0,930	0,20	0,84	8,5	9,9
	2000	1,000	1,163	0,20	0,84	10,0	11,6
	2200	1,200	1,396	0,20	0,84	11,5	13,4
Schüttungen							
Sandschicht (in Decken)	1400	0,600	0,698	0,20	0,84	6,5	7,6
Bimsstein, Tuffstein	400	0,150	0,175	0,30	1,26	2,1	2,4
	600	0,200	0,233	0,30	1,26	3,0	3,5
Ziegelsplitt (lose)	1200	0,350	0,407	0,20	0,84	4,6	5,4
Koks-, Trockenasche	700	0,170	0,198	0,18	0,75	2,3	2,7
Steinkohlenschlacke	800	0,180	0,209	0,18	0,75	2,6	3,0
Kesselschlacke	1000	0,280	0,326	0,18	0,75	3,6	4,2
Granulierte Hochofenschlacke	500	0,120	0,140	0,18	0,75	1,7	2,0
	700	0,160	0,186	0,18	0,75	2,3	2,7
	900	0,220	0,256	0,18	0,75	3,0	3,5

Bauphysikalische Kenndaten (nach Eichler)

Symbol: Bezeichnung:	ρ Rohdichte	λ Wärmeleitfähigkeit		C Stoffwärme		S ₂₄ Wärmespeicherfähigkeit	
		kcal mh °C	W m K	kcal kg °C	kJ kg K	kcal m³h °C	W m³ K
Dimension:	kg/m³						
Spalte:	a	b	c	d	e	f	g
Sägemehl (lose)	200	0,070	0,081	0,60	2,51	1,5	1,8
Sägespäne (lose)	250	0,080	0,093	0,60	2,51	1,7	2,0
Sägespäne (antiseptisch behandelt)	300	0,100	0,116	0,55	2,30	2,0	2,3
Hobelspäne (lose)	150	0,060	0,070	0,60	2,51	1,2	1,4
(gepreßt)	300	0,100	0,116	0,60	2,51	2,1	2,4
Strohhäcksel, Gerstenkaff	120	0,040	0,047	0,50	2,09	2,4	2,8
	200	0,050	0,058	0,50	2,09	1,1	1,3
Torfmuld (lose)	200	0,080	0,093	0,40	1,68	1,3	1,5
Gummischrot (lose)	300	0,080	0,093	0,30	1,26	1,3	1,5
(gepreßt)	400	0,100	0,116	0,30	1,26	1,7	2,0
Wärmedämmstoffe							
Asbestfasern	300	0,050	0,058	0,18	0,75	0,8	0,9
Asbestzementdämmplatten	300	0,080	0,093	0,20	0,84	1,1	1,3
	500	0,100	0,116	0,20	0,84	1,6	1,9
Bauwolle	150	0,050	0,058	0,45	1,88	0,9	1,1
Bauschlackenwolle	200	0,060	0,070	0,18	0,75	0,8	0,9
	300	0,100	0,116	0,18	0,75	1,1	1,3
Bitumenfilz, Filzplatten	200	0,060	0,070	0,35	1,47	1,0	1,2
	300	0,070	0,081	0,35	1,47	1,3	1,5
	400	0,100	0,116	0,30	1,26	1,7	2,0
Gummischrot unter Estrich							
Schilfrohr zwischen Pappe	200	0,050	0,058	0,35	1,47	1,0	1,2
unter Estrich	100	0,040	0,047	0,45	1,88	0,7	0,8
Korkschrot unter Estrich	200	0,040	0,047	0,50	2,09	1,0	1,2
Korkplatten, -steine	300	0,060	0,070	0,50	2,09	1,5	1,8
	400	0,080	0,093	0,50	2,09	2,0	2,3
Preßkorkplatten (bituminiert)	400	0,060	0,070	0,60	2,51	1,9	2,2
Korkparkett	150	0,035	0,041	0,18	0,75	0,5	0,6
Matten aus mineralischen Fasern	200	0,040	0,047	0,18	0,75	0,6	0,7
(beiderseitig bitum. Pappe)	250	0,050	0,058	0,18	0,75	0,7	0,8
Matten aus Pflanzenfasern	150	0,040	0,047	0,30	1,26	0,7	0,8
	200	0,050	0,058	0,30	1,26	0,9	1,0
	250	0,060	0,070	0,30	1,26	1,1	1,3
Mineralwolle	200	0,050	0,058	0,18	0,75	0,7	0,8
Mineralfaserfilz	250	0,060	0,070	0,20	0,84	0,9	1,0
Mineralwolleplatten	300	0,060	0,070	0,20	0,84	1,0	1,2
	500	0,100	0,116	0,20	0,84	1,6	1,9
Kunstharzschaumplatten	30 *	0,025 *	0,030 *	0,30 *	1,26 *	nur für PUR-Hartschaum	
	30 *	0,030 *	0,035 *	0,30 *	1,26 *		
	25	0,035	0,041	0,30	1,26		
	150	0,040	0,047	0,30	1,26	0,7	0,8
	300	0,050	0,058	0,30	1,26	1,1	1,3
	300	0,060	0,070	0,30	1,26	1,2	1,4
teergemischte druckfeste							
Harnstoffharzplatten	150	0,080	0,093	0,25	1,05	0,9	1,0
Schaumglas	150	0,040	0,047	0,20	0,84	0,6	0,7
	300	0,100	0,116	0,20	0,84	1,2	1,4
	500	0,140	0,163	0,20	0,84	1,9	2,2
Pflanzenfaserplatten	250	0,060	0,070	0,35	1,47	1,1	1,3
	300	0,080	0,093	0,35	1,47	1,5	1,8
	350	0,100	0,116	0,35	1,47	1,6	1,9
Thermoplast-Schaumschicht	130	0,040	0,047	0,30	1,26	0,6	0,7
Schilfrohrplatten	200	0,070	0,081	0,35	1,47	1,1	1,3
	250	0,080	0,093	0,35	1,47	1,3	1,5
	300	0,100	0,116	0,35	1,47	1,6	1,9
Strohfasernplatten (gepreßt)	400	0,120	0,140	0,35	1,47	2,0	2,3
Torfplatten	250	0,070	0,081	0,40	1,68	1,3	1,5
	300	0,080	0,093	0,40	1,68	1,6	1,9
Kieselgur (Wärmeschutzmasse)	200	0,050	0,058	0,20	0,84	0,7	0,8
(auch Gichtstaub, Magnesia usw.)	400	0,080	0,093	0,20	0,84	1,3	1,5
	600	0,120	0,140	0,20	0,84	1,9	2,2
	800	0,160	0,186	0,20	0,84	2,5	2,9
Kieselgur-Hartmantelmasse	1000	0,200	0,233	0,20	0,84	3,2	3,7
Schamottesteine	1500	0,800	0,930	0,20	0,84	7,7	9,0
Dünne Schichten, Beläge							
Asbestfaserplatten	1100	0,250	0,291	0,20	0,84	3,5	4,1
Gummibelag	1350	0,400	0,465	0,30	1,26	6,4	7,4
Plastbelag (PVC u. ä.)	1300	0,300	0,349	0,30	1,26	5,5	6,4
Spachtelbelag (PVA)	1200	0,200	0,233	0,25	1,05	3,3	4,5
Linoleum	1200	0,180	0,209	0,45	1,88	4,9	5,7
Rohpappe	400	0,100	0,116	0,35	1,47	1,9	2,2
Wolffilzpappe	600	0,120	0,140	0,35	1,47	2,5	2,9
Teerpappe	600	0,160	0,186	0,35	1,47	2,9	3,4
Dachpappe	1000	0,200	0,233	0,35	1,47	4,2	4,9
Wellpappe (mit Luftraum)	150	0,060	0,070	0,35	1,47	0,9	1,1
Bitumen-, Teerschicht	1200	0,150	0,175	0,40	1,68	4,3	5,0
Verschiedenes							
Glasbausteine (mit Luft)		0,120	0,140	0,20	0,84	2,0	2,3
Fensterglas	2500	0,700	0,814	0,20	0,84	9,4	10,9
Kristallglas	2600	0,800	0,930	0,20	0,84	10,0	11,6
Porzellan	2300	0,700	0,814	0,20	0,84	9,0	10,5
Aluminium	2700	175,000	203,525	0,11	0,46	115,0	133,8
Baustahl	7800	50,000	58,150	0,11	0,46	104,0	121,0
Gußeisen	7200	43,000	50,009	0,11	0,46	93,0	108,2
Kupfer	8900	230,000	267,490	0,10	0,42	225,0	261,7
Messing	8000	110,000	116,300	0,09	0,38	134,0	155,8
Wasser	1000	0,500	0,582	1,00	4,17	11,5	13,4
Lockerer Schnee	100	0,040	0,047				
		bis 0,100	bis 0,116				

* Diese Werte gelten nur für PUR-Hartschaum.

Siehe hierzu Seite 13, Tabelle der Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit nach DIN 4108, Zeile 9.91 und 9.92.

Sie sind nicht den „Bauphysikalischen Kenndaten nach Eichler“ entnommen.

IMPRESSUM



Dieses Handbuch wurde im Rahmen des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt DBU geförderten Projektes "OPTIMUS" (OPTimierung von Heizungssystemen durch InforMation und Quali-fikation zur nachhaltigen NutzUng von EnergieeinSparpotenzialen) entwickelt.



Das Handbuch kann kostenlos als unverändertes Gesamtwerk (nicht in Auszügen) weitergegeben werden, wenn die "OPTIMUS"-Gruppe als Ersteller und Bezugsquelle benannt wird. Kommerzieller Vertrieb ist nicht gestattet.

Projektpartner / OPTIMUS-Gruppe:



Innung Sanitär- und Heizungstechnik
Wilhelmshaven



Berufsbildende Schulen II
Aurich



Forschungsgruppe Praxisnahe Berufsbildung
Bremen



Trainings- & Weiterbildungszentrum Wolfenbüttel e.V.
Wolfenbüttel



Firma WILO GmbH
Dortmund