

Kennwerte – Außenbauteile

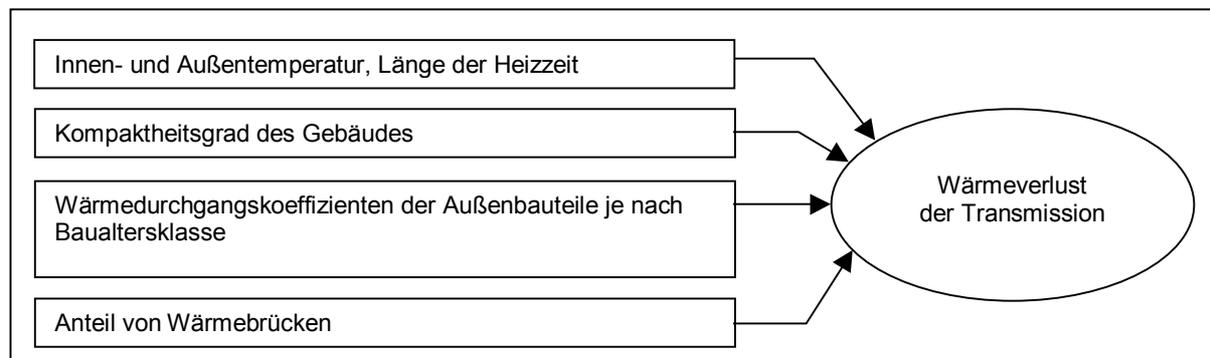
1. Kurzinfo

Der Wärmedurchgangskoeffizient für den stationären Wärmedurchgang eines Bauteiles U (früher k) wird bestimmt durch Wärmeleitung im Bauteil und durch den Wärmeübergang an den Bauteiloberflächen. Wärmeleitfähigkeiten und Wärmeübergangszahlen für unterschiedliche Materialien bzw. Materialkombinationen und Einbausituationen sind genormt bzw. tabelliert.

Für ein Gebäude kann ein mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient U_m (auch H_T) der wärmeübertragenden Umfassungsflächen des beheizten Bereichs A angegeben werden. Dieser Mittelwert berücksichtigt i.d.R. auch die unterschiedlichen Temperaturen der außen an das Bauteil grenzenden Medien (Außenluft, unbeheizte Räume im Dach bzw. Keller, Erdreich oder Grundwasser) und ggf. den Einfluss von Wärmebrücken.

2. Transmissionswärmeverluste

Die Transmissionsheizlast H_T des Gebäudes ist das Produkt des mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten U_m und der wärmeübertragenden Umfassungsfläche A des beheizten Bereiches. Der Transmissionswärmeverlust als Energiemenge Q_T ergibt sich durch Multiplikation der Transmissionsheizlast H_T mit der Gradtagszahl Gt (→ siehe Außentemperatur).



3. Kennwerte für U-Werte

Bauteil, angrenzendes Medium	Baualterklasse	Programm	U-Wert in W/(m²K)					Schiesw.-H.	EVA/Eböck
			WSchV	IWU	Essen	Hannover			
Außenwand, Luft	vor 1918	1,90	-	1,90	1,91	1,88	2,00	1,79	
Außenwand, Luft	1919 bis 1948	1,70	-	1,70	1,81	1,92	2,00	1,99	
Außenwand, Luft	1949 bis 1957	1,44	-	1,44	1,47	1,85	1,59	1,52	
Außenwand, Luft	1958 bis 1968	1,44	-	1,44	1,25	1,65	1,42	1,52	
Außenwand, Luft	1969 bis 31.10.1977	1,44	-	1,20	-	1,25	1,37	1,08	
Außenwand, Luft	01.11.1977 bis 31.12.1983	1,45	1,45	-	-	0,99	-	0,75	
Außenwand, Luft	01.01.1984 bis 31.12.1994	1,20	1,20	-	-	0,56	-	0,65	
Außenwand, Luft	01.01.1995 bis heute	0,50	0,50	-	-	-	-	0,26	
Außenwand, Erdreich	vor 1918	?	-	-	-	-	-	2,02	
Außenwand, Erdreich	1919 bis 1948	?	-	-	-	-	-	2,02	
Außenwand, Erdreich	1949 bis 1957	?	-	-	-	-	-	1,88	
Außenwand, Erdreich	1958 bis 1968	?	-	-	-	-	-	1,88	
Außenwand, Erdreich	1969 bis 31.10.1977	?	-	-	-	-	-	1,15	
Außenwand, Erdreich	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,90	0,90	-	-	-	-	0,65	
Außenwand, Erdreich	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,55	0,55	-	-	-	-	0,54	
Außenwand, Erdreich	01.01.1995 bis heute	0,35	0,35	-	-	-	-	0,28	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	vor 1918	1,04	-	1,04	1,29	1,15	1,57	1,368	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	1919 bis 1948	1,34	-	-	1,29	1,15	1,57	1,368	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	1949 bis 1957	1,34	-	2,08	1,26	1,39	1,38	1,462	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	1958 bis 1968	1,37	-	1,37	1,06	1,33	0,83	1,462	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	1969 bis 31.10.1977	1,05	-	-	-	1,05	0,43	0,941	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,45	0,45	-	-	0,48	-	0,762	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,30	0,30	-	-	0,37	-	0,555	
Decke, nichtausgeb. Dachgeschoss	01.01.1995 bis heute	0,22	0,22	-	-	-	-	0,213	
Steldach, Luft	vor 1918	3,08	-	3,08	2,60	2,95	2,74	3,215	
Steldach, Luft	1919 bis 1948	3,08	-	3,08	2,60	2,95	2,74	2,258	
Steldach, Luft	1949 bis 1957	1,41	-	1,41	1,83	1,80	1,30	1,944	
Steldach, Luft	1958 bis 1968	1,11	-	1,11	1,47	1,75	0,77	1,944	
Steldach, Luft	1969 bis 31.10.1977	0,80	-	0,80	-	0,61	0,51	0,747	
Steldach, Luft	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,45	0,45	-	-	0,48	-	0,649	
Steldach, Luft	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,30	0,30	-	-	0,37	-	0,517	
Steldach, Luft	01.01.1995 bis heute	0,22	0,22	-	-	-	-	0,213	
Flachdach, Luft	vor 1918	?	-	-	-	-	-	1,491	
Flachdach, Luft	1919 bis 1948	?	-	-	-	-	-	1,491	
Flachdach, Luft	1949 bis 1957	?	-	-	-	-	-	1,603	
Flachdach, Luft	1958 bis 1968	1,40	-	-	-	1,40	0,47	1,603	
Flachdach, Luft	1969 bis 31.10.1977	1,23	-	1,23	-	0,59	0,54	0,998	
Flachdach, Luft	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,45	0,45	-	-	0,57	-	0,798	
Flachdach, Luft	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,30	0,30	-	-	-	-	0,574	
Flachdach, Luft	01.01.1995 bis heute	0,22	0,22	-	-	-	-	0,213	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	vor 1918	1,11	-	1,11	1,10	1,07	1,21	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	1919 bis 1948	1,11	-	1,11	1,00	1,19	1,21	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	1949 bis 1957	1,01	-	1,01	1,10	1,12	1,63	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	1958 bis 1968	0,84	-	0,84	0,95	1,09	0,90	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	1969 bis 31.10.1977	0,84	-	0,84	-	1,05	0,70	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,80	0,80	-	-	0,69	-	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,55	0,55	-	-	0,69	-	?	
Fussboden im EG, unbeh. Keller	01.01.1995 bis heute	0,35	0,35	-	-	-	-	?	
Fussboden, Erdreich	vor 1918	2,88	-	2,88	-	-	1,96	1,54	
Fussboden, Erdreich	1919 bis 1948	1,11	-	1,11	-	-	1,96	1,54	
Fussboden, Erdreich	1949 bis 1957	1,01	-	1,01	-	-	2,23	1,291	
Fussboden, Erdreich	1958 bis 1968	0,90	-	0,84	-	-	1,07	1,291	
Fussboden, Erdreich	1969 bis 31.10.1977	0,90	-	0,84	-	-	0,79	0,976	
Fussboden, Erdreich	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,90	0,90	-	-	-	-	0,976	
Fussboden, Erdreich	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,55	0,55	-	-	-	-	0,656	
Fussboden, Erdreich	01.01.1995 bis heute	0,35	0,35	-	-	-	-	0,36	
Fussboden, offene Durchfahrt	vor 1918	1,11	-	1,11	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	1919 bis 1948	1,11	-	1,11	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	1949 bis 1957	1,01	-	1,01	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	1958 bis 1968	0,84	-	0,84	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	1969 bis 31.10.1977	0,84	-	0,84	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	01.11.1977 bis 31.12.1983	0,45	0,45	-	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	01.01.1984 bis 31.12.1994	0,30	0,30	-	-	-	-	?	
Fussboden, offene Durchfahrt	01.01.1995 bis heute	0,22	0,22	-	-	-	-	?	

Quellen:	
WSchV	Recknagel/Sprenger, Ausgabe 94/95 auf S. 1006 Tafel 269-2 und Ausgabe 92/93 auf S. 770 Tafel 238-6
IWU	Institut für Wohnen und Umwelt, Energiebilanz-Toolbox
Essen	Gebäudetypologie der Stadt Essen, Amt für Umweltschutz (Erstellt von Gertec)
Hannover	Haustypologie Hannover, proKlima
Schlesw.-H.	Gebäudetypologie Schleswig-Holstein, www.ib-sh.de/impuls/wissenspool (Erstellt von UTEC und Gertec)
EVA / Eböck	Werte aus Software EVA extrahiert, Daten basieren auf einer Erhebung des IB Eböck

Quelle: Halper, FH Wolfenbüttel

Wärmedurchgangskoeffizienten für die wärmeübertragenden Umfassungsflächen U, in [W/(m²K)]							
Baualterklasse	"vor 77"	"77-82"	"82-95"	"WSchV"	"NEH"	"UNEH"	"PH"
ganze Hülle (Mittelwert)	1,75...1,10	1,50...1,00	1,20...0,80	0,80...0,50	0,50...0,25	0,25...0,10	0,20...0,10
Wand	1,60...1,00	1,25...0,90	1,00...0,40	0,50...0,30	0,40...0,25	0,30...0,15	0,15...0,10
Boden	1,00...0,70	0,90...0,50	0,80...0,40	0,60...0,40	0,40...0,20	0,20...0,10	0,15...0,10
Decken/Dächer	0,90...0,40	0,60...0,30	0,40...0,20	0,30...0,15	0,25...0,15	0,20...0,10	0,15...0,10

Die Daten der Wärmedurchgangskoeffizienten für einzelne Bauteile sollten, wenn immer möglich anhand der realen Ausführung oder Planung bestimmt werden.

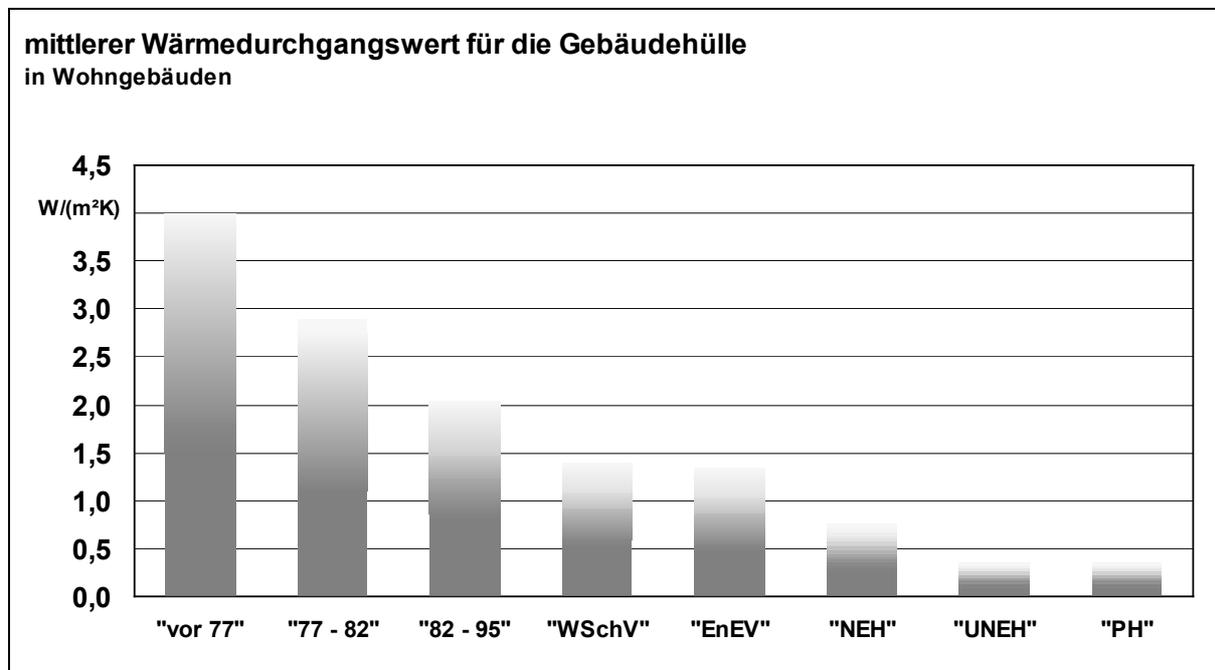
Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Wärmedurchgangskoeffizient und Energiedurchlassgrad für Fenster		U, in [W/(m²K)]	g, in [-]
Einfachverglasung	Holz-/Kunststoffrahmen	4,20 (3,50...4,65)	0,86
	Metall-/Betonprofilrahmen	4,85 (5,63...4,28)	
Doppelverglasung	Holz-/Kunststoffrahmen	2,55 (2,36...2,68)	0,76
	Metall-/Betonprofilrahmen	3,10 (3,80...2,90)	
doppeltes Wärmeschutzglas	Holz-/Kunststoffrahmen	1,50 (1,33...1,72)	0,69
	Metall-/Betonprofilrahmen	2,00 (1,69...2,91)	
dreifaches Wärmeschutzglas	Holz-/Kunststoffrahmen	1,15 (0,74...1,49)	0,49
	Metall-/Betonprofilrahmen	1,60 (1,24...2,57)	

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Abminderungsfaktoren für Transmissionswärmeverlust von Bauteilen f _{MIN} , in [-]			
	Bauteile gegen Erdreich, unbeheizte Keller oder andere unbeheizte Zonen	Bauteile gegen Außenluft	Bauteile gegen beheizte Zonen
f _{MIN} , in [-]	0,5...0,6...0,8	1	0

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002



Mittlerer Wärmedurchgangskoeffizient für die wärmeübertragenden Umfassungsflächen

Quelle: Jagnow/Horschler/Wolff EnEV Buch 2002

Bezeichnung	Gebäude vor 1977	Gebäude nach WSVO 1977	Gebäude nach WSVO 1982	Gebäude nach WSVO 1995
k_{Mittel} in $\text{W/m}^2 \text{K}$	2,00 ¹⁾	1,60	1,35	0,90

1) eigene Schätzung
Mittlere k-Werte (Fensterflächenanteil 25 %).

Quelle: Budde, Spröten, Wolff

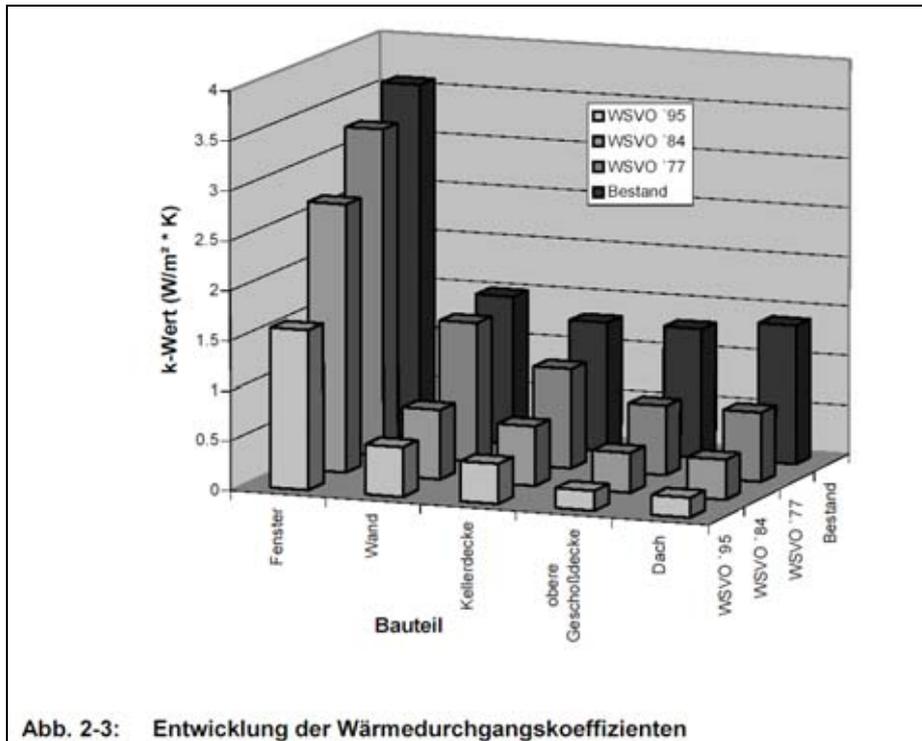


Abb. 2-3: Entwicklung der Wärmedurchgangskoeffizienten

Quelle: Bremer Energieinstitut.

Mit den „guten“ Werten (Neubau) ist in der Regel ein Niedrigenergiehaus-Standard erreichbar. Die „sehr guten“ Werte liegen im Grenzbereich zum Passivhaus-Standard. Zu den U-Werten ist jeweils die erforderliche Dämmstoffstärke bei WLГ 040 angegeben.

Bauteil	Sanierung Altbau	Neubau - „gut“	Neubau - „sehr gut“
Außenwände	0,33 .. 0,25 $\text{W/m}^2\text{K}$ (12 .. 16 cm)	0,25 .. 0,20 $\text{W/m}^2\text{K}$ (16 .. 20 cm)	< 0,16 $\text{W/m}^2\text{K}$ (25 .. > 30 cm)
Fenster (inkl. Rahmen)	1,8 .. 1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$	1,5 .. 1,3 $\text{W/m}^2\text{K}$	< 1,0 $\text{W/m}^2\text{K}$
Dach *)	0,25 .. 0,20 $\text{W/m}^2\text{K}$ (16 .. 20 cm)	0,20 .. 0,16 $\text{W/m}^2\text{K}$ (20 .. 25 cm)	< 0,11 $\text{W/m}^2\text{K}$ (35 .. > 40 cm)
Kellerdecke **)	0,50 .. 0,33 $\text{W/m}^2\text{K}$ (8 .. 12 cm)	0,40 .. 0,33 $\text{W/m}^2\text{K}$ (10 .. 12 cm)	< 0,20 $\text{W/m}^2\text{K}$ (> 20 cm)

*) Bei Dächern ist ein vom Holzanteil abhängiger Zuschlag in der Dämmstoffstärke erforderlich, wenn zwischen den Sparren gedämmt wird.
**) Diese Werte gelten auch für den Kellerboden bei beheiztem Keller und für Trennwände zwischen beheizten und unbeheizten Innenräumen.

Quelle: Bine

Spalte	1	2	3	4
	Vorgestern: Altbauten, d.h. vor 1984	Gestern: WSchV 1984	Heute: WSchV 1995	Heute: Zielwerte (EnEV 2000)
	U-Wert (W/m ² K)	U-Wert (W/m ² K)	U-Wert (W/m ² K)	U-Wert (W/m ² K)
Außenwand	1.8	0,60	0.50	0.40
Fenster	5.2	3.00	0.7 (=k _{m,Feq} *)	0.7*
Dach/obere Geschossdecke	2.0	0.45	0.22	0.2
Kellerdecke	1.8	0.70	0.35	0.3

*)der mittlere äquivalente U-Wert stellt die Energiebilanz aus Wärmeverlusten und Strahlungsgewinnen dar

Hierbei stehen die Werte für "Vorgestern" (Spalte 1) für Häuser, die vor der Wärmeschutzverordnung von 1982 gebaut wurden (in den neuen Bundesländern gilt das Datum 1989).

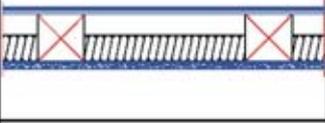
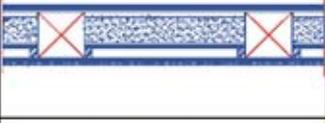
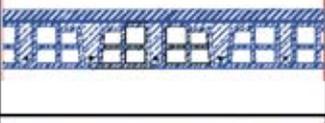
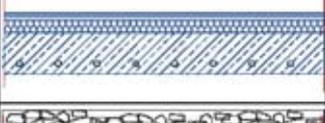
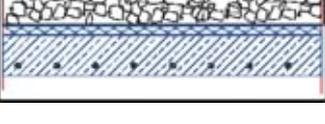
Quelle: Envisys

Bauteil	U-Wert (W/m ² K)	Bemerkung
Außenwände	< 0,15	Passivhaus
	0,15 - 0,2	Niedrigenergiehaus
	0,2 - 0,4/0,5	Wärmeschutzverordnung 1995
	0,4/0,5 - 0,6	Wärmeschutzverordnung 1984
	0,5 - 1,5	Gebäudebestand
	> 1,5	
Dach	< 0,1	Passivhaus
	0,1 - 0,15	Niedrigenergiehaus
	0,15 - 0,22	Wärmeschutzverordnung 1995
	0,22 - 0,4	Wärmeschutzverordnung 1984
	0,4 - 1,5	Gebäudebestand
	> 1,5	
Boden	< 0,2	Passivhaus
	0,2 - 0,3	Niedrigenergiehaus
	0,3 - 0,35/0,5	Wärmeschutzverordnung 1995
	0,35/0,5 - 1,0	Wärmeschutzverordnung 1984
	1,0 - 1,8	Gebäudebestand
	> 1,8	
Fenster	< 0,7	3fach Verglasung
	0,7 - 1,5	Wärmeschutzverglasung
	1,5 - 3,0	Standard ISO
	3,0 - 4,0	Gebäudebestand
	4,0 - 5,0	
	> 5,0	Einfachverglasung

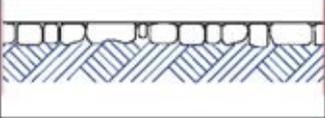
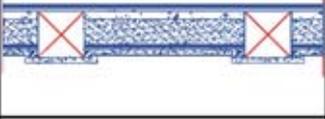
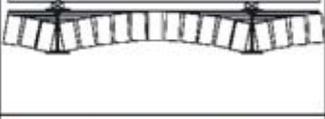
Quelle: Envisys

Typische Außenwände	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	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	

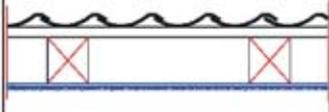
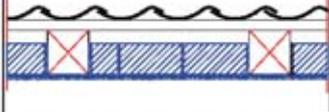
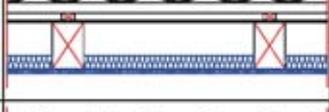
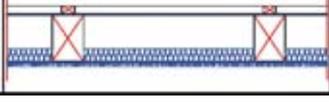
Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typische Geschosdecken und Flachdächer	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Holzbalkendecke mit Strohléhmwickel, oberseitig Diélung (Eiche oder Fichte), unterseitig verputzt	bis 1918	1,04	
Holzbalkendecke mit Blindboden und Lehmschlag, 2-3 cm Schlackenschüttung, oberseitig Diélung, unterseitig Putz auf Spalierlatten	bis 1918	0,78	
Holzbalkendecke mit Strohléhmwickel, oberseitig Diélung (Eiche oder Fichte), unterseitig Putz auf Spalierlatten	bis 1918	1,03	
Holzbalkendecke mit Blindboden, oberseitig Diélung, 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	
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	

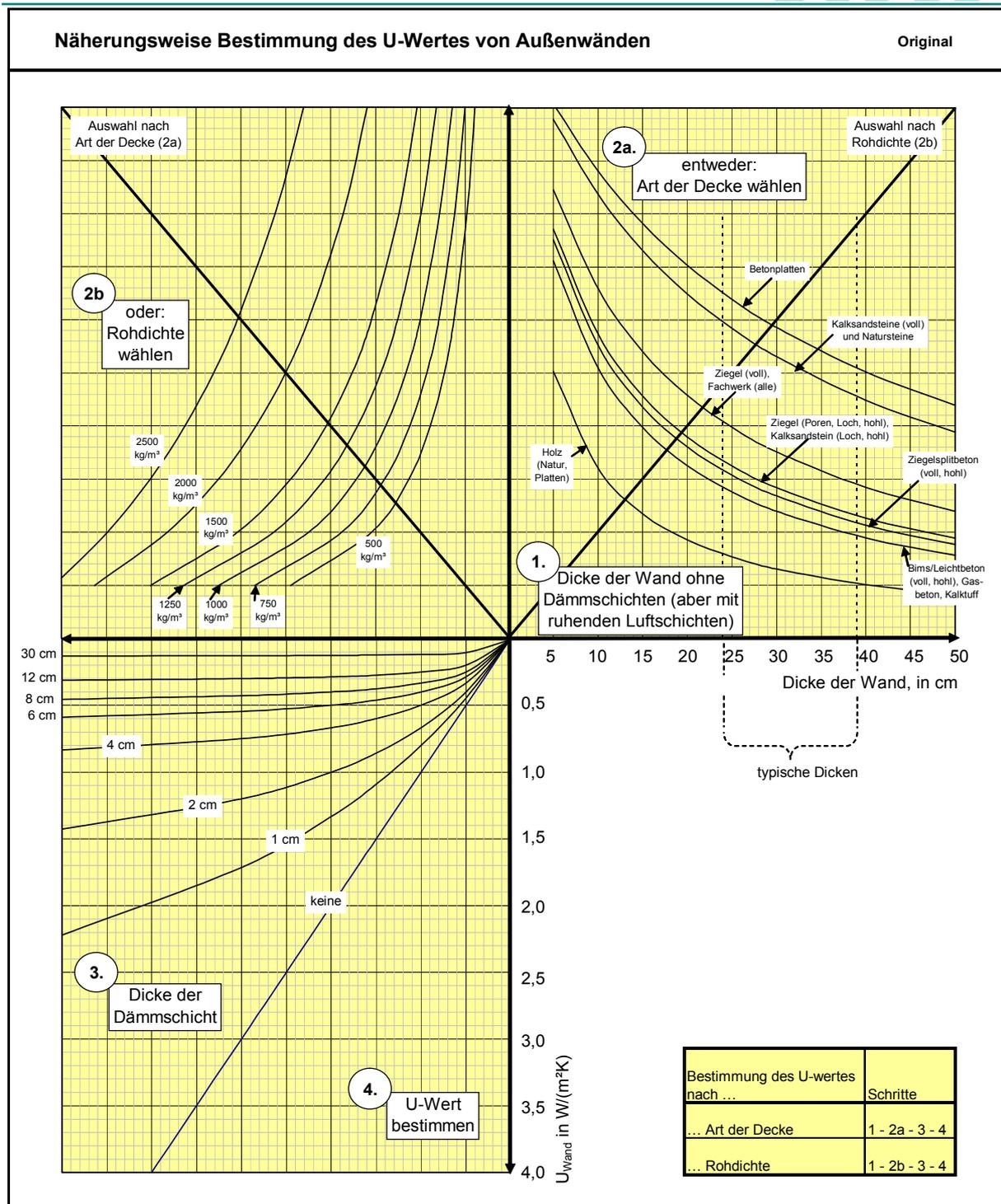
Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

Typische Kellerdecken und EG-Fußböden	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Holzbalkendecke mit Strohlhmwickel, unterseitig verputzt	bis 1918	1,04	
Feldsteine, in Sand (nicht unterkellert)	bis 1918	2,88	
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

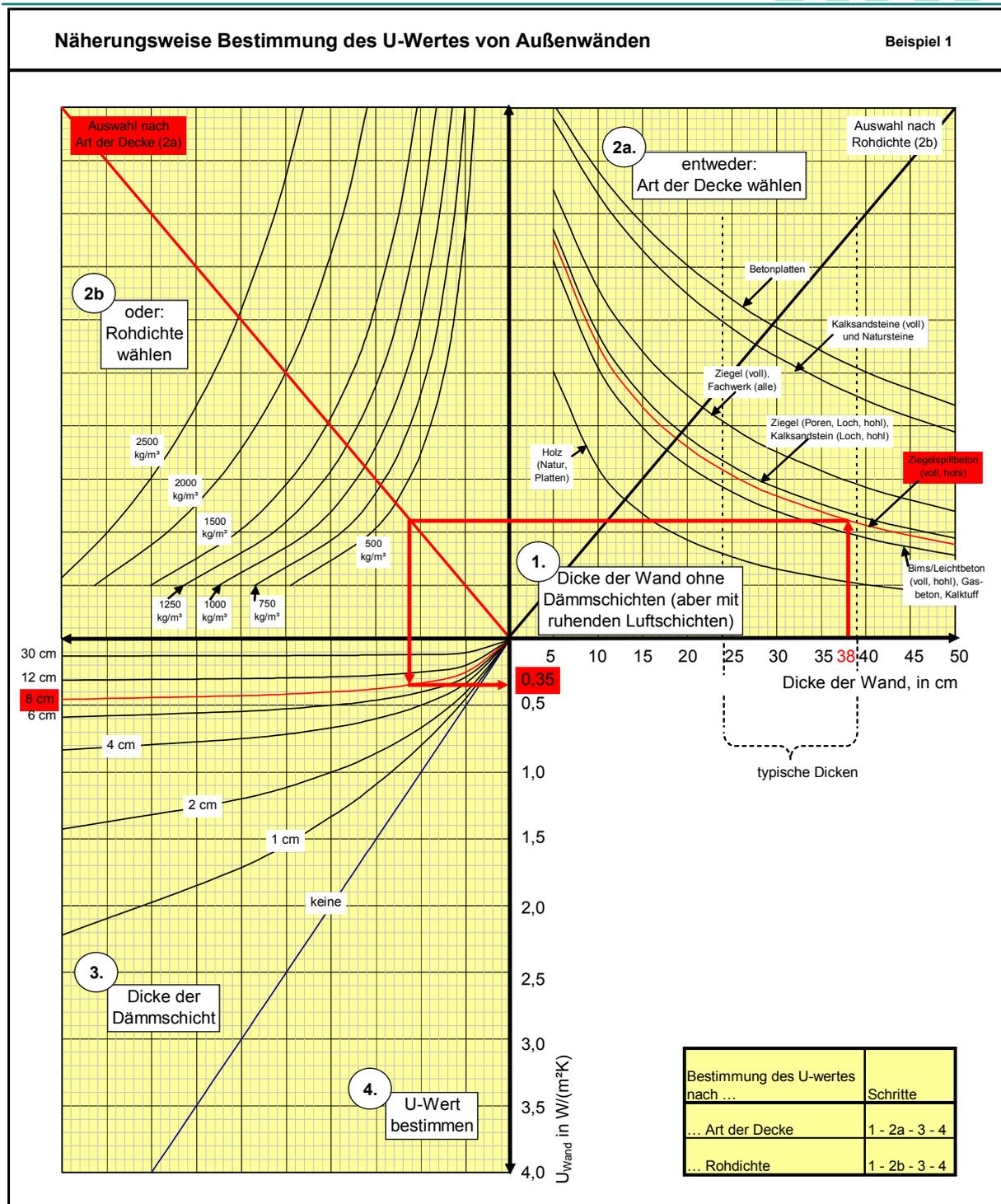
Typische Steildächer	typischer Erstellungszeitraum	U-Wert [W/(m²K)]	Zeichnung
Putz auf Spalierlatten	bis 1948	3,08	
Bimsvollsteine zwischen den Sparren, verputzt	1949-1957	1,41	
Heraklithplatten unter den Sparren, verputzt	1958-1978	1,11	
Steildach, 4 cm Dämmung zwischen den Sparren	1958-1968	0,79	
Steildach,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

Quelle: IWU, Energiebilanz Toolbox

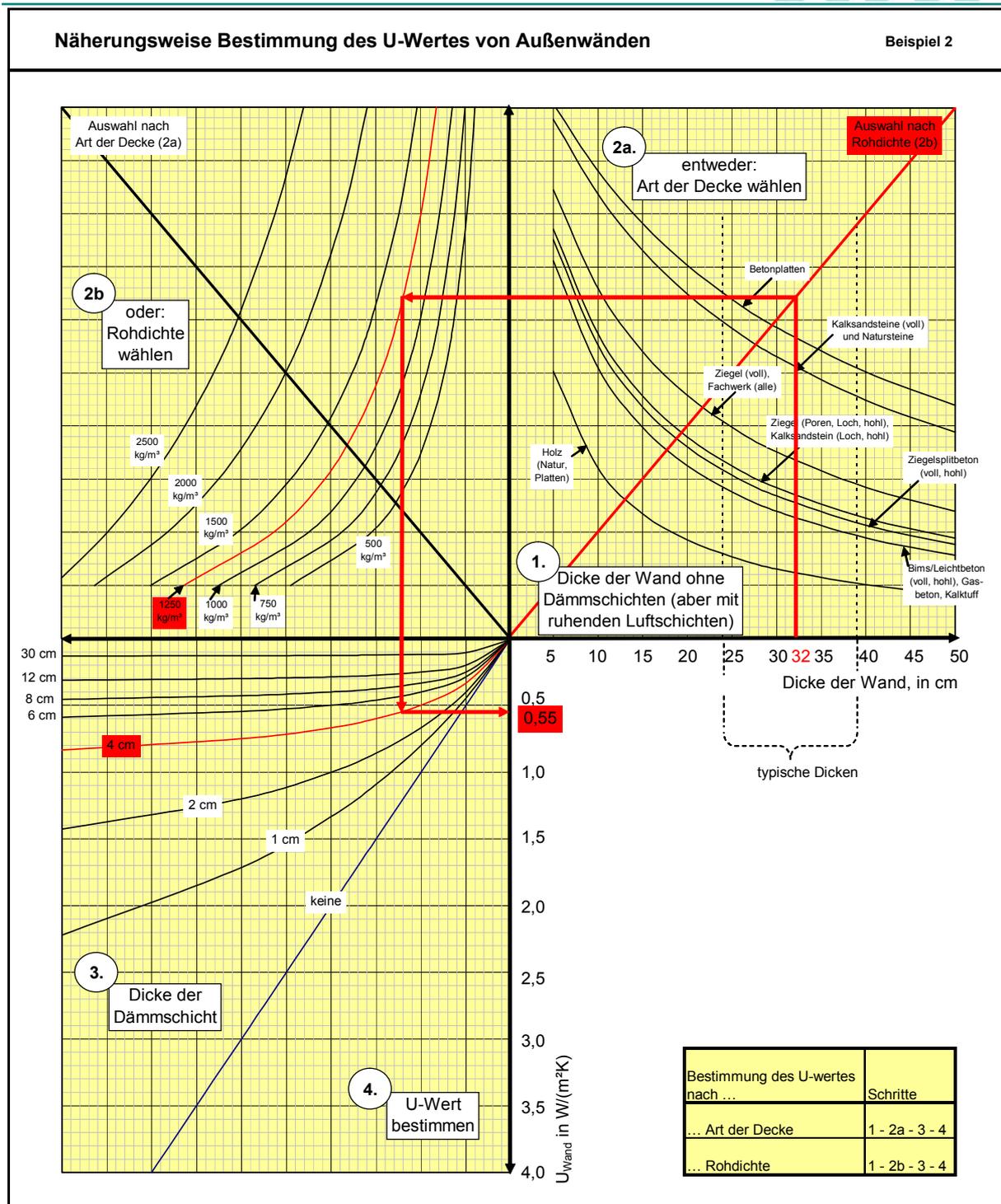


Typische Werte:

- 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: $U \approx 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

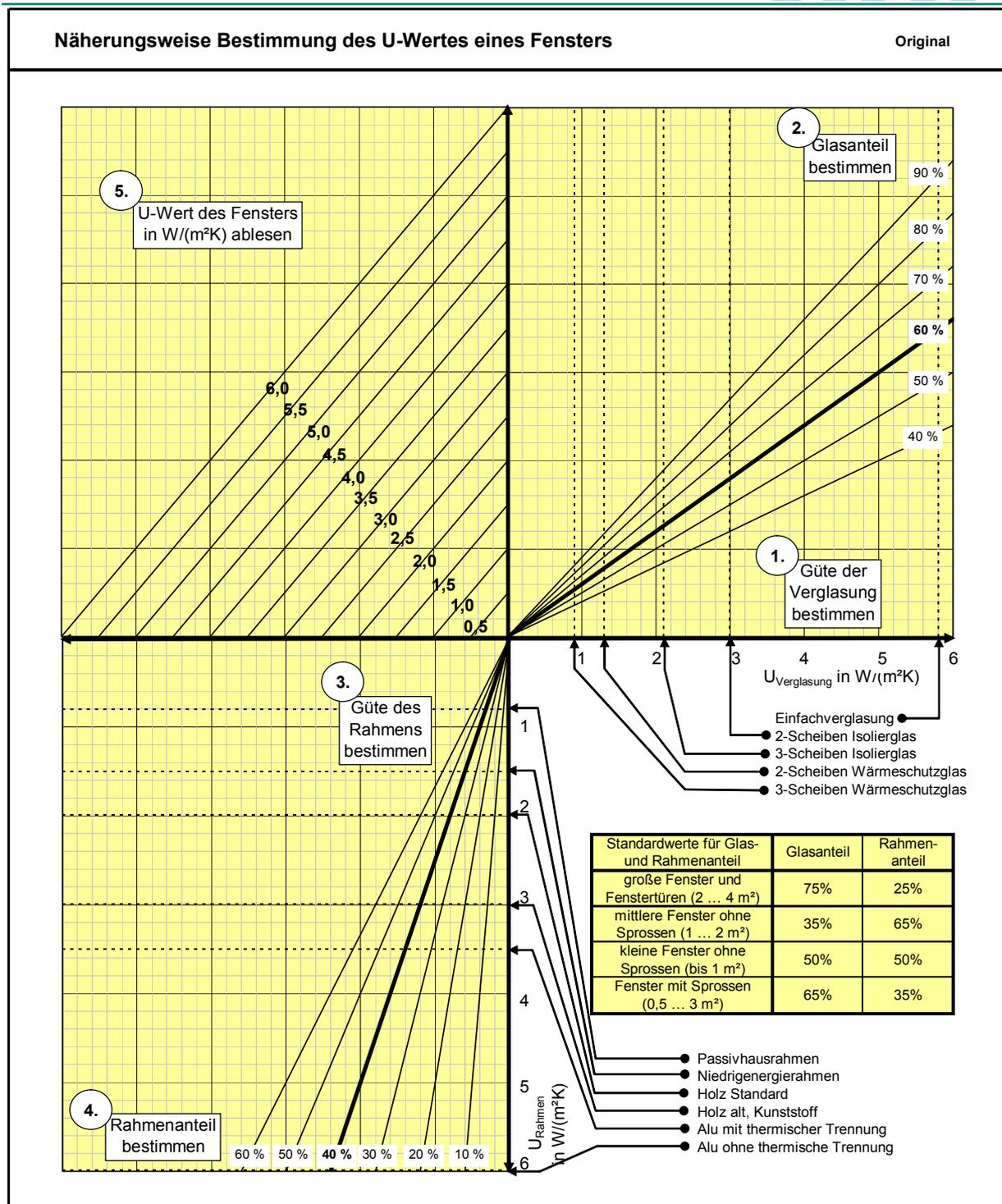


Die Wand soll anhand einer Beschreibung der Bauart klassifiziert werden. Die Bauteilschichten sollen ohne Dämmschichten geschätzte 38 cm dick sein und aus Ziegelsplitbeton ausgeführt sein. Es ist eine 8 cm dicke zusätzliche Wärmedämmung vorhanden. Es ergibt sich ein U-Wert von 0,35 W/(m²K).



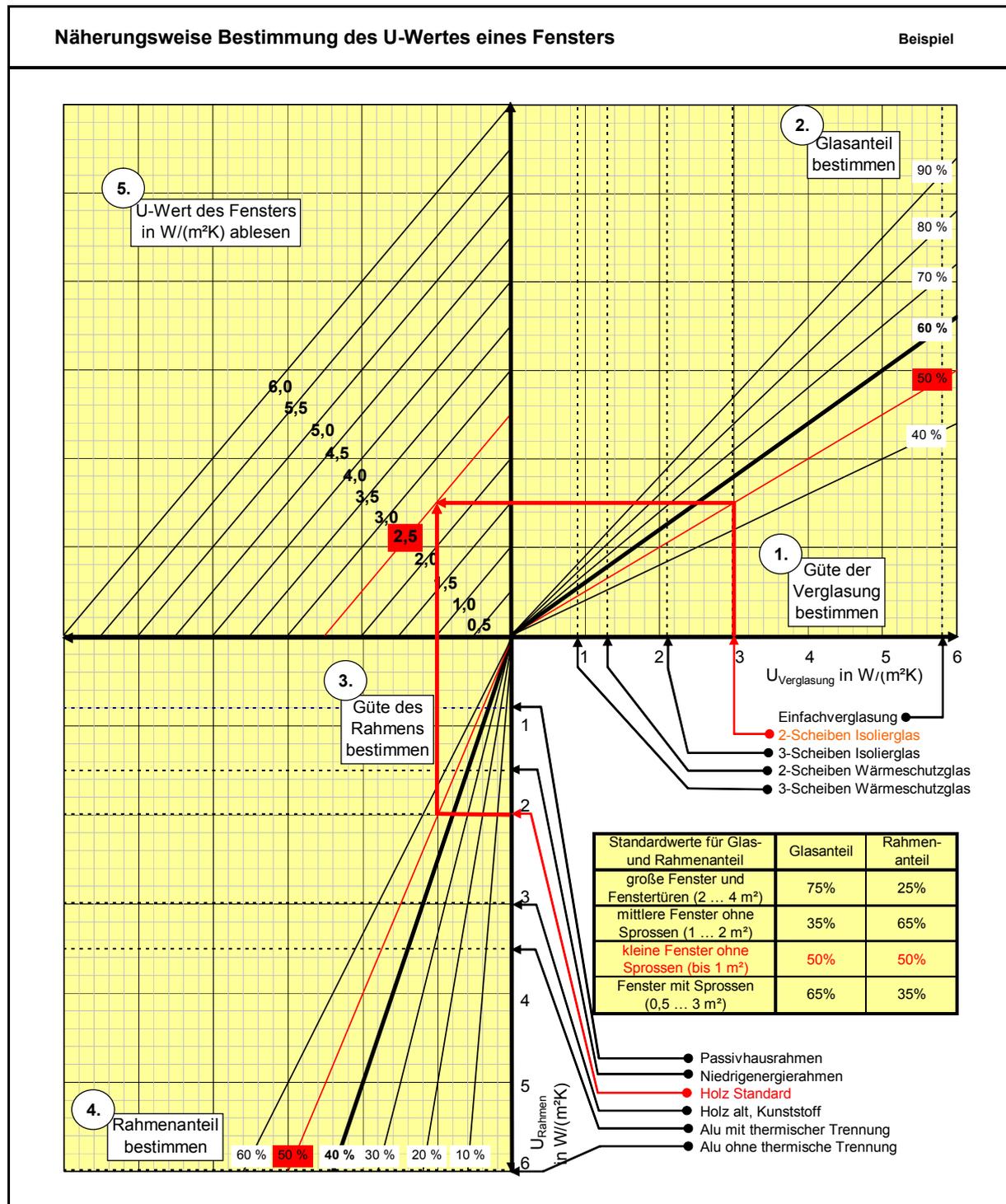
Die Wand soll anhand ihrer Rohdichte klassifiziert werden. Die Bauteilschichten sollen ohne Dämmschichten geschätzte 32 cm dick sein. Die Rohdichte des Baumaterials, welches der Hauptbestandteil der Wand ist, beträgt etwa 1250 kg/m^3 . Es ist eine 4 cm dicke zusätzliche Wärmedämmung vorhanden. Es ergibt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

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



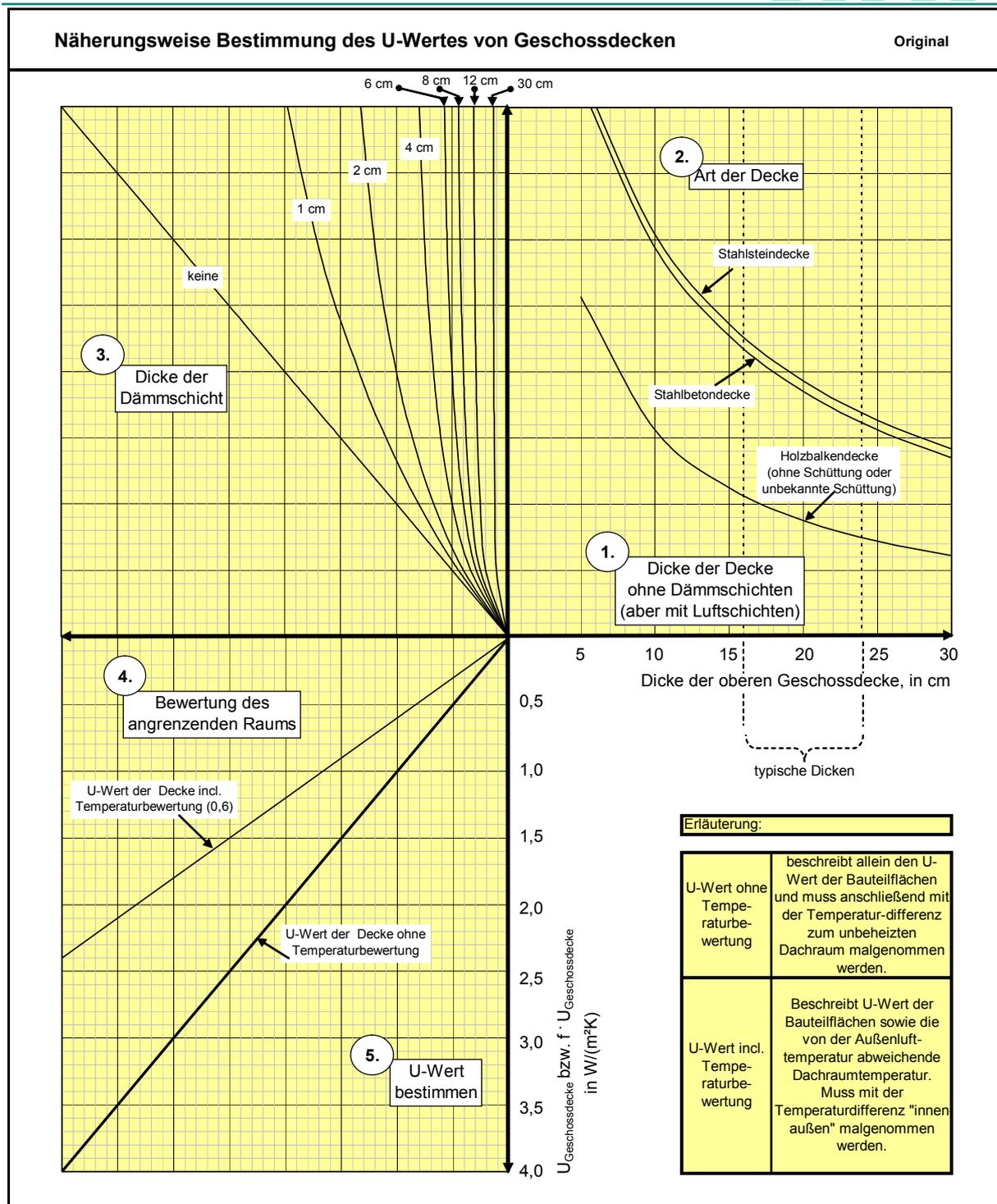
Typische Werte:

- 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



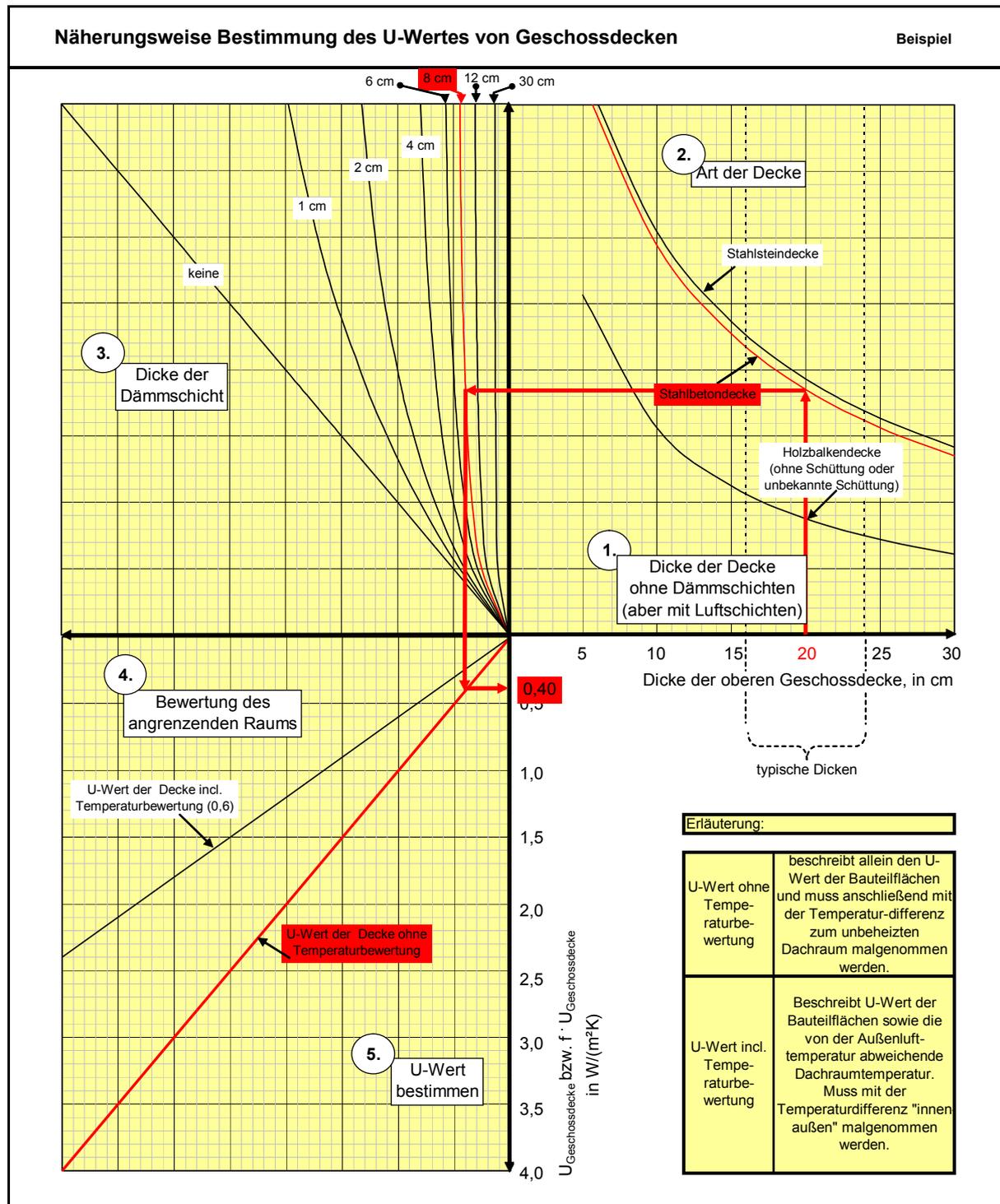
Das Beispielfenster ist ein kleines Fenster mit einer Fläche unter 1 m². Der Glasanteil beträgt etwa 50 %, der Rahmenanteil ebenfalls 50 %. Es handelt sich um eine Verglasung aus 2-Scheiben Isolierglas und einen Rahmen aus Kunststoff. Es ergibt sich ein U-Wert von 2,5 W/(m²K).

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



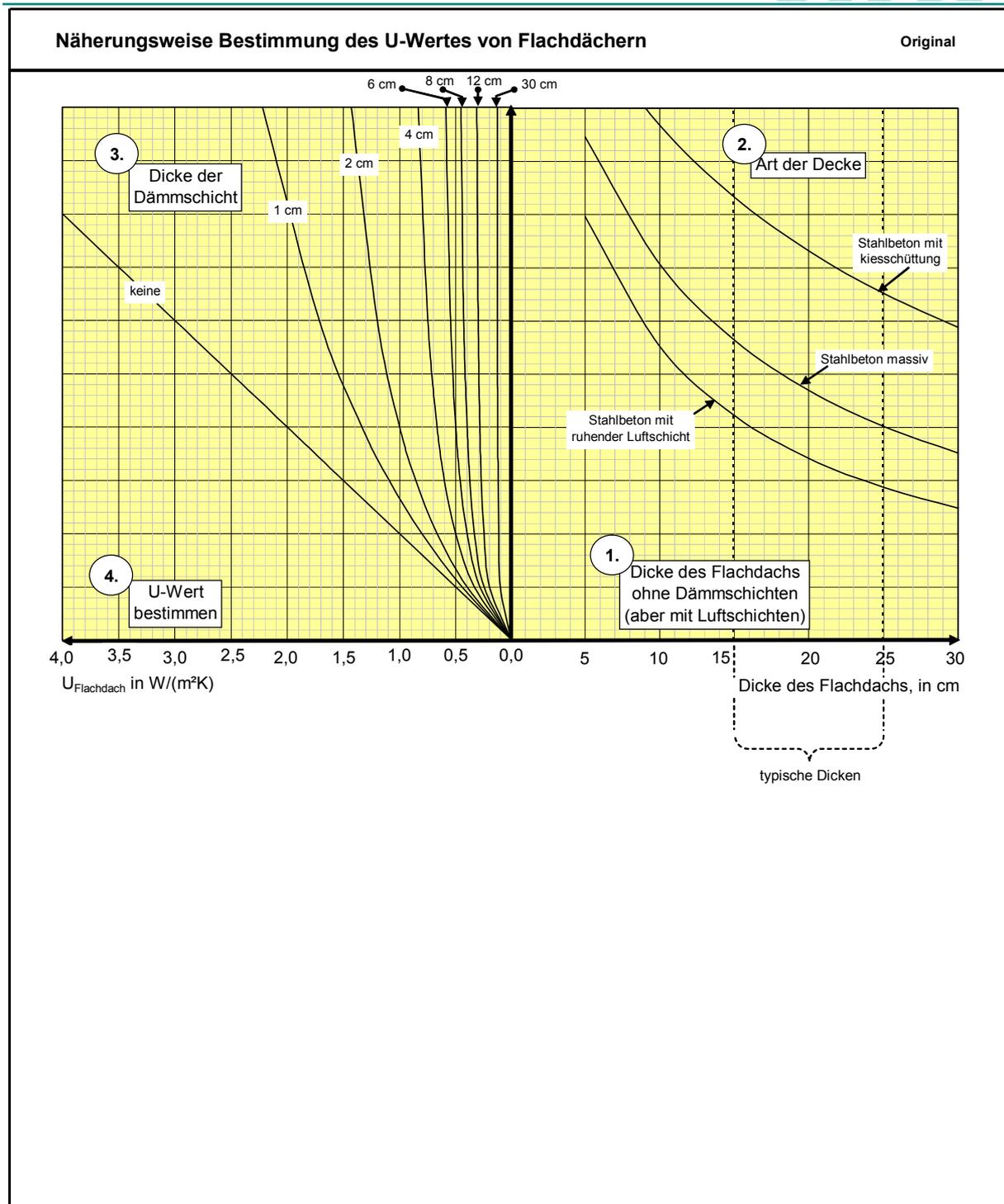
Typische Werte:

- 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: $U \approx 0,10 \text{ W}/(m^2K)$



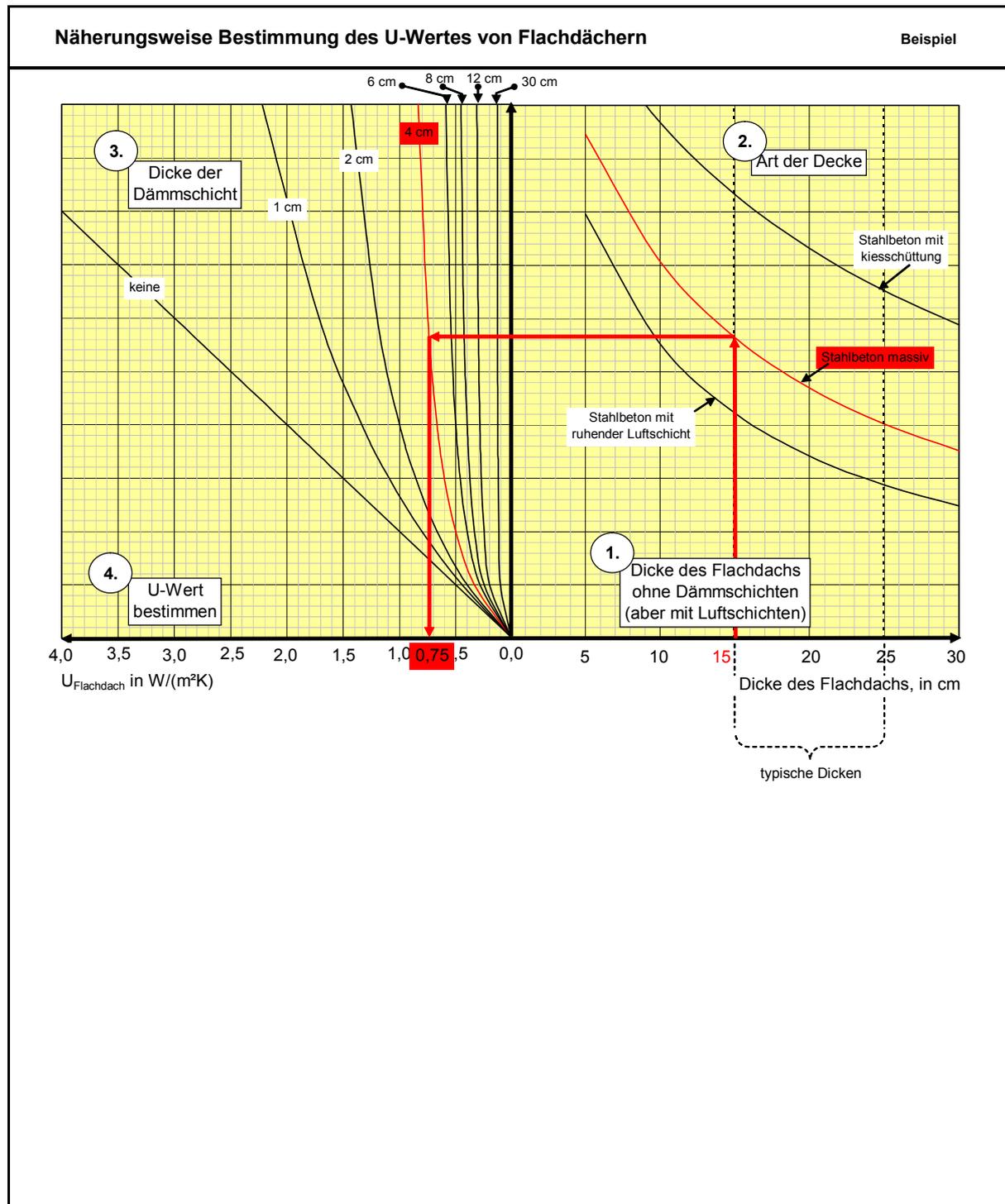
Die Bauteilschichten der obersten Geschossdecke sollen ohne Dämmschichten geschätzte 20 cm dick sein und als Stahlbetondecke ausgeführt sein. Auf der Oberseite liegt eine 8 cm dicke Dämmschicht. Es ergibt sich ohne Temperaturbewertung ein Gesamt U-Wert von 0,40 $W/(m^2K)$.

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



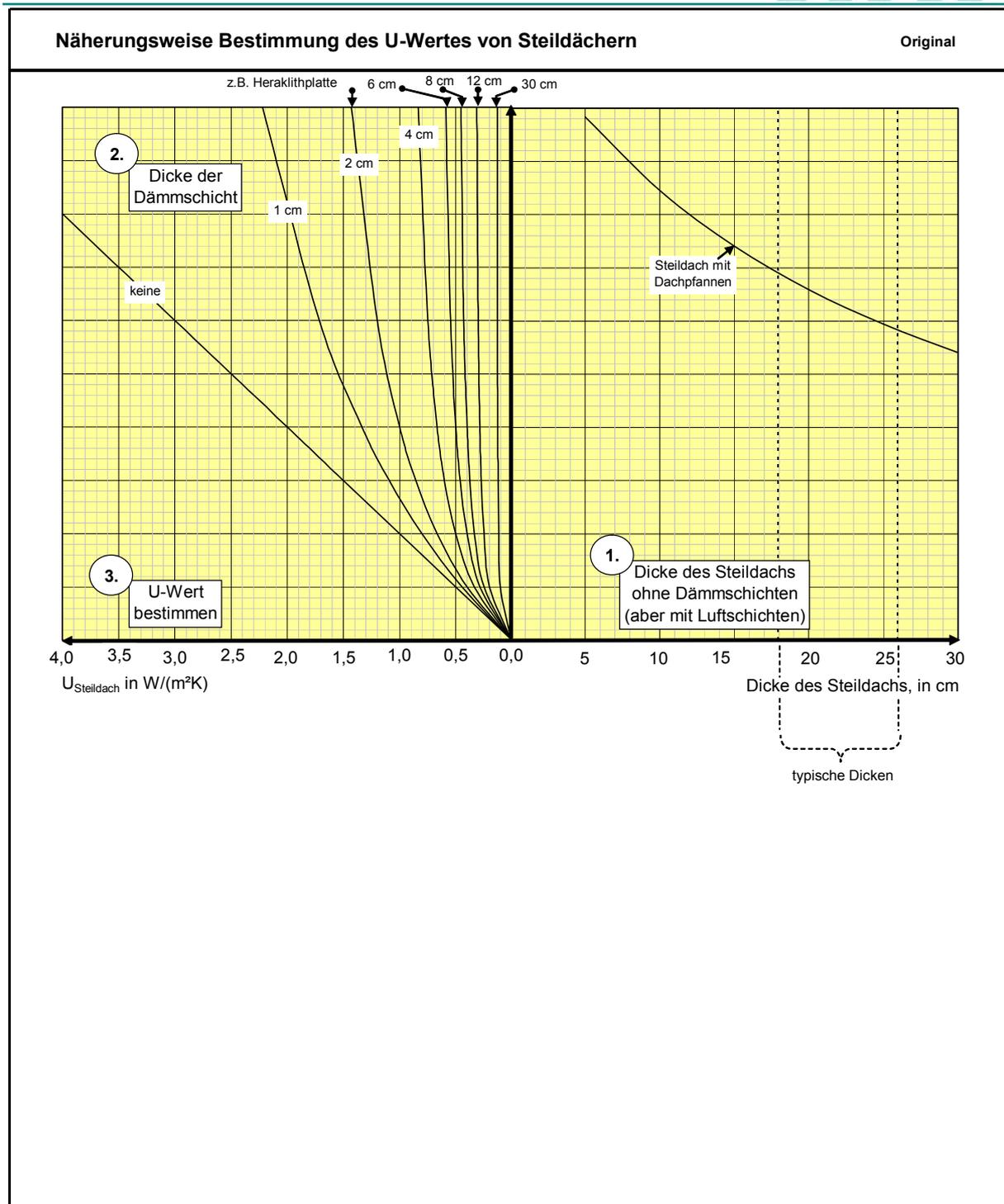
Typische Werte:

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



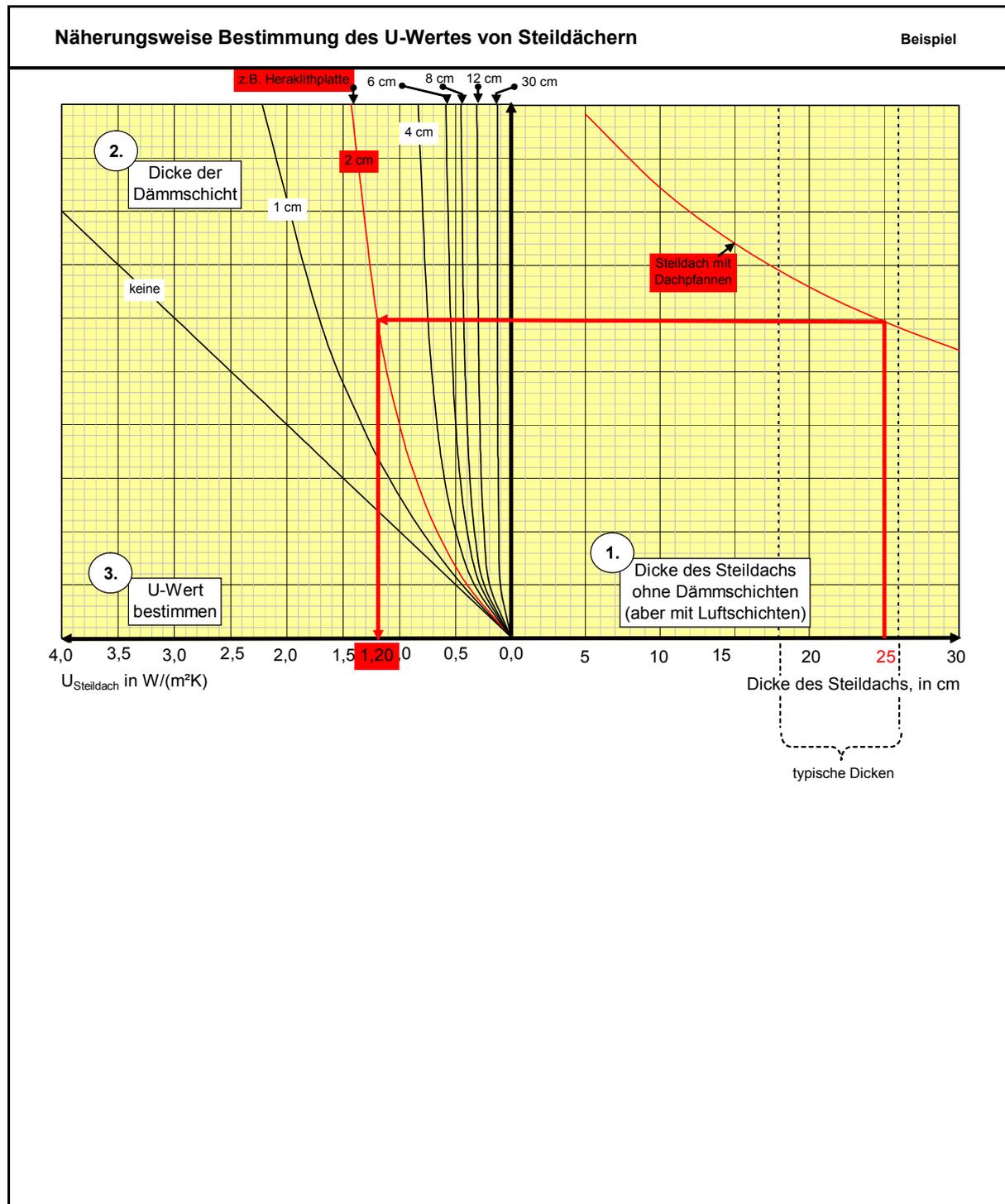
Die Bauteilschichten des Flachdachs sollen ohne Dämmschichten geschätzte 15 cm dick sein und aus massivem Stahlbeton bestehen. Auf der Innenseite ist eine Dämmschicht mit 4 cm Dicke angebracht. Es ergibt sich eine Gesamt U-Wert von 0,75 $W/(m^2K)$.

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



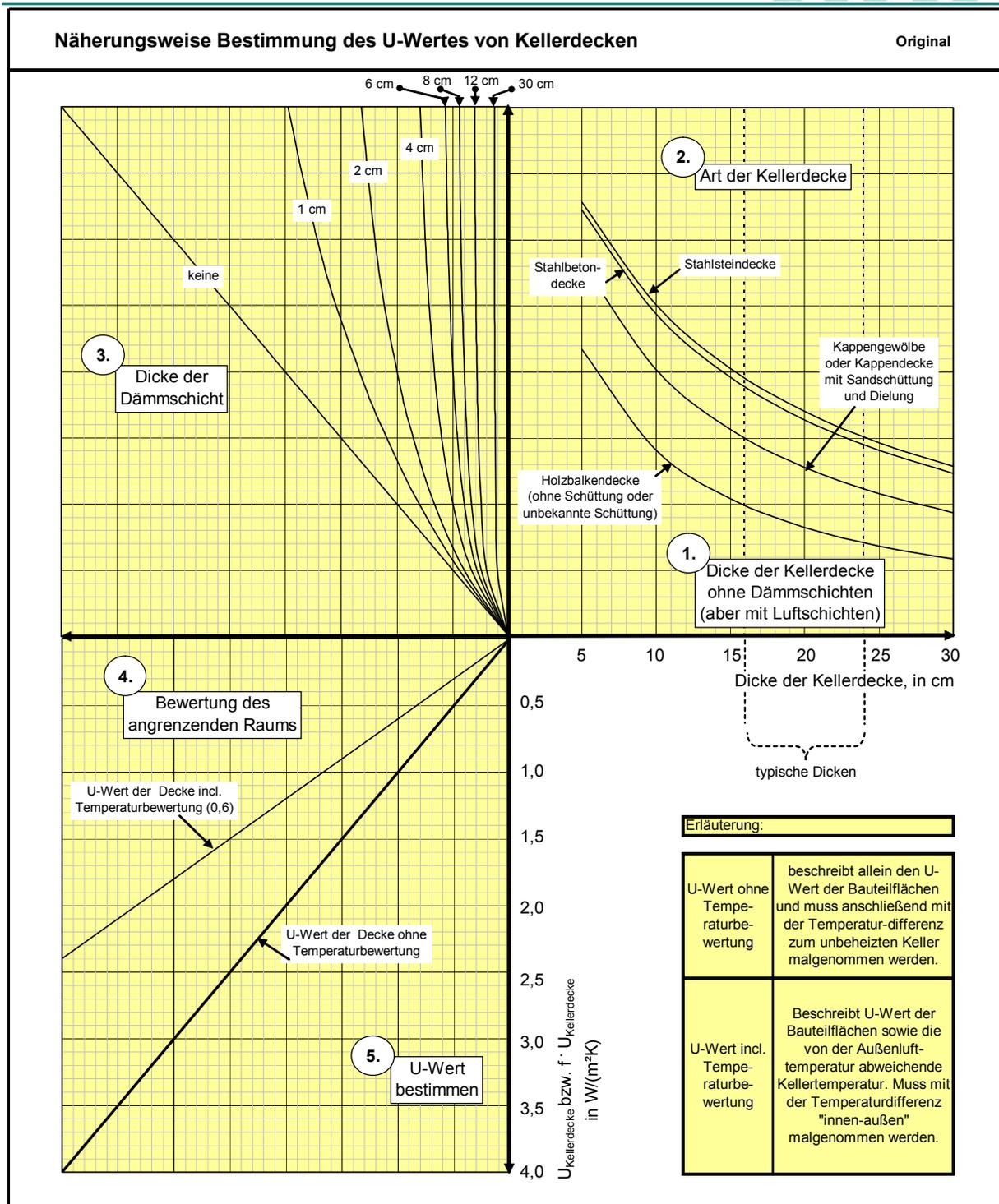
Typische Werte:

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



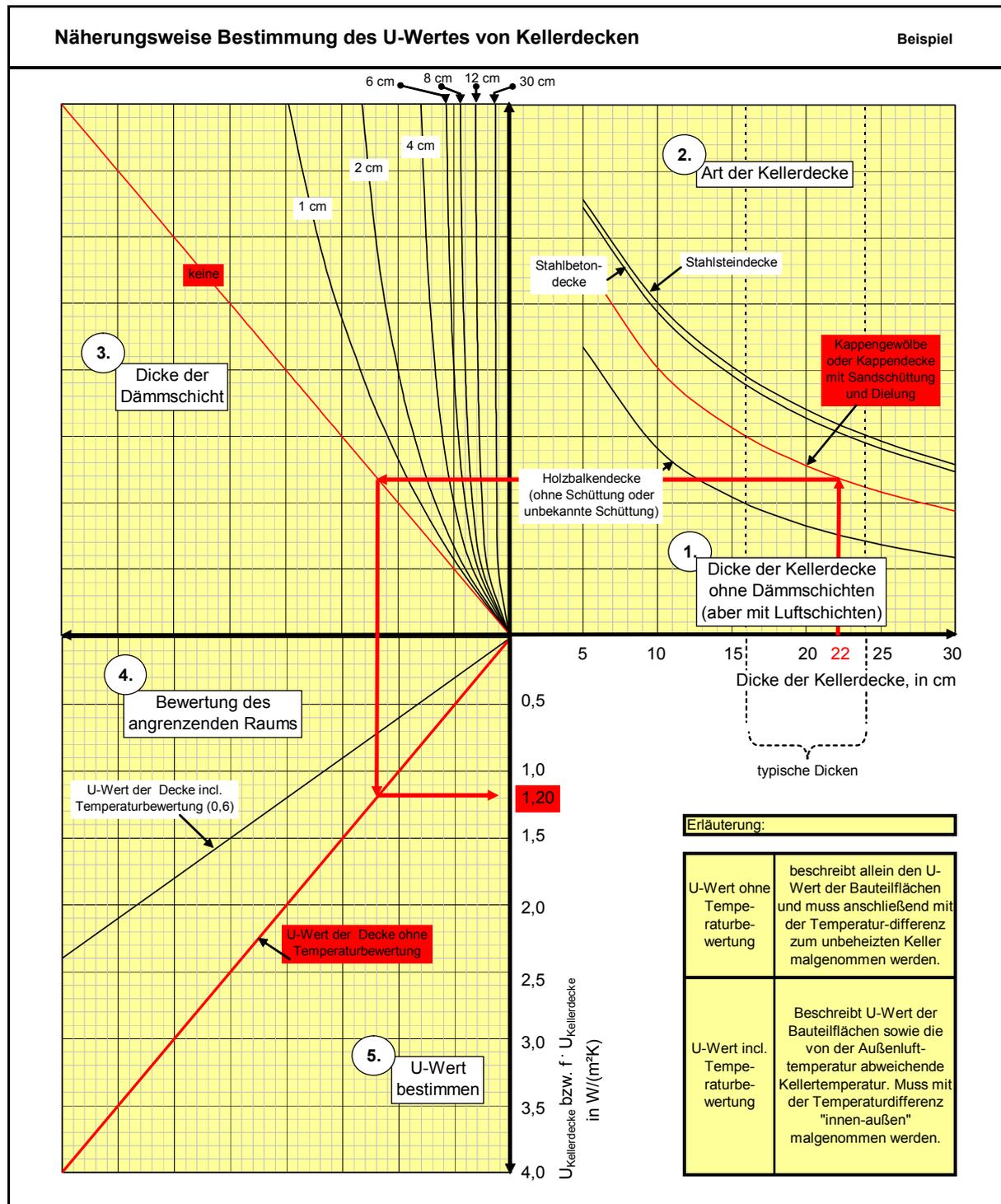
Die Bauteilschichten des Steildachs sollen ohne Dämmschichten geschätzte 25 cm dick sein. Auf der Innenseite ist eine Heraklithplatte sowie Putz angebracht. Es ergibt sich eine Gesamt U-Wert von 1,20 $W/(m^2K)$.

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



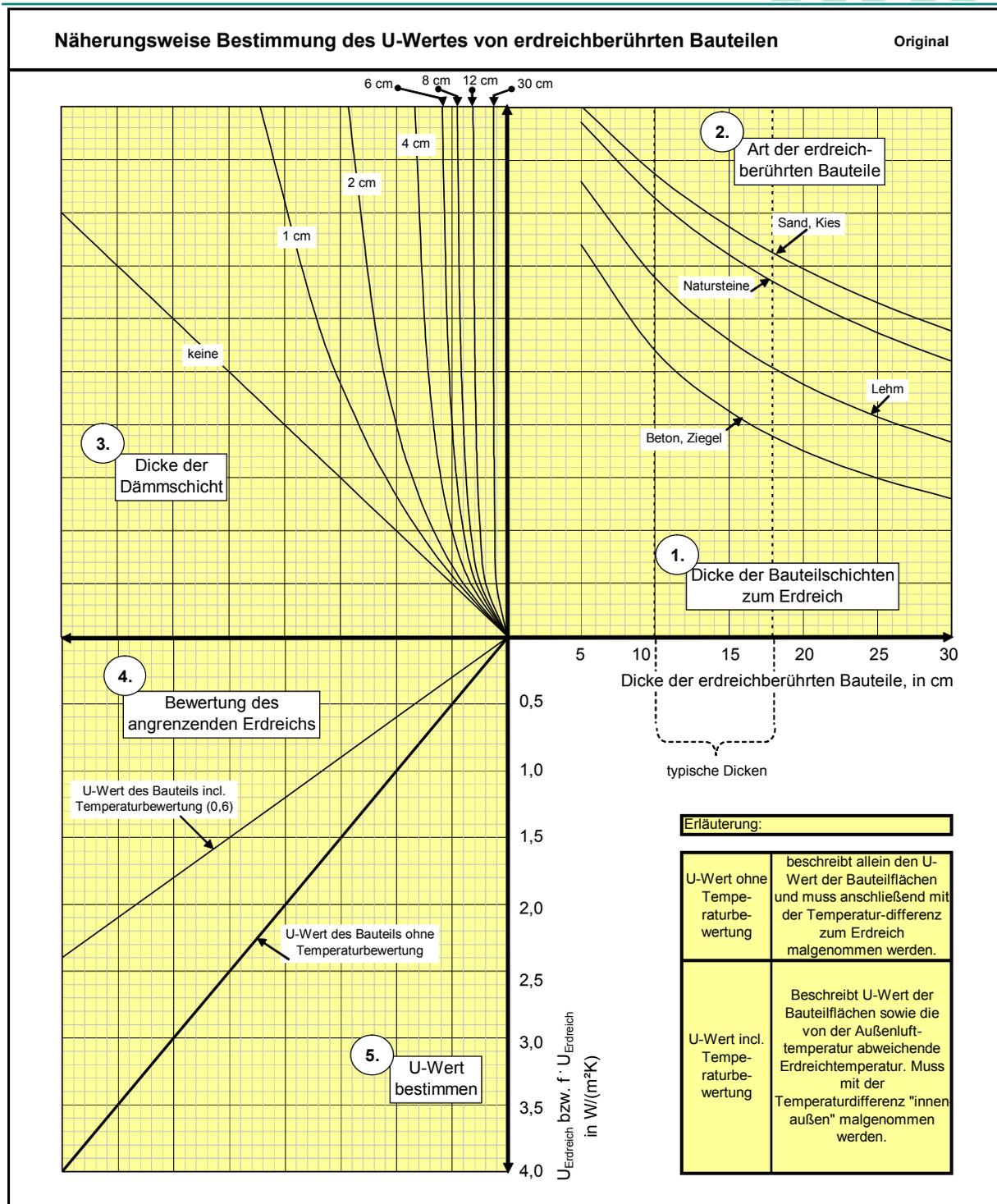
Typische Werte:

- vor 1949: $U = 1,1 \dots 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1949 – 1957: $U = 1,0 \dots 1,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1958 – 1968: $U = 0,8 \dots 1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1969 – 1977: $U = 0,7 \dots 1,1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1978 – 1983: $U = 0,7 \dots 0,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 1984 – 1994: $U = 0,55 \dots 0,69 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- 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 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/(m²K).

Quelle: Jagnow, aus Basis diverser Literatur



Typische Werte:

- vor 1918: U = 2,0 ... 2,9 W/(m²K)
- 1919 – 1948: U = 1,1 ... 2,0 W/(m²K)
- 1949 – 1957: U = 1,0 ... 2,3 W/(m²K)
- 1958 – 1968: U = 0,84 ... 1,29 W/(m²K)
- 1969 – 1983: U = 0,79 ... 0,98 W/(m²K)
- 1984 – 1994: U = 0,55 ... 0,66 W/(m²K)
- 1995 – heute: U ≈ 0,35 W/(m²K)
- Passivhaus: U ≈ 0,10 W/(m²K)

4. Weitere Details

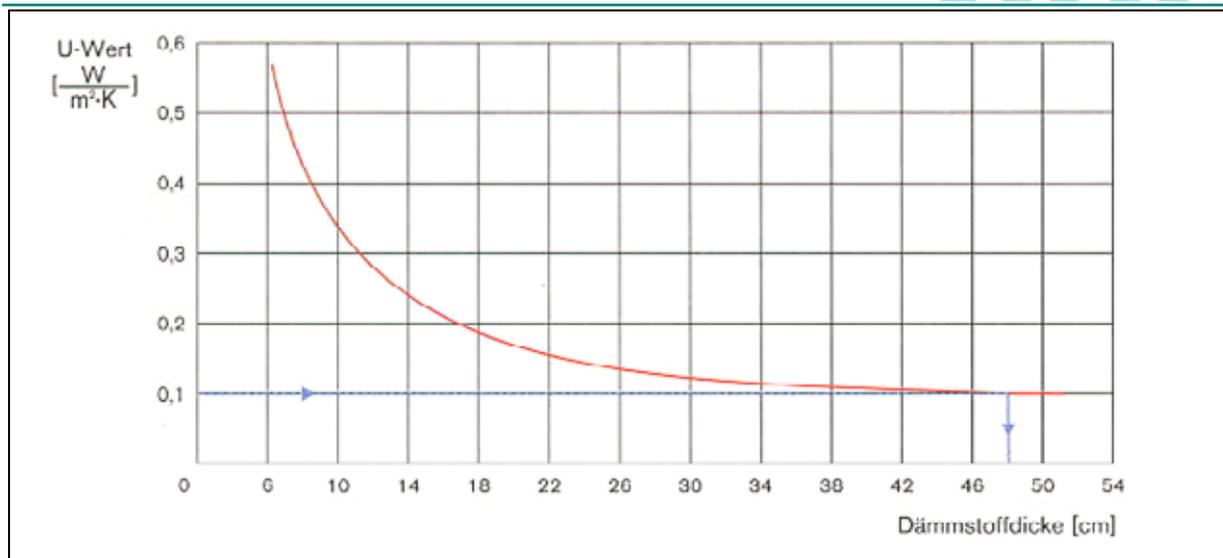
Tab. 48.3: Wärmeleitfähigkeit von Baustoffen

Baustoff	ρ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	λ in $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$	Baustoff	ρ in $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	λ in $\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}$
Putze, Estrich und Mörtel			Mauerwerk einschließlich Fugen		
Kalk-, hydr. K- und KZ-Mörtel	1800	0,87	Hochlochklinker	1800	0,81
Leichtmörtel LM 21	≤ 700	0,21	Vollklinker	2000	0,96
Wärmedämmputzsysteme nach	$\left\{ \begin{array}{l} 060 \\ \dots \\ 100 \end{array} \right.$	0,060	Vollblöcke aus	500	0,20
Wärmeleitfähigkeitsgruppe		≥ 200	...	Naturbims	800
Zementestrich	2000	1,4	Holz und Holzwerkstoffe		
Wärmedämmstoffe			Fichte, Kiefer, Tanne	600	0,13
Mineral- faserschicht	WLG 040	(50... 250)	Buche, Eiche	800	0,20
	WLG 045		Sperrholz	800	0,15
			Sonstige gebräuchliche Stoffe		
			Fliesen	2000	1,00
			Glas	2500	0,80

Quelle: Versorgungstechnik Formelsammlung Westermann Verlag

Tab. 48.1: Wärmeübergangswiderstände		Tab. 48.2: Wärmeleitwiderstände ruhender Luftschichten		
Übergang von Luft an die Fläche	R_i in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	Lage der Luftschicht und Richtung des Wärmestroms	Dicke d der Luftschicht in mm	$R_{L,i}$ in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$
auf der Innenseite geschlossener Räume bei natürlicher Luftbewegung an Wandflächen und Fenstern	0,13	Luftschicht <u>senkrecht</u>	10 20 50 100 150	0,140 0,160 0,180 0,170 0,160
Fußboden und Decke	0,13	Luftschicht <u>waagrecht</u> Wärmestrom von unten nach oben \uparrow	10 20 > 50	0,140 0,150 0,160
● Wärmestrom von unten nach oben ● Wärmestrom von oben nach unten	0,17		Luftschicht <u>waagrecht</u> Wärmestrom von oben nach unten \downarrow	10 20 > 50
Übergang von Fläche z.B. an die Außenluft	R_a in $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$			
an der Außenseite von Gebäuden bei mittlerer Windgeschwindigkeit	0,04			
in durchlüfteten Hohlräumen bei vorgehängten Fassaden oder in Flachdächern	0,09			

Quelle: Versorgungstechnik Formelsammlung Westermann Verlag



aus: Heizungsjournal Januar/Februar/März 2003

Wanddicke	$\frac{1}{\Lambda}$ $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$	k $\frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$
1 Stein	0,37	1,85
1 ½ Steine	0,55	1,39
2 Steine	0,72	1,12
2 ½ Steine	0,80	0,94
3 Steine	1,07	0,81

Übersicht Wärmedurchlasswiderstände Ziegel

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

	1865 - 1879	1879 - 1945	1918 - 1945	1938 - 1945
Wanddicken für Ziegelmauerwerk	<p>Nach alten Handwerksregeln:</p> <p>Oberste Außenwand (nicht Dachgeschoss) : 1 ½ Steine,</p> <p>jedes folgende Geschoss: zuzügl. ½ Stein.</p> <p>Tragende Mittelwand: oberste zwei Geschosse (nicht Dachgeschoss): 1 ½ Steine,</p> <p>jeweils alle zwei folgenden Geschosse: zuzügl. ½ Stein.</p>	<p>Durch Erlasse geregelt:</p> <p>Außenwände: Dachgeschoss 1 Stein, oberste zwei Geschosse 1 ½ Stein, folgende zwei Geschosse 2 Steine, Außenwand EG 2 ½ Steine, Außenwand KG 3 Steine.</p> <p>Tragende Mittelwände: oberste vier Geschosse 1 ½ Steine, folgende zwei Geschosse 2 Steine.</p>	<p>Außenwand KG nur noch 2 ½ Steine.</p> <p>Sonderformen: Vor allem bei Klein- und Mittelhäusern:</p> <p>Außenwände: 20-30 cm</p> <p>Innenwände: 12 cm</p>	<p>Außenwände: Oberste drei Geschosse 1 ½ Steine,</p> <p>folgende zwei Geschosse plus ½ Stein.</p>

Wanddicken für Ziegelmauerwerk

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

Steinbezeichnung	Rohdichte (kg/m³)	Wärmeleitfähigkeit (W/mK)
Bimsbetonvollsteine	800 900 1.000	0,40 0,43 0,46
Bimshohlblockst. Hbl 25 Hbl 50	700 – 800 900 – 1.000	0,35 – 0,46* 0,44 – 0,64*
Schlackenhohlblockst. Hbl 25 Hbl 50	900 – 1.100 1.100 – 1.200	0,44 – 0,70* 0,55 – 0,76*
Kalktuffhohlblockst. Hbl 80	1.200 – 1.300	0,43 – 0,61
Hohlblocksteine aus Ziegelsplittbeton: Hbl 25 Hbl 50 Hbl 80	1.000 – 1.100 1.100 – 1.200 1.200 – 1.800	0,40 – 0,55 0,42 – 0,58 0,43 – 0,61
Gas- und Schaumbetonsteine	600 700 800	0,24 0,27 0,29

*abhängig von der Steinbreite (= Mauerdicke)

Übersicht Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit von Leichtbetonsteinmauerwerk

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

	Rohdichte (kg/m ³)	λ (W/m k)	$\bar{\lambda}$ (W/m k)	Zum Vergleich:	
				nach DIN 4108, 1981	Rohdichte- klasse
Porenziegel PMz 1,2/60	1.200	0,47-0,58	0,53	0,50	1.200
Porenziegel PMz 1,4/100	1.400	0,53-0,68	0,61	0,58	1.400
Vollziegel Mz 100 u. Mz 150 (Hintermauerziegel)	1.600-1.800	0,61-0,89	0,75	0,68/0,81	1.600/1.800
Vormauerziegel VMz 250 (Hartbrandziegel)	1.700-1.900	0,73-1,06	0,90	0,81/0,96	1.800/2.000
Hochbauklinker KMz 350	1.800-2.000	0,83-1,29	1,06	0,81/0,96	1.800/2.000
Hochlochziegel Hlz A 1,2/150 Hlz B 1,2/150	1.100-1.300	0,45-0,58	0,52	0,50	1.200
Hochlochziegel Hlz A 1,4/150 Hlz B 1,4/150	1.300-1.500	0,51-0,68	0,60	0,58	1.400
Bienenwabenziegel Gitterziegel	1.000-1.200	0,43-0,53	0,48	0,47/0,52*	1.000/1.200*
Vormauerhochlochziegel VHlz 1,4/150	1.300-1.500	0,53-0,73	0,63	0,58	1.400
Langlochziegel Llz 1,2/60	1.100-1.300	0,45-0,58	0,52	0,50	1.200
Langlochziegel Llz 1,4/100	1.300-1.500	0,51-0,68	0,60	0,58	1.400
Wöhl-Standardziegel (Langlochziegel)	1.000-1.200	0,40-0,48	0,44	-	-

Übersicht über Rohdichte und Wärmeleitfähigkeit von Ziegelmauerwerk

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

Aufbau Steinzahl	n	Dicke in cm	Rohdichte in kg/m ³	Wärmeleitfähigkeit in W/(mK)	Wärmedurchlasswiderstand in m ² /K/W	
					Bereich	Mittel ohne Putz
1 Stein	2	25	1600-1800	0,68-0,81	0,37-0,31	0,33
1 ½ Stein	3	38	1600-1800	0,68-0,81	0,47-0,56	0,51
2 Stein	4	51	1600-1800	0,68-0,81	0,63-0,75	0,68
2 ½ Stein	5	64	1600-1800	0,68-0,81	0,79-0,94	0,85
3 Stein	6	77	1600-1800	0,68-0,81	0,95-1,13	1,03

Übersicht Ziegelmauerwerk im Reichsformat

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

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 cm Bimsvollsteine >0,58 <1,33	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 30 cm Ziegelsplittschüttbeton >0,62 <1,27 38 cm Vollsteine aus Ziegelsplittbeton >0,70 <1,15	25 (30) cm Schlacken-hohlsteine >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

Klassifizierung üblicher Außenwandkonstruktionen nach ihren Anwendungszeitraum

$$\frac{1}{\Lambda} \text{ in } \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \quad \text{mit } 0,04 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}} \text{ Putz} \quad k \text{ in } \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

Steinart	Wandstärke (ohne Putz) (cm)	1/Λ (m²K/W)	Anmerkungen
Vollziegel	38	0,47-0,62	ρ = 1.600-1.800 kg/m³
Lochziegel (Langloch- u. Viellochst.)	25	0,45-0,50	ρ = 1.200-1.300 kg/m³
Bimsbetonvollsteine	25	0,54-0,63	
dto.	30	0,65-0,75	
Bimsbeton-Hohlblockstein			
Hbl 25	24	0,55-0,62	
"	30	0,65-0,77	
Hbl 50	24	0,49-0,55	1)
"	30	0,47-0,55	1)
Vollsteine aus Ziegelsplittbeton	38	0,66-0,73	ρ = 1.300-1.400 kg/m³
Hohlblocksteine aus Ziegelsplittbeton	25	0,43-0,60	2)
Wände aus Ziegelschüttbeton	30	0,58	
Hohlblocksteine aus Schlackenbeton	25	0,36-0,45	1) 2)
dto.	30	0,43-0,55	
Wagen- u. Gitterziegel	25	0,45-0,50	
dto.	30	0,54-0,60	ρ = 1.100-1.300 kg/m³
Schalungssteine ("Durisol")	24	1,14	1)
	30	1,32	1)

1) für mehr- oder vielgeschossige Bauweise

2) überwiegend in Großstädten (da Trümmerschutt vorhanden)

Wärmedurchlasswiderstände üblicher Außenwandkonstruktionen

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen

Deckentyp	$1/\Delta$ (m ² K/W)
Massiv-Betonplattendecke mit Verbundestrich/Glattstrich	0,1 – 0,15
Stahlbeton-Hohlkörperdecken	0,22 – 0,34
Holzbalkendecken	1,38 – 1,68
Massivplatten mit schwimmendem Estrich	0,1 + s[m]/0,04
Trittschall-Dämmplatten (Wärmeleitf. 0,04 W/mK)	

Übersicht Wärmedurchlasswiderstände Decken

Quelle: Ausbildung zum Energieberater an der FH Esslingen