

# U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog Sanierungen





# ***U*-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog**

## **Sanierungen**

Der Wärmedurchgangskoeffizient *U* – vereinfacht *U*-Wert und früher *k*-Wert genannt – ist im Zusammenhang mit dem Wärmeschutz im Hochbau eine der wichtigsten Rechengrössen. Der *U*-Wert wird vor allem verwendet, um einen Bauteil hinsichtlich seiner Wärmedämmfähigkeit beurteilen zu können. In den Normen und in kantonalen Wärmedämmvorschriften nimmt er eine zentrale Stellung ein.

Herausgegeben von:

**Bundesamt für Energie BFE**

Ausgearbeitet durch:

**Kurt Marti, Ingenieurbüro für Energie und Umwelt, 3054 Schüpfen**

Gestaltung und Illustration:

**Sepp Steibli, Education Design, 3000 Bern**

Copyright:

**Bundesamt für Energie BFE, 2001**

Vertrieb:

**BBL, Vertrieb Publikationen, 3003 Bern, [www.bbl.admin.ch/bundespublikationen](http://www.bbl.admin.ch/bundespublikationen)**

**BBL, Vertrieb Publikationen, Bestellnummer: 805.155 d / 4.02 / 1000**

# ■ Einleitung

**Diese Publikation ersetzt die bisherige aus dem Jahr 1993. Aufgrund der höheren Wärmedämmdicken, vor allem im Bereich des MINERGIE-Standards, gab es Lücken im Bauteilekatalog. Zudem wurden einige Normen und Empfehlungen verändert, so dass diese Überarbeitung notwendig wurde.**

**Mit zunehmender Wärmedämmdicke wird auch der Einfluss der Wärmebrücken bedeutender. Im Kapitel 2.4 wird darauf eingegangen. Die Publikation «Wärmebrückenkatalog» gibt Hinweise zu konkreten Zuschlüssen.**

**Der Bauteilekatalog richtet sich an Fachleute der Bau- und Haustechnikbranche sowie an Vollzugsorgane der kantonalen Energiegesetze, die sich mit der Kontrolle von energietechnischen Massnahmenachweisen und von Baustellen befassen. Der hier vorliegende Bauteilekatalog bezieht sich jedoch nur auf bestehende und sanierte Einzelbauteile. Für Neubauteile ist die ebenfalls aktualisierte Publikation «U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog – Neubauten» zu benutzen.**

In einem allgemeinen Teil wird der *U*-Wert definiert und aufgezeigt, welche Faktoren ihn beeinflussen können. Zudem wird eine Übersicht über das Vorgehen bei der *U*-Wert-Bestimmung von bestehenden Einzelbauteilen gegeben.

Im darauf folgenden Kapitel sind Grundlagen und Berechnungsvorgang dargestellt und anhand von verschiedenen Beispielen und Übungen wird dem Anwender die *U*-Wert-Ermittlung vorgestellt.

Das Kapitel «Bauteilekatalog» stellt ein Nachschlagewerk für die am häufigsten vorkommenden Bauteile und deren möglichen Sanierungsmassnahmen dar.

Die dazugehörigen Tabellen im Anhang I und II erlauben dem Anwender, ohne Rechenaufwand den *U*-Wert eines sanierten Bauteils zu bestimmen oder zu kontrollieren.

Neu integriert wurden Angaben zu Fenstern und Türen. Dieses Kapitel ersetzt das bisherige Merkblatt «k-Werte und g-Werte von Fenstern» des Bundesamts für Energie. Am Schluss der Publikation sind die folgenden Hilfsmittel abgedruckt:

- Tabelle A: Berechnung des *U*-Werts
  - Tabelle C: *U*-Wert-Bestimmung mit Bauteilekatalog
  - Tabelle  $A_w$ : Berechnung des Fenster-*U*-Werts
- Sie können vervielfältigt und als Nachweis-Bestandteil für die Eingabe an die Baubehörde verwendet werden.

**Für die Erarbeitung des Bauteilekatalogs wurden folgende Publikationen verwendet:**

Norm SN EN ISO 7345 SIA 180.051	Wärmeschutz – Physikalische Grössen und Definitionen .....	1995
Norm SN EN ISO 6946 SIA 180.071	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand ..... und Wärmedurchgangskoeffizient-Berechnungsverfahren	1996
Norm SIA 180	Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau .....	1999
Vornorm SIA 279	Wärmedämmstoffe .....	2000
SZFF Doku 31.03	Wärme- und Sonnenschutz für Fenster und Fensterelemente .....	2000
Norm SIA 380/1	Thermische Energie im Hochbau .....	2001
Dokumentation SIA D0170	Thermische Energie im Hochbau .....	2001
Merkblatt SIA 2001	Wärmedämmstoffe .....	2001
Bundesamt für Energie	k-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog – Sanierungen.....	1993
Bundesamt für Energie	k-Werte und g-Werte von Fenstern .....	1995
Bundesamt für Energie	Berücksichtigung von Wärmebrücken im Wärmedämmnachweis .....	1995
Bundesamt für Energie	U-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog – Neubauten .....	2002
Bundesamt für Energie	Wärmebrückenkatalog .....	2002



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Allgemeines und Vorgehen .....</b>	<b>7</b>
1.1 MINERGIE-Standard .....	8
1.2 Transparente Wärmedämmung (TWD) .....	8
<b>2 U-Wert-Berechnung .....</b>	<b>9</b>
2.1 Homogene Bauteile .....	9
2.2 Inhomogene Bauteile .....	10
2.3 Rechengrößen .....	11
2.3.1 Wärmeübergangskoeffizienten $h$ .....	11
2.3.2 Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ von Baustoffen .....	11
2.3.3 Wärmedurchlasswiderstand $R_g$ von Luftschichten .....	14
2.4 Wärmebrücken .....	14
2.5 Spezielle Hinweise .....	15
2.6 Beispiele .....	16
2.7 Übung .....	19
<b>3 U-Wert-Bestimmung mit Bauteilekatalog .....</b>	<b>21</b>
3.1 Beispiel .....	22
3.2 Übungen .....	23
<b>4 Bauteilekatalog .....</b>	<b>25</b>
4.1 Sanierung homogener Bauteile .....	26
4.2 Sanierung inhomogener Bauteile .....	52
<b>5 Fenster und Türen .....</b>	<b>63</b>
5.1 Fenster .....	64
5.2 Türen .....	67
<b>Anhang .....</b>	
I U-Werte der homogen sanierten Bauteile .....	69
II U-Werte der inhomogen sanierten Bauteile .....	72
Tabelle A (Formular für die U-Wert-Berechnung) .....	75
Tabelle C (Formular für die U-Wert-Bestimmung) .....	77
Tabelle A <sub>w</sub> (Formular für die U-Wert-Berechnung des Fensters) .....	79







## 8 1.1 MINERGIE-Standard

Der MINERGIE-Standard setzt sich auch bei Gebäudesanierungen immer mehr durch. Das bewusste Anstreben der Ziele «Komfort», «Gesundheit», «Schadenfreiheit», «Energieeffizienz» und «Wirtschaftlichkeit» führt bei den Bauten dazu, dass nebst einer optimalen Haustechnik und einer dichten Gebäudehülle die Bauteile wesentlich besser wärmegeklämt werden. Die Einhaltung des MINERGIE-Standards verbessert zudem die Werterhaltung der Bauten.

Weitergehende Informationen zum Thema «MINERGIE» sind im Internet erhältlich unter: [www.minergie.ch](http://www.minergie.ch).



Foto: Nina Mann

### Bild 2

P+D Projekt Magnusstrasse 23 in Zürich.

Sanierung nach MINERGIE-Standard (ZH-203) erreicht fast den Passivhausstandard.

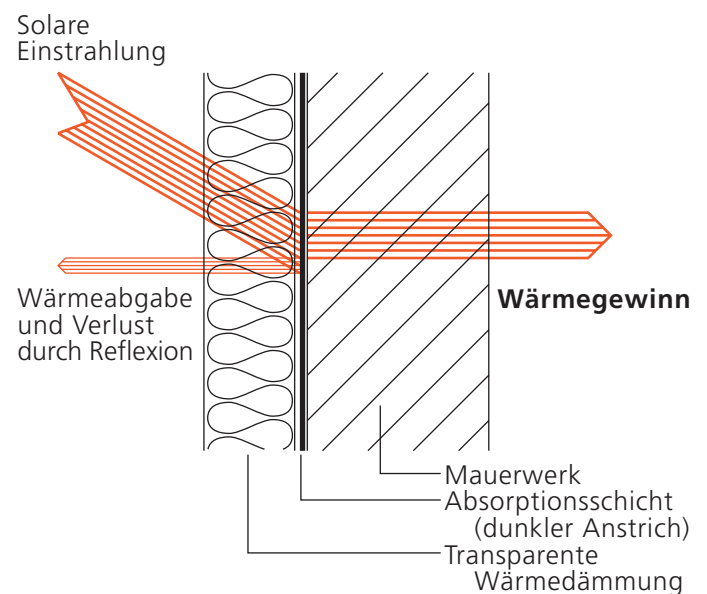
Viridén + Partner und Prof. W. Dubach, Zürich

## 1.2 Transparente Wärmedämmung (TWD)

Bauteile mit der transparenten Wärmedämmung können nicht genauso behandelt werden wie beispielsweise «normal» wärmegeklämte Wände. Das Prinzip der solaren Wandheizung mit TWD verhindert nämlich nicht nur den Wärmeverlust, sondern lässt es zu, dass das Sonnenlicht die TWD durchdringt, das Mauerwerk erwärmt und die Wärme in den Raum abgegeben wird.

Weitere Unterscheidungsmerkmale gegenüber der normalen Wärmedämmung sind die Notwendigkeit eines massiven schweren Mauerwerks und eines allfälligen Überhitzungsschutzes.

Für das TWD-Material selbst lässt sich keine konstante Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  angeben, da diese geometriebedingt von der Dicke der Platten abhängt.



### Bild 3

Funktion einer TWD

## 2 U-Wert-Berechnung

Das Kapitel **U-Wert-Berechnung** stellt die Berechnung einfacher Konstruktionen wie z.B. homogener bestehender oder sanierter Bauteile dar. Es enthält die notwendigen Grundlagen bzw. Rechengrößen wie Wärmeübergangskoeffizienten, Wärmedurchlasswiderstände von Luftschichten und Baustoffkennwerte. Es werden aber auch Hinweise gegeben, wie bei komplizierteren Konstruktionen – z.B. inhomogenen Bauteilen, Wärmebrücken, hinterlüfteten Fassaden und Fussbodenheizungen – vorgegangen werden muss. Anhand von fünf Beispielen und einer Übung wird die Berechnung detailliert dargestellt.

Bei **bestehenden Bauteilen** ist die Bestimmung des *U*-Werts relativ schwierig, da der genaue Konstruktionsaufbau in den meisten Fällen nicht bekannt ist. Zudem ist es während der Beurteilungs- und Planungsphase oft nicht möglich oder zu aufwändig, Bauteile zu öffnen oder Probebohrungen vorzunehmen. Der effektive *U*-Wert des vorhandenen Bauteils kann somit sehr stark vom «genau» errechneten *U*-Wert abweichen.

Daher ist beim bestehenden Bauteil von einer minimal vorhandenen Wärmedämmung auszugehen, damit der *U*-Wert des sanierten Bauteils auch wirklich erreicht werden kann.

Der *U*-Wert von **sanierten Bauteilen** kann nicht mit gleichhoher Genauigkeit berechnet werden wie von neuen Bauteilen, welche in der Publikation «*U*-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog Neubauten» aufgeführt sind. Überdies ist in der Baubewilligungsphase der genaue Konstruktionsaufbau oftmals noch nicht bekannt.

Im Zusammenhang mit dem Sanieren von bestehenden Bauteilen sind bauphysikalische Abklärungen unumgänglich. Dadurch können Feuchteprobleme vermieden werden, die der Bausubstanz Schaden zufügen würden. Dabei sind nicht nur der Bauteil selber, sondern auch die Anschlüsse und mögliche Wärmebrücken zu berücksichtigen.

Die Publikation erlaubt eine schnelle Bestimmung der *U*-Werte bei Sanierungen. Bei der Wahl der Sanierungsmassnahmen sind jedoch zusätzliche bauphysikalische Abklärungen unerlässlich.

### 2.1 Homogene Bauteile

Als **homogene Bauteile** bezeichnet man Konstruktionen, die aus mehreren durchgehenden, hintereinander liegenden Schichten von Baumaterialien bestehen. Treten regelmässig wiederkehrende Unterbrechungen wie z.B. Stahlstützen, Betonpfeiler oder Sparren auf, so handelt es sich um einen inhomogenen Bauteil (Kap. 2.2).

Der *U*-Wert homogener bestehender oder sanierten Bauteile wird, sofern die einzelnen Schichten genau bekannt sind, mit folgender Grundformel berechnet:

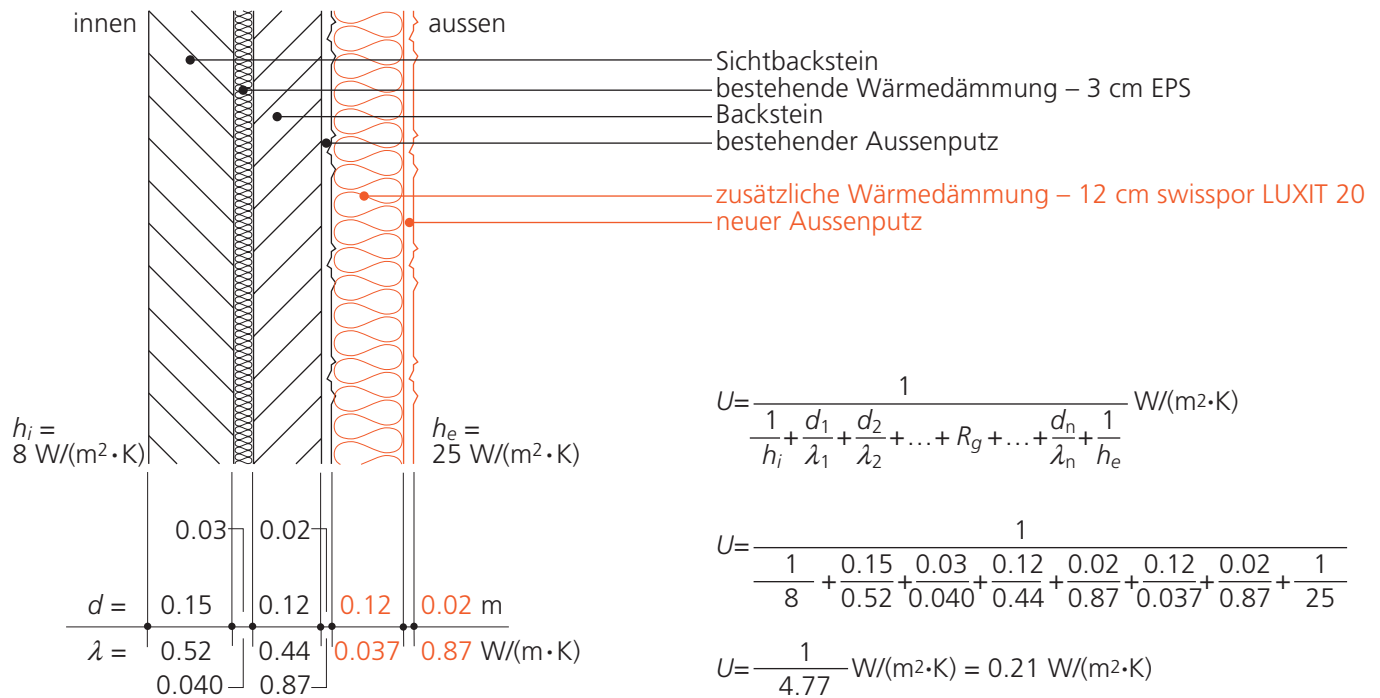
$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$d_1 \dots d_n$  Dicke des jeweiligen Baumaterials in m

$h_i, h_e$  Wärmeübergangskoeffizienten in  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  (Kap. 2.3.1)

$\lambda_1 \dots \lambda_n$  Wärmeleitfähigkeit des jeweiligen Baumaterials in  $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$  (Kap. 2.3.2)

$R_g$  Wärmedurchlasswiderstand von Luftschichten (Kap. 2.3.3)

**Bild 4**

*U-Wert-Berechnung am Beispiel eines Zweischalenmauerwerks, aussen saniert mit Kompaktfassade*

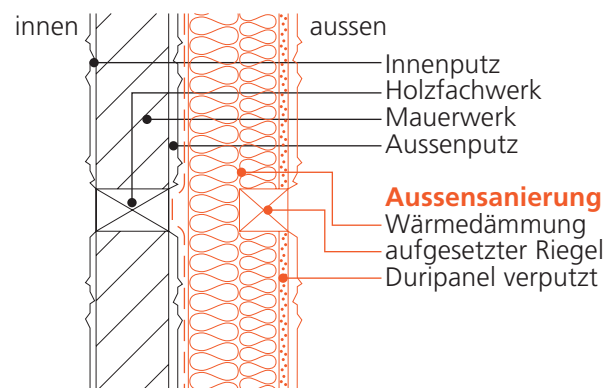
Die *U*-Werte der **gebräuchlichsten homogenen Bauteile** mit den am häufigsten vorkommenden Wärmedämmdicken finden sich in Kapitel 4.1. Die *U*-Werte für **homogen sanierte Bauteile** befinden sich in Anhang I.

## 2.2 Inhomogene Bauteile

Bei **inhomogenen Bauteilen** laufen die verschiedenen Schichten von Baumaterialien nicht über die ganze Fläche durch, sondern werden regelmässig durch andere Schichten unterbrochen (siehe Bild 5). Solche Unterbrechungen verschlechtern den *U*-Wert und sind deshalb zu berücksichtigen. Ein vereinfachtes Verfahren zur Berechnung des Wärmedurchgangswiderstands eines Bauteils aus homogenen und inhomogenen Schichten ist in der Norm SN EN ISO 6946 enthalten.

Bei komplizierten Konstruktionen und bei ausgeprägten Wärmebrücken (z. B. Aluminiumunterkonstruktion bei hinterlüfteten Fassaden) ist der *U*-Wert entweder durch Messungen oder Atteste, mit Hilfe von Rechenprogrammen oder mit dem Wärmebrückenkatalog zu bestimmen. Auf Seite 22 befindet sich dazu ein Beispiel.

Die *U*-Werte der **gebräuchlichsten inhomogenen Bauteile** finden sich in Kapitel 4.2. Die *U*-Werte für **homogen sanierte Bauteile** finden sich in Anhang I und für **inhomogen sanierte Bauteile** in Anhang II.

**Bild 5**

*Beispiel eines inhomogenen sanierten Bauteils*

## 2.3 Rechengrößen

### 2.3.1 Wärmeübergangskoeffizienten $h$

Die Wärmeübertragung von der Innenluft auf den Bauteil wird mit dem Wärmeübergangskoeffizienten  $h_i$  (früher  $\alpha_i$ ) und vom Bauteil auf die Aussenluft mit dem Wärmeübergangskoeffizienten  $h_e$  (früher  $\alpha_a$ ) angegeben.

Weitere Hinweise stehen in der Norm SIA 180 «Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau».

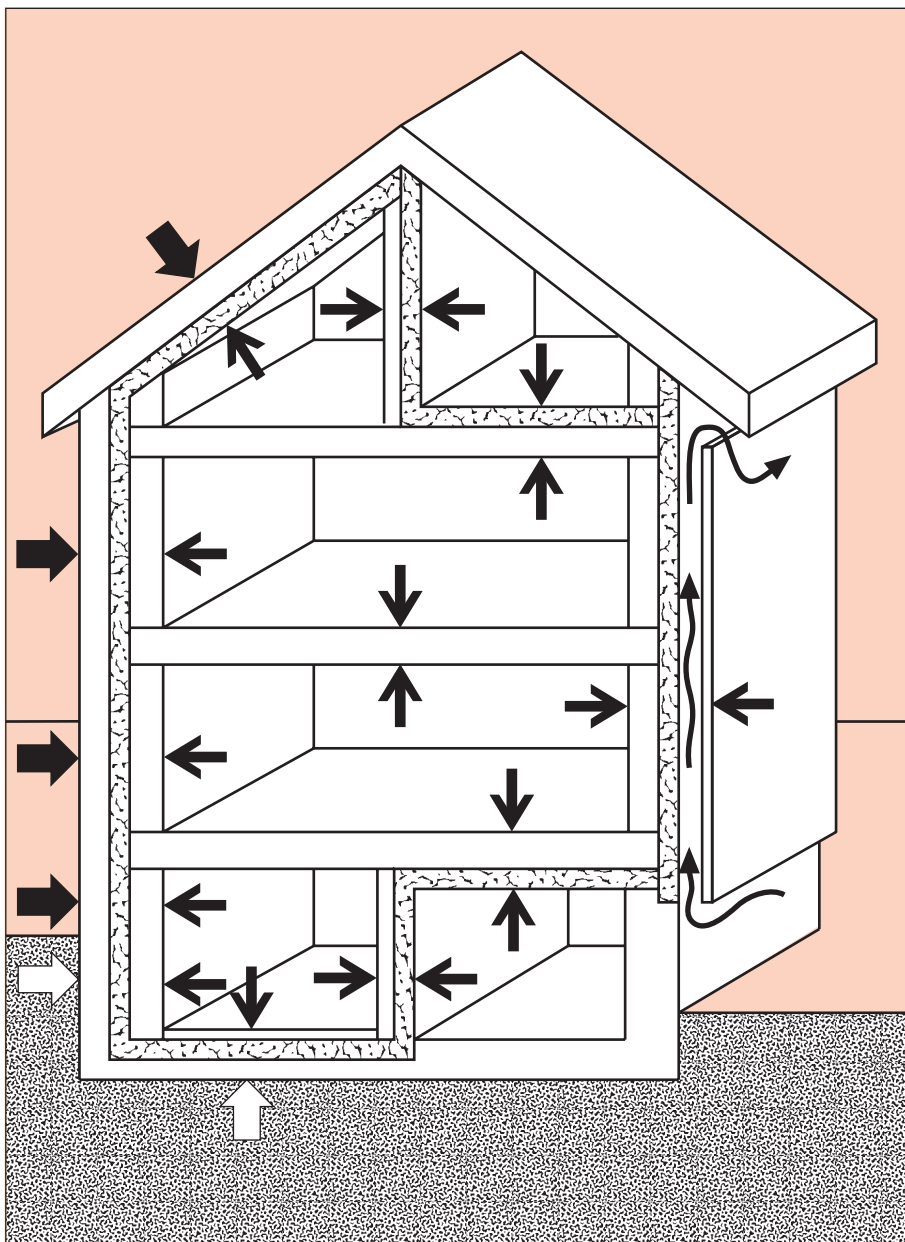
Der Wärmeübergangswiderstand  $R_s$  ist der Kehrwert des Wärmeübergangskoeffizienten  $h$ . Es gelten die folgenden Rechenwerte:

$$R_{si} = \frac{1}{h_i} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad h_i = 8 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

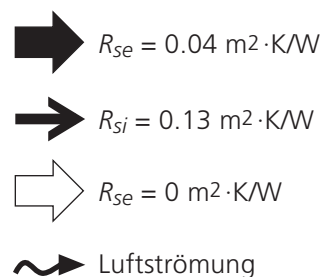
$$R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad h_e = 25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Für Bauteile im Erdreich gilt:

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$



**Bild 6**  
Wärmeübergangswiderstände  
 $R_s$  in  $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$



### 2.3.2 Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ von Baustoffen

Die Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  (Lambda) ist das Mass für den Widerstand, den ein Baustoff dem Abfließen der Wärme entgegensetzt. Es entspricht der Wärmestromdichte bei einem Temperaturgefälle von 1 Kelvin pro Meter unter stationären Verhältnissen in einem homogenen Stoff.

Es gilt folgender Merksatz:

Je kleiner der  $\lambda$ -Wert, umso besser ist der Wärmeschutz

## 12 Auszug aus der Vornorm SIA 279 «Wärmedämmstoffe»:

Die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit gelten für den normalen Bereich des Hochbaus unter den üblichen Raumbedingungen im schweizerischen Klima und sind für Energienachweise zu verwenden.

Als Rechenwert ist der produktespezifisch festgelegte und vom SIA bestätigte Nennwert  $\lambda_D$  zu verwenden. Typische Bereiche für überwachte Nennwerte der Wärmeleitfähigkeit sind in der Spalte «überwacht» von Tabelle 1 enthalten.

Wird ein überwachtes, jedoch noch nicht festgelegtes Produkt aus einer bestimmten Materialgruppe eingesetzt, ist der höchste Wert für diese Materialgruppe zu verwenden.

Für Produkte ohne Überwachungsnachweis gelten die materialspezifischen Rechenwerte gemäss Tabelle 1, Spalte «nicht überwacht».

Die meisten Hersteller geben den für ihr Produkt massgebenden  $\lambda$ -Wert auf der Verpackung an.

Werden anstelle von neutralen Materialbezeichnungen wie z. B. Glaswolle, Schaumglas, Polystyrol etc. bestimmte Produkte wie z. B. swisspor ROXON-Alu, Isover Luro 614, Flumroc Tria etc. verwendet, so können die  $\lambda$ -Werte dem Merkblatt SIA 2001 «Kennwerte der Wärmedämmstoffe – deklarierte Werte der Wärmeleitfähigkeit und weitere Angaben der Lieferanten und Hersteller» entnommen werden. Dieses Merkblatt wird periodisch erneuert und enthält nur Produkte, deren Wärmeleitfähigkeiten gemäss Anhang A der Vornorm SIA 279 deklariert wurden.

**Tabelle 1:** Rechenwerte für bauphysikalische Nachweise  
Auszug aus Dokumentation SIA D0170

Material	Nennroh- dichte $\rho_a$  kg/m <sup>3</sup>	Wärmeleitfähigkeit Nennwert $\lambda_D$ (siehe Kapitel 2)	
		überwacht <sup>1</sup> W/(m · K)	nicht überwacht W/(m · K)
<b>Glaswolle</b>			
Platten, Matten, Rollen	10–120	0.031–0.048	0.055
lose	30–100	<sup>2</sup>	0.060
<b>Steinwolle</b>			
Platten, Matten, Rollen	15–200	0.034–0.048	0.055
lose	30–100	<sup>2</sup>	0.060
<b>Schaumglas</b>			
Platten	100–150	0.040–0.055	0.064
lose	250–450	<sup>2</sup>	0.094
<b>Perlit, Vermiculit lose</b>	50–130	<sup>2</sup>	0.084
<b>Polystyrol, expandiert (EPS)</b>	30–15	0.032–0.042	0.048
<b>Polystyrol, extrudiert (XPS)</b>			
Zellinhalt wärmedämmrelevant	25–65	0.028–0.036	0.043
Zellinhalt Luft	25–65	0.034–0.038	0.046
<b>Polyurethan (PUR) und Polyisocyanurat (PIR)</b>			
Zellinhalt Pentan			
diffusionsdicht	28–55	0.022–0.027	0.032
diffusionsoffen	28–55	0.026–0.033	0.037
Zellinhalt CO <sub>2</sub>	35–60	0.032–0.038	0.045
<b>Kork:</b> Platten, Matten	90–160	0.040–0.047	0.056
<b>Holz wolle</b>			
Platten	30–150	0.067–0.089	0.107
Leichtbauplatten	250–450	<sup>2</sup>	0.095
Deckschichten von Mehrschichtplatten <sup>3</sup>			
5 mm	<sup>2</sup>	<sup>2</sup>	0.15
7,5 mm	<sup>2</sup>	<sup>2</sup>	0.125
10 mm	<sup>2</sup>	<sup>2</sup>	0.10
<b>Holzfaserdämmplatten</b>	120–300 300–600	0.044–0.065 <sup>2</sup>	0.080 0.110
<b>Zellulose</b>			
Platten	<sup>2</sup>	<sup>2</sup>	0.065
lose	30–80	<sup>2</sup>	0.060
<b>Dämmstoffe pflanzl. Ursprungs</b>			
Flachsfaserplatten	25–35	<sup>2</sup>	0.055
Schilfrohrplatten	150–200	<sup>2</sup>	0.072
Kokosfasermatten	50–100	<sup>2</sup>	0.066
Baumwolle	> 25	<sup>2</sup>	0.055
<b>Dämmstoffe tier. Ursprungs</b>		<sup>2</sup>	
Schafwolle	20–60		0.055

<sup>1</sup> Diese Werte sind Anhaltspunkte für am Markt vorhandene Produkte (siehe auch Merkblatt SIA 2001). Es sind auch tiefere und höhere Werte möglich. Massgebend ist der produktspezifische Nennwert (Überwachungsnachweis erforderlich).

<sup>2</sup> Wert zur Zeit noch nicht festgelegt bzw. zu wenig Daten verfügbar.

<sup>3</sup> Der Wärmedurchlasswiderstand von Mehrschicht-Holzwoledämmplatten ist als Summe der einzelnen Wärmedurchlasswiderstandswerte zu berechnen. Für die Deckschichten sind dabei die Werte aus der Spalte «nicht überwacht» einzusetzen.

Stoffgruppe oder Anwendung	Rohdichte $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Bemessungs- wärmeleit- fähigkeit $\lambda$ W/(m·K)
<b>Mauerwerk unverputzt</b>		
Modulbackstein Einstein	1100	0.44
Modulbackstein Verband	1100	0.37
Isolierbackstein	1200	0.47
Sichtbackstein	1400	0.52
Kaminstein	1800	0.80
Kalksandstein	1600	0.80
	1800	1.00
	2000	1.10
Zementstein	2000	1.10
Zementblockstein	1200	0.70
Porenbetonstein	300	0.10
	400	0.13
	500	0.16
	600	0.19
<b>Gestein</b>		
Kristalliner Naturstein	2800	3.5
Sediment-Naturstein	2600	2.3
Basalt	2700 - 3000	3.5
Granit	2500 - 2700	2.8
Marmor	2800	3.5
Schiefer	2000 - 2800	2.2
Sandstein (Quarzit)	2600	2.3
<b>Erdreich</b>		
Ton, Schlick oder Schlamm	1200 - 1800	1.5
Sand und Kies	1700 - 2200	2.0
<b>Beton <sup>1</sup></b>		
Mittlere Rohdichte	1800	1.15
	2000	1.35
	2200	1.65
Hohe Rohdichte	2400	2.00
Armirt (mit 1% Stahl)	2300	2.3
Armirt (mit 2% Stahl)	2400	2.5
<b>Putze, Mörtelschichten</b>		
Innenputz für normale Berechnungen	1400	0.70
Aussenputz für normale Berechnungen	1800	0.87
Wärmedämmputz aussen	300	0.08
	450	0.14
Kalkmörtel	1800	0.87
Kalkzementmörtel	1900	1.00
Zementmörtel	2200	1.40
Gipsdämmputz	600	0.18
Gipsputz	1000	0.40
	1300	0.57

**Tabelle 2**

Rohdichte  $\rho$  und Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  der wichtigsten allgemeinen Baustoffe

Auszug aus Dokumentation SIA D0170

Stoffgruppe oder Anwendung	Rohdichte $\rho$ kg/m <sup>3</sup>	Bemessungs- wärmeleit- fähigkeit $\lambda$ W/(m·K)
<b>Gips</b>		
Gips	600	0.18
	900	0.30
	1200	0.43
	1500	0.56
Gipskartonplatten <sup>2</sup>	900	0.25
<b>Holz <sup>3</sup></b>		
Nutzholz	500	0.13
	700	0.18
Holzfaserplatte	250	0.07
	400	0.10
	600	0.14
	800	0.18
Spanplatte	300	0.10
	600	0.14
	900	0.18
Zementgebundene Spanplatte	1200	0.23
<b>Verschiedene Stoffe</b>		
Metalle		
Aluminiumlegierungen	2800	160
Stahl	7800	50
Nichtrostender Stahl	7900	17
Glas (Natronglas, einschliesslich Floatglas)	2500	1.00
Quarzglas	2200	1.40
Wasser +10°C	1000	0.60
Wasser +40°C	990	0.63
Eis bei -10°C	920	2.30
Eis bei 0°C	900	2.20
Schnee, frisch gefallen (< 30 mm)	100	0.05
Polyvinylchlorid (PVC)	1390	0.17
<b>Platten</b>		
Keramik / Porzellan	2300	1.3
Kunststoff	1000	0.20
<b>Gummi</b>		
Naturkautschuk	910	0.13
Neopren (Polychloropren)	1240	0.23
Butylkautschuk	1200	0.24

<sup>1</sup> Die Rohdichte von Beton ist als Trockenrohddichte angegeben.

<sup>2</sup> Die Wärmeleitfähigkeit schliesst den Einfluss der Papierdeckschichten ein.

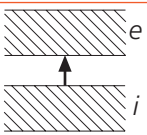
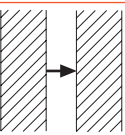
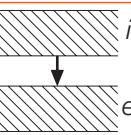
<sup>3</sup> Die Rohdichte von Nutzholz und Holzfaserplattenprodukten ist die Gleichgewichtsdichte bei 20°C und 65% relativer Luftfeuchte.



14 2.3.3 Wärmedurchlasswiderstand  $R_g$  von Luftschichten

Einen Sonderfall bei der Berechnung des  $U$ -Werts stellen **ruhende Luftschichten** dar. Eine Luftschicht gilt als ruhend, wenn der Luftraum von der Umgebung abgeschlossen ist.

In der Praxis werden die Dämmeigenschaften mit Hilfe des Wärmedurchlasswiderstands  $R_g$  in  $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$  angegeben (Tab. 3). In der Formel zur Berechnung des  $U$ -Werts kann dann anstelle von  $d/\lambda$  der Luftschicht direkt der entsprechende  $R_g$ -Wert eingesetzt werden (siehe auch Kap. 2.5).

Dicke der Luftschicht in mm	Richtung des Wärmestroms		
	aufwärts	horizontal	abwärts
			
5	0.11	0.11	0.11
10	0.15	0.15	0.15
25	0.16	0.18	0.19
50	0.16	0.18	0.21
100	0.16	0.18	0.22

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

**Tabelle 3**  
Wärmedurchlasswiderstand  $R_g$  in  $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$  von ruhenden Luftschichten in Decken, Wänden und Böden

Ergänzende Angaben zum Wärmedurchlasswiderstand  $R_g$  von Luftschichten finden sich in der Norm SN EN ISO 6946.

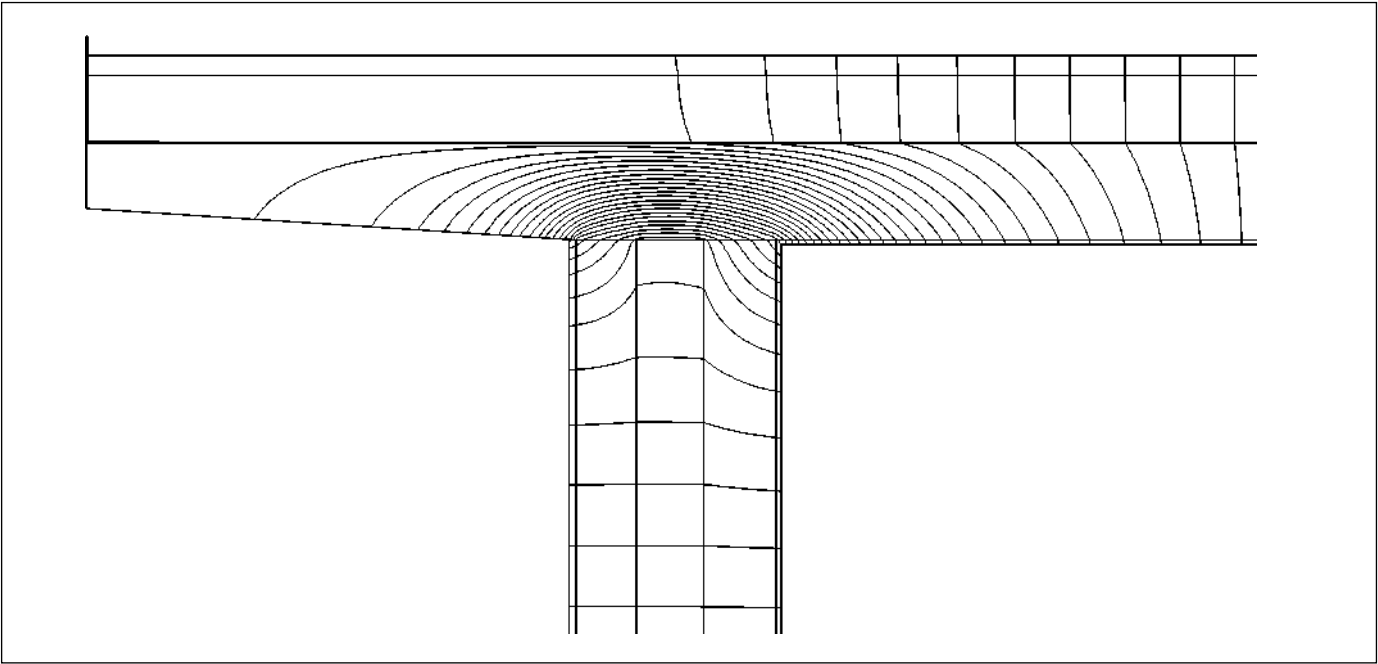
2.4 Wärmebrücken

Wärmebrücken (Bild 7) sind thermische Schwachstellen der Gebäudehülle, bei denen örtlich mehr Wärme als bei den benachbarten Bauteilen abfließt. Materialwechsel, Geometrieänderungen, Durchdringungen und Bauteilübergänge bewirken oft Wärmebrücken.

Sie führen zu erhöhten Wärmeverlusten und beinhalten bauphysikalische und hygienische Risiken. Wärmebrücken sollten durch konstruktive Massnahmen möglichst vermieden werden.

Die Berücksichtigung von Wärmebrücken wird in den Normen und in den kantonalen Wärmedämmvorschriften verbindlich verlangt. Die Materie der Wärmebrücken wird im «Wärmebrückenkatalog» in vereinfachter Weise dargestellt und behandelt. Neben den Zuschlägen für Wärmebrücken bei Bauteilübergängen (z.B. Flachdach – Aussenwand) sind dort auch  $U$ -Wertkorrekturen für regelmässig auftretende Störungen wie z.B. Aufhängungen bei der hinterlüfteten Fassade aufgeführt.

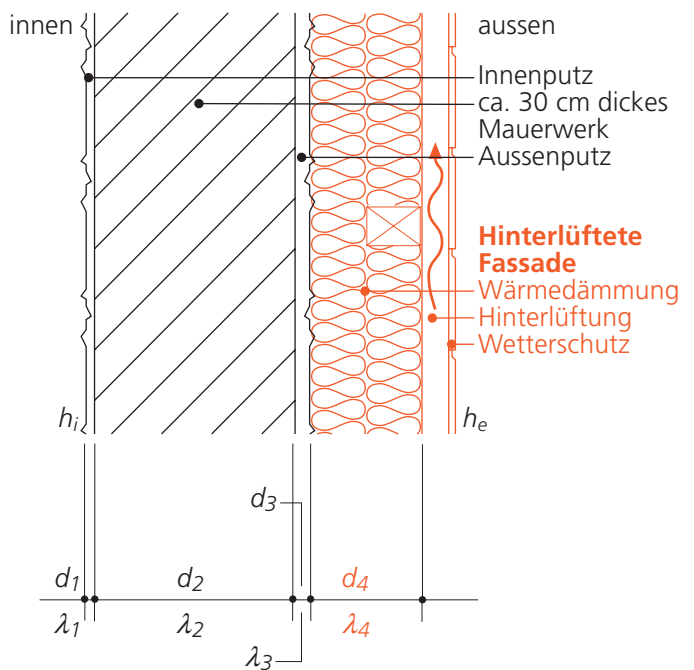
**Bild 7**  
Wärmestromlinienbild der Schnittstelle Zweischalen-Mauerwerk und Flachdach. Bei der Wärmebrücke sind die Abstände benachbarter Wärmestromlinien kleiner als beim ungestörten Bauteil, d.h. es fliesst dort lokal mehr Wärme aus dem Innern ab als bei den benachbarten Flächen





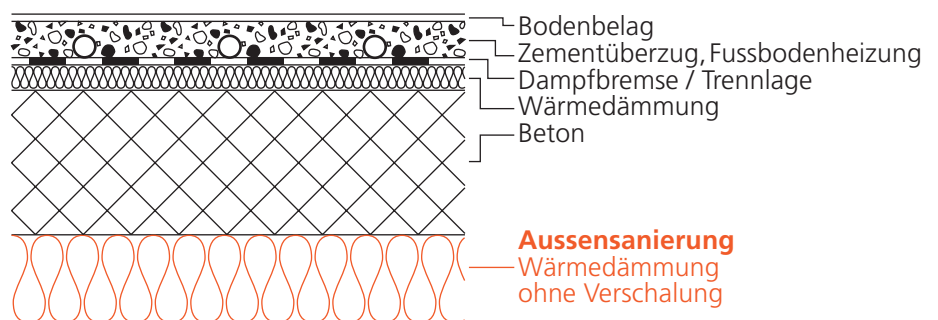
Bei Dampfsperren, hinterlüfteten Gebäudeteilen, Fussbodenheizungen und Umkehrdächern muss bei der Berechnung des  $U$ -Werts Folgendes beachtet werden:

- **Dampfsperren und -bremsen, Feuchtigkeitsisolationen etc.** werden in der Berechnung des  $U$ -Werts weggelassen, da deren Einfluss unbedeutend ist.
- **Bei hinterlüfteten Fassaden (Bild 8) und Dächern** kann zwischen Wärmedämmung und Wetterschutz der Wärmedurchlasswiderstand der Luftschicht und aller anderen Schichten zwischen Luftschicht und Aussenumgebung vernachlässigt werden. Der äussere Wärmeübergangswiderstand  $h_e$  wird gleich dem inneren Wärmeübergangswiderstand  $h_i$  des selben Bauteils gleichgesetzt.



**Bild 8**  
Hinterlüftete Fassade

- **Bei Fussbodenheizungen** werden bei der  $U$ -Wert-Berechnung die Schichten oberhalb der Wärmedämmung und der innere Wärmeübergangskoeffizient  $h_i$  nicht mit eingerechnet (Bild 9).



**Bild 9**  
Fussbodenheizung

- Die Wärmedämmschicht eines **Umkehrdachs** muss mit einem Zuschlag von 20% versehen werden, damit der errechnete  $U$ -Wert erreicht wird. Wird beispielsweise der  $U$ -Wert eines Umkehrdachs mit einer 8 cm dicken Dämmschicht mit  $0.26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  berechnet, so muss die effektive Wärmedämmschicht am Bau 20% mehr, also 9.6 cm bzw. 10 cm betragen, damit der  $U$ -Wert von  $0.26 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  eingehalten werden kann.

Weitere Hinweise zur Planung und Bemessung von Umkehrdächern sind in der Empfehlung SIA 271 «Flachdächer» enthalten.

## 16 2.6 Beispiele

Nachfolgend ist die  $U$ -Wert-Berechnung an **fünf** Beispielen dargestellt. Es ist sinnvoll, die Berechnung in einzelne Teilabschnitte aufzuteilen. Als Hilfsmittel dazu dient Tabelle A. Für die Berechnung eigener Beispiele oder als Nachweis für die Eingabe an die Baubehörde kann Tabelle A am Schluss dieser Publikation vervielfältigt werden.

**Aufgrund der komplexen Berechnung der inhomogenen Bauteile sind hier nur Berechnungsbeispiele von homogenen Bauteilen aufgeführt.**

### Beispiel 1

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)	Bezeichnung des Bauteils <u>Aussenwand</u>				$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
	Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$h$ $W/(m^2 \cdot K)$ $\lambda$ $W/(m \cdot K)$	$m^2 \cdot K/W$
	②	③	④	⑤	⑥
	—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	8	0.13
	1	Innenputz	0.015	0.7	0.02
	2	Backstein	0.15	0.44	0.34
	3	Hohlraum	0.04	—	0.18
	4	Backstein	0.12	0.44	0.27
	5	alter Aussenputz	0.02	0.87	0.02
	6	Sagex EPS 15	0.14	0.040	3.50
	7	neuer Aussenputz	0.02	0.87	0.02
	—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—	25	0.04
<b>Tab. A</b>					$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{total}} = 0.22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
					$R_{total} = 4.52$

- ① Skizze des Bauteils
- ② Nummerierung der Schichten
- ③ Bezeichnung der Baustoffe von innen nach aussen
- ④  $d$  = Schichtdicke des Bauteils in m
- ⑤  $h$  = Wärmeübergangskoeffizient in  $W/(m^2 \cdot K)$  (Kap. 2.3.1)  
 $\lambda$  = Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs in  $W/(m \cdot K)$  (Kap. 2.3.2)
- ⑥ Berechnung von  $\frac{1}{h} = \frac{1}{h}$  bzw.  $\frac{d}{\lambda} = \frac{d}{\lambda}$  in  $m^2 \cdot K/W$ , so genannter  $R$ -Wert (Wärmedurchlasswiderstand)
- ⑦ Summe  $R_{total}$  der  $R$ -Werte aus Spalte ⑥
- ⑧ Berechnung des  $U$ -Werts:  $U = \frac{1}{R_{total}} = \frac{1}{R_{total}}$  in  $W/(m^2 \cdot K)$

**$U$ -Werte mit mehr als zwei Kommastellen sind nicht sinnvoll!**

## Beispiel 2

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <b>Estrichboden</b>			$R$ $\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	<b>B</b>	<b>0.13</b>	
1	Deckenputz	0.015	0.70	0.02	
2	Beton	0.20	2.3	0.09	
3	bestehende Wärmedämm. <sup>1</sup>	0.03	0.040	0.75	
4	Zementüberzug	0.05	1.4	0.04	
5	Pavatherm <sup>2</sup>	0.15	0.043	3.49	
6	Spanplatte	0.02	0.14	0.14	
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ ) <sup>3</sup>	—	<b>B</b>	<b>0.13</b>	

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = 0.21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{total}} = 4.79$$

- <sup>1</sup> Da eine genaue Bestimmung des Wärmedämmmaterials schwierig ist, wird ein  $\lambda$ -Wert von 0.040 W/(m · K) eingesetzt.
- <sup>2</sup> Der  $\lambda$ -Wert wurde dem Merkblatt SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» (Ausgabe 2001) entnommen. Er kann auch den geprüften Hersteller-Angaben entnommen werden.
- <sup>3</sup> Gegen unbeheizt ist  $R_{se} = \frac{1}{h_e} = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (Kap. 2.3.1).

## Beispiel 3

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <b>Decke mit Fussbodenheizung</b>			$R$ $\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ ) <sup>1</sup>	—	—	—	
1	Bodenplatten <sup>1</sup>	—	—	—	
2	Unterlagsboden <sup>1</sup>	—	—	—	
3	PE-Folie	—	—	—	
4	bestehende Wärmedämm.	0.04	0.040	1.00	
5	Beton	0.20	1.8	0.09	
6	Steinwolle <sup>2</sup>	0.12	0.048	2.50	
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—	—	<b>0.13</b>	

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = 0.27 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{total}} = 3.72$$

- <sup>1</sup> Bei Fussbodenheizungen dürfen Schichten oberhalb der Wärmedämmung in der U-Wert-Berechnung nicht berücksichtigt werden. Der Wärmeübergang innen, die Bodenplatten sowie der Unterlagsboden sind deshalb zu vernachlässigen (Kap. 2.5).
- <sup>2</sup> Wird ein überwacht, jedoch noch nicht festgelegtes Dämmmaterial eingesetzt, ist der höchste  $\lambda$ -Wert dieser Materialgruppe einzusetzen. Bei einer genauen Produkteangabe wie z.B. Flumroc ECCO mit einem  $\lambda$ -Wert von 0.036 W/(m · K) anstelle «Steinwolle» würde sich ein U-Wert von 0.22 W/(m<sup>2</sup> · K) ergeben.  
Hinweis: Der Einfluss einer Holzlattung kann mit einem Zuschlag, welcher dem Wärmebrücken-katalog entnommen wird, ermittelt werden. Es kann auch der ganze U-Wert einer inhomogenen Sanierung dem Anhang II entnommen werden.

## 18 Beispiel 4

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <u>Kellerwand</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{\lambda}{W}$ $\frac{m^2 \cdot K}{W}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	<b>B</b>		<b>0.13</b>
1	Täfer	0.015	0.14		0.11
2	Hohlraum (Lattg./Leitg.) <sup>1</sup>	0.02	—		0.17
3	Dampfbremse <sup>2</sup>	—	—		—
4	Styrodur 2800C	0.12	0.035		3.43
5	Beton	0.25	2.3		0.11
6	Feuchtesperre <sup>2</sup>	—	—		—
7	bestehende Wärmedämm.	0.03	0.040		0.75
8	Erdreich	—	—		—
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ ) <sup>3</sup>	—	$\infty$		0

**Tab. A**

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = 0.21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{total}} = 4.70$$

- <sup>1</sup> Für abgeschlossene Luftschichten ist der entsprechende Wärmedurchlasswiderstand  $R_g$  einzusetzen (Kap. 2.3.3).
- <sup>2</sup> Dampfbremse und Feuchtesperre werden nicht berücksichtigt (Kap.2.5).
- <sup>3</sup> Gegen Erdreich ist  $h_e = \infty$  (unendlich) und somit  $\frac{1}{h_e} = R_{se} = 0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  (Kap. 2.3.1).

## Beispiel 5

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <u>Flachdach</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	d m	$\frac{h}{\lambda}$ $\frac{W}{(m^2 \cdot K)}$	$\frac{\lambda}{W}$ $\frac{m^2 \cdot K}{W}$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	<b>B</b>		<b>0.13</b>
1	Beton	0.20	2.3		0.09
2	Dampfsperre	—	—		—
3	bestehende Wärmedämm.	0.04	0.04		1.00
4	intakte Abdichtung	—	—		—
5	Roofmate SL-A (16 cm) <sup>1</sup>	0.133	0.037		3.59
6	Filtermatte	—	—		—
7	Schutzschicht (Sand, Kies) <sup>2</sup>	0.10	2.0		0.05
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—	25		0.04

**Tab. A**

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = 0.20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{total}} = 4.90$$

- <sup>1</sup> Vorgesehen ist eine 16 cm dicke Wärmedämmung. Beim Umkehrdach ist gemäss Empfehlung SIA 271 eine Zuschlag von 20% für die Wärmedämmdicke einzuberechnen. Deshalb werden nur 13.3 cm (16 cm / 1.2) in der U-Wert-Berechnung berücksichtigt. Eventuell muss eine neue Dachabdichtung eingebaut werden anstelle der bestehenden. Dies hat aber keinen Einfluss auf den U-Wert.
- <sup>2</sup> Der  $\lambda$ -Wert wurde der Tabelle 2 (Kap. 2.3.2) entnommen.

Die Übung zeigt das Vorgehen bei der Kontrolle einer  $U$ -Wert-Berechnung.

Einer Baueingabe liegt untenstehende  $U$ -Wert-Berechnung bei. Es handelt sich um die Sanierung eines Fussbodens gegen unbeheiztes Untergeschoss. In die Berechnung haben sich vier Fehler eingeschlichen. Versuchen Sie, diese herauszufinden!

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <u>Boden gegen Keller</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$\frac{h}{\lambda}$ $W/(m^2 \cdot K)$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	$R$
			$\frac{\lambda}{h}$ $W/(m \cdot K)$		
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	6	0.167	
1	Keramikplatten	0.02	1.3	0.02	
2	Zementüberzug	0.06	1.4	0.43	
3	Trennlage	—	—	—	
4	bestehende Wärmedämm.	0.03	0.030	1.00	
5	Beton	0.20	2.3	0.09	
6	Isover Decotherm	0.12	0.040	3.00	
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—	20	0.05	

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = 0.21 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{\text{total}} = 4.76$$

Ermitteln Sie den **richtigen**  $U$ -Wert des obigen Beispiels, indem Sie in der untenstehenden Tabelle die Berechnung selbst vornehmen. Die Lösung finden Sie auf der folgenden Seite.

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)		Bezeichnung des Bauteils <u>Boden gegen Keller</u>			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$\frac{h}{\lambda}$ $W/(m^2 \cdot K)$	$\frac{1}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$ $m^2 \cdot K/W$	$R$
			$\frac{\lambda}{h}$ $W/(m \cdot K)$		
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—			
1	Keramikplatten	0.02			
2	Zementüberzug	0.06			
3	Trennlage	—			
4	bestehende Wärmedämm.	0.03			
5	Beton	0.20			
6	Isover Decotherm	0.12			
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—			

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{\text{total}}} = \text{ } W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_{\text{total}} = \text{ }$$

## 20 Lösung der Übung von Seite 19

Richtige Berechnung des  $U$ -Werts:

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)

Bezeichnung des Bauteils <u>Boden gegen Keller</u>		$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$			
Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$ m	$h$ $W/(m^2 \cdot K)$	$\lambda$ $W/(m \cdot K)$	$m^2 \cdot K/W$
			$\lambda$ $W/(m \cdot K)$		
—	Wärmeübergang innen ( $h_i$ )	—	8 <sup>1</sup>	—	0.13
1	Keramikplatten	0.02	1.3	—	0.02
2	Zementüberzug	0.06	1.4	—	0.04 <sup>2</sup>
3	Trennlage	—	—	—	—
4	bestehende Wärmedämm.	0.03	0.040 <sup>3</sup>	—	0.63
5	Beton	0.20	2.3	—	0.09
6	Isover Decotherm	0.12	0.034 <sup>4</sup>	—	3.53
—	Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )	—	8 <sup>1</sup>	—	0.13

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{total}} = 0.22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$R_{total} = 4.57$$

- <sup>1</sup> Die Wärmeübergangskoeffizienten  $h_i$  und  $h_e$  sind falsch. Der Wert für den Wärmeübergang innen  $h_i$  wird oftmals fälschlicherweise noch mit  $6 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  eingesetzt.

Der Wärmeübergangswiderstand  $R_{se}$  ist gleich gross wie  $R_{si}$ , da gegen unbeheizt (Kap. 2.3.1).

Hinweis: Bei Bauteilen gegen Aussenklima ist  $h_e = 25 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  und nicht  $20 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ .

- <sup>2</sup> Rechenfehler beim Zementüberzug:  $\frac{d}{\lambda} = \frac{0.06}{1.4} = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$
- <sup>3</sup> Falscher  $\lambda$ -Wert. Da eine genaue Bestimmung des bestehenden Wärmedämmmaterials schwierig ist, wird ein  $\lambda$ -Wert von  $0.040 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$  eingesetzt.
- <sup>4</sup> Falscher  $\lambda$ -Wert. Eine Produktespezifikation ist vorhanden, aber der  $\lambda$ -Wert entspricht nicht diesem Produkt. Der  $\lambda$ -Wert beträgt gemäss deklarierten Hersteller-Angaben  $0.034 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$  (Kap. 2.3.2).

## 3 U-Wert-Bestimmung mit Bauteilekatalog

**Der Bauteilekatalog ist ein Nachschlagewerk über *U*-Werte der am häufigsten vorkommenden bestehenden Bauteile und den möglichen Sanierungsmassnahmen. Er gibt dem Anwender die Möglichkeit, ohne Rechenaufwand einen *U*-Wert zu bestimmen oder zu kontrollieren. Als Hilfsmittel dazu dient Tabelle C. Sie kann von der heraustrennbaren Seite am Schluss dieser Publikation vervielfältigt und als Nachweis für die Eingabe an die Baubehörde verwendet werden.**

Auf eine Tabelle B wird verzichtet, da sie für Neubauteile in der Publikation «*U*-Wert-Berechnung und Bauteilekatalog Neubauten» verwendet wird.

Weniger gebräuchliche Konstruktionen, die in diesem Katalog nicht enthalten sind, können gemäss Kap. 2 berechnet werden. Bestehen überprüfte Herstellerangaben, so können auch diese verwendet werden.

---

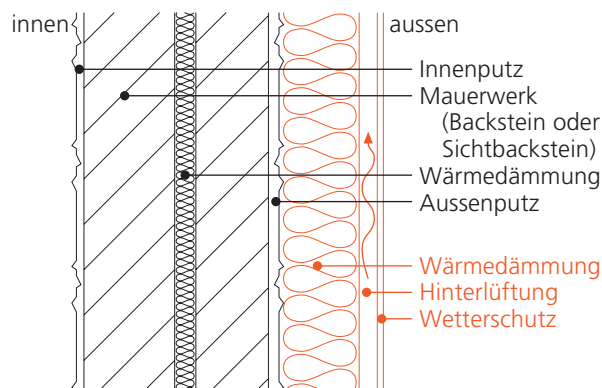
Die Publikation erlaubt eine schnelle Bestimmung der *U*-Werte bei Sanierungen. Bei der Wahl der Sanierungsmassnahmen sind jedoch zusätzliche bauphysikalische Abklärungen unerlässlich.

---

## 22 3.1 Beispiel

Ein Zweischalenmauerwerk aus Backstein wird mit einer hinterlüfteten Fassade mit Aluminium-Unterkonstruktion (Vollmetallsystem) saniert.

- Als Wärmedämmmaterial werden 12 cm Steinwolleplatten «Flumroc Dämmplatte 3» eingesetzt.
- Die Konsolen werden mit thermischer Trennung montiert
- Der Wärmebrückenzuschlag beträgt bei 2 Konsolen/m<sup>2</sup>:  $\Delta U = 0.04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
Dieser Zuschlag wird dem Wärmebrückenkatalog entnommen.



① Nummer des Bauteils	Angaben zum bestehenden und neuen Wärmedämmstoff				U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	② $d_{\text{bestehend}}$ m	③ Neuer Wärmedämmstoff: Material und Produkt	④ $d_{\text{neu}}$ m	⑤ $\lambda_{\text{neu}}$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	⑥ $U_{\text{bestehend}}$	⑦ $U_{\text{saniert}}$
Ws 15	0.03	Flumroc-Dämmplatte 3	0.12	0.034	0.7	0.25

Tab. C

- ① Nummer des homogenen, zu sanierenden Bauteils gemäss Bauteilekatalog aus Kap. 4.1.2
- ② Dicke  $d$  der **bestehenden** Wärmedämmung
- ③ Spezifische Produktebezeichnung (oder Materialbezeichnung gemäss Tab. 1, Kap. 2.3.2)
- ④ Dicke  $d$  des **neuen** Wärmedämmstoffs
- ⑤ Wärmeleitfähigkeit  $\lambda$  gemäss Tab. 1, Kap. 2.3.2 **oder** spezifischer Produktebezeichnung. Bei spezifischen Produktebezeichnungen können die  $\lambda$ -Werte dem Merkblatt SIA 2001 «Wärmedämmstoffe» entnommen werden.
- ⑥ U-Wert des **bestehenden** Bauteils aus Kap. 4.1.2 (Bauteil Ws 15)
- ⑦ U-Wert des **sanierten** Bauteils aus Anhang I «U-Werte der homogen sanierten Bauteile». Dieser U-Wert beträgt  $0.21 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Hinzu kommt aus dem Wärmebrückenkatalog der Wärmebrückenzuschlag von  $0.04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Der U-Wert des sanierten Bauteils beträgt somit  $0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .  
Dieses Verfahren erfolgt jeweils bei hinterlüfteten Fassaden mit Vollmetallsystemen. Der spezifische Wärmebrückenzuschlag muss dem Wärmebrückenkatalog entnommen werden.

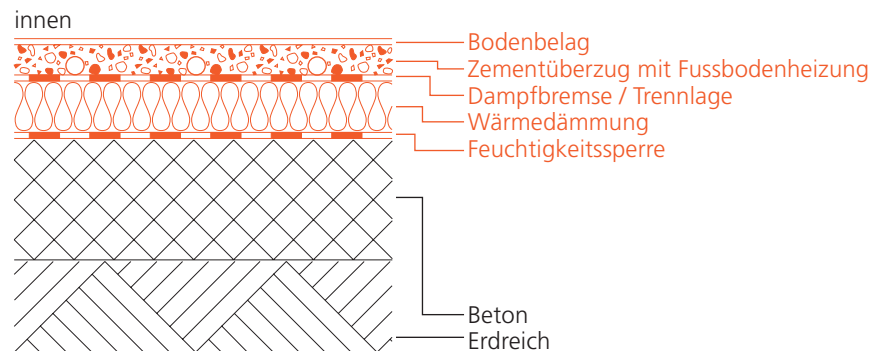
Bei hinterlüfteten Fassaden mit Kreuzlattung zwischen der Wärmedämmung kann der U-Wert des sanierten Bauteils direkt aus Anhang II «U-Werte der inhomogen sanierten Bauteile» entnommen werden.



Anhand von zwei Beispielen kann die Anwendung des Bauteilekatalogs geübt werden. Die Lösungen sind auf der nächsten Seite dargestellt.

### Übung 1

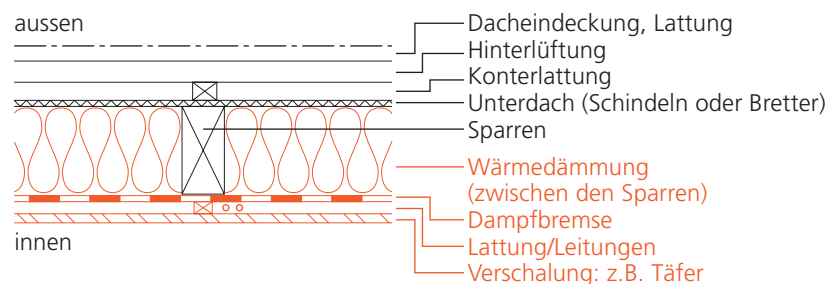
Ein Kellerraum wird ausgebaut und eine Fussbodenheizung installiert. Aufgrund der knappen Raumhöhe wird ein Wärmedämmmaterial mit einer möglichst kleinen Wärmeleitfähigkeit gewählt (8 cm go PF-Superdämmplatte).



Nummer des Bauteils	Angaben zum bestehenden und neuen Wärmedämmstoff				U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{\text{bestehend}}$ m	Neuer Wärmedämmstoff: Material und Produkt	$d_{\text{neu}}$ m	$\lambda_{\text{neu}}$ $W/(m \cdot K)$	$U_{\text{bestehend}}$	$U_{\text{saniert}}$

### Übung 2

Ein Estrichraum wird ausgebaut. Das Dach wird neu gedeckt und gedämmt. Die Sparrenhöhe beträgt 20 cm. Es wird Isofloc verwendet.



Nummer des Bauteils	Angaben zum bestehenden und neuen Wärmedämmstoff				U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$	
	$d_{\text{bestehend}}$ m	Neuer Wärmedämmstoff: Material und Produkt	$d_{\text{neu}}$ m	$\lambda_{\text{neu}}$ $W/(m \cdot K)$	$U_{\text{bestehend}}$	$U_{\text{saniert}}$

Lösung zu  
Übung 1

Nummer des Bauteils	Angaben zum bestehenden und neuen Wärmedämmstoff				U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	$d_{\text{bestehend}}$ m	Neuer Wärmedämmstoff: Material und Produkt	$d_{\text{neu}}$ m	$\lambda_{\text{neu}}$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$U_{\text{bestehend}}$	$U_{\text{saniert}}$
<i>Bs15</i>	—	<i>go PF-Superdämmplatte</i>	<i>0.08</i>	<i>0.022</i>	<i>4.5</i>	<i>0.25</i>

- Hier handelt es sich beim bestehenden Bauteil um einen homogenen Bauteil (Kap. 2.1). Somit ist der  $U$ -Wert im Kapitel 4.1.1 zu finden.
- Die vorgesehene Sanierung ist ebenfalls homogen, so dass der  $U$ -Wert des sanierten Bauteils aus den Tabellen aus Anhang I entnommen werden kann. Es gibt nur  $U$ -Werte  $0.23$  und  $0.28 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  zu den  $\lambda$ -Werten  $0.020$  und  $0.025 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ . Der  $U$ -Wert kann interpoliert werden:  $U = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

Lösung zu  
Übung 2

Nummer des Bauteils	Angaben zum bestehenden und neuen Wärmedämmstoff				U-Wert in $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	
	$d_{\text{bestehend}}$ m	Neuer Wärmedämmstoff: Material und Produkt	$d_{\text{neu}}$ m	$\lambda_{\text{neu}}$ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	$U_{\text{bestehend}}$	$U_{\text{saniert}}$
<i>Dsi2</i>	—	<i>Isofloc</i>	<i>0.20</i>	<i>0.044</i>	<i>4.0</i>	<i>0.24</i>

- Hier handelt es sich beim bestehenden Bauteil um einen inhomogenen Bauteil (Kap. 2.2). Somit ist der  $U$ -Wert im Kap. 4.2.3 zu finden.
- Die vorgesehene Sanierung ist ebenfalls inhomogen, so dass der  $U$ -Wert des sanierten Bauteils aus den Tabellen aus Anhang II entnommen werden kann.  $U = 0.24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .

## 4 Bauteilekatalog

Die *U*-Wert-Angaben von bestehenden Bauteilen sind für die am häufigsten vorkommenden Wärmedämmdicken aufgeführt. Bei Abweichungen von diesen Dämmdicken ist eine *U*-Wert-Berechnung für den bestehenden Bauteil gemäss Kapitel 2 durchzuführen. Ist der genaue Aufbau nicht bekannt, so ist die geringste Wärmedämmdicke einzusetzen. Die *U*-Werte der sanierten Bauteile finden sich in Anhang I und II. In den Tabellen sind nur diejenigen *U*-Werte aufgeführt, welche die Anforderungen der Norm SIA 180 «Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau» erfüllen.

Gegenüber der ersten Ausgabe des Bauteilekatalogs «Sanierungen» werden einige Bauteile ergänzt, welche bisher nicht aufgeführt sind. Gleichzeitig werden einige Bauteile entfernt, bei denen sich gezeigt hat, dass sie in der Praxis selten vorkommen. Die Nummerierung der Bauteile wird nicht verändert. Somit ergeben sich einzelne Lücken in der Nummerierung der Bauteile. Die neu aufgeführten Bauteile werden in den einzelnen Kapiteln hinten angestellt. Dadurch gibt es keine Widersprüche gegenüber der ersten Ausgabe des Bauteilekatalogs «Sanierungen».

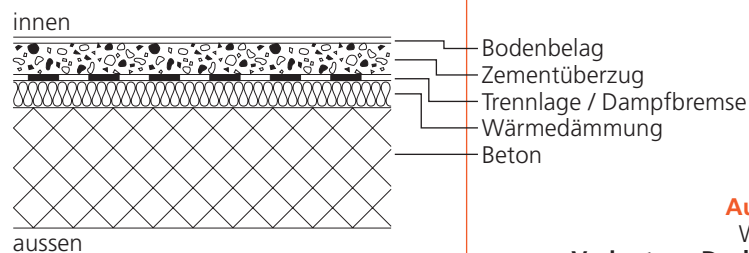
<b>4.1 Sanierung homogener Bauteile .....</b>	<b>26</b>
4.1.1 Böden .....	26
– gegen Aussenluft .....	26
– gegen unbeheizte Räume .....	26
– gegen Erdreich .....	28
– mit Fussbodenheizung .....	29
– Ergänzungen gegenüber der Ausgabe 1993 .....	30
4.1.2 Wände .....	31
– gegen Aussenluft, ohne bestehende Wärmedämmung .....	31
– gegen Aussenluft, mit bestehender Wärmedämmung .....	32
– gegen Aussenluft, mit Hohlraum .....	34
– gegen Aussenluft, mit bestehender Kerndämmung .....	35
– gegen Aussenluft, mit bestehender Innendämmung .....	37
– gegen unbeheizte Räume .....	39
– gegen Erdreich .....	42
– mit Spezialmauerwerk .....	43
4.1.3 Dächer und Decken .....	46
– Dächer gegen Aussenluft .....	46
– Decken gegen unbeheizte Räume .....	48
<b>4.2 Sanierung inhomogener Bauteile .....</b>	<b>52</b>
4.2.1 Böden .....	52
– gegen Aussenluft .....	52
– gegen unbeheizte Räume .....	54
4.2.2 Wände .....	57
– gegen Aussenluft .....	57
– gegen unbeheizte Räume .....	58
4.2.3 Dächer und Decken .....	59
– Dächer gegen Aussenluft .....	59
– Decken gegen unbeheizte Räume .....	60

## 26 4.1 Sanierung homogener Bauteile

### 4.1.1 Böden

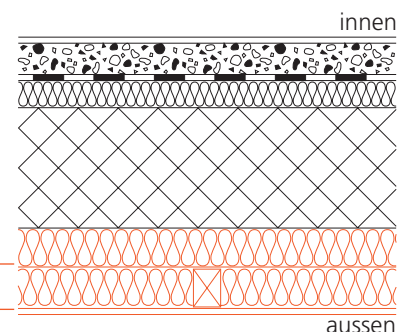
gegen Aussenluft

**Bestehender Bauteil**



**Bs 1**

**Sanierter Bauteil**

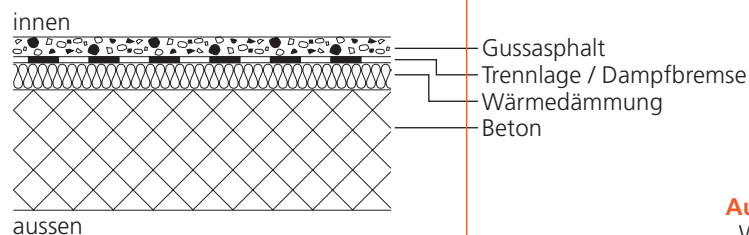


**Aussensanierung**  
Wärmedämmung  
**Variante a: Deckenverkleidung**  
Variante b: Aussenputz

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

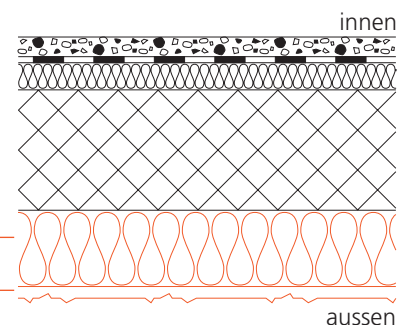
Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

**Bestehender Bauteil**



**Bs 2**

**Sanierter Bauteil**



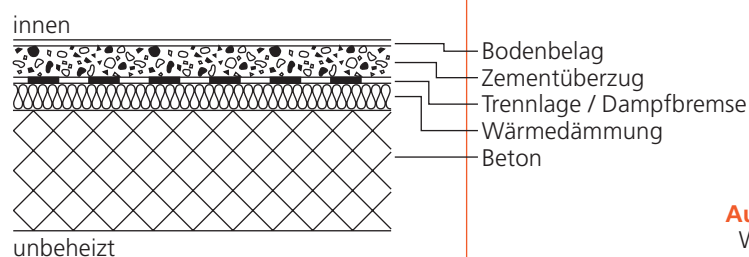
**Aussensanierung**  
Wärmedämmung  
**Variante a: Deckenverkleidung**  
**Variante b: Aussenputz**

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

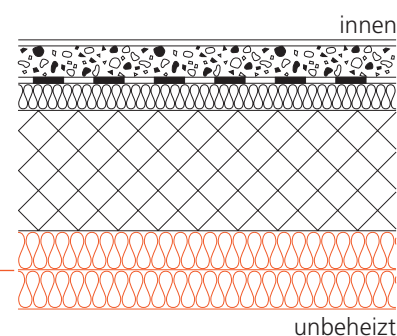
gegen unbeheizte Räume

**Bestehender Bauteil**



**Bs 3**

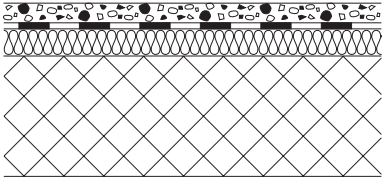
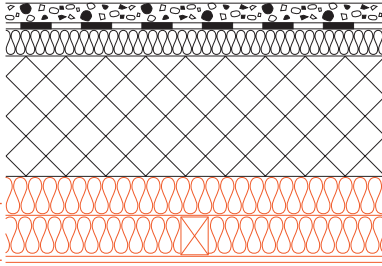
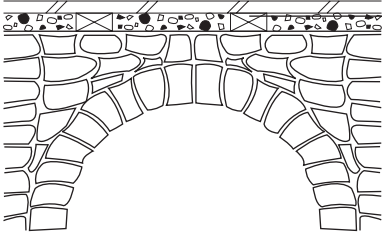
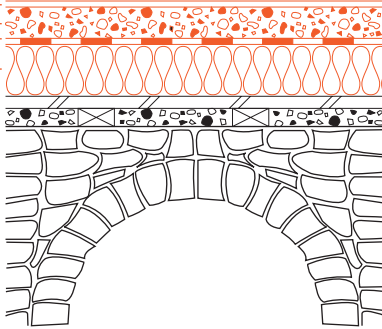
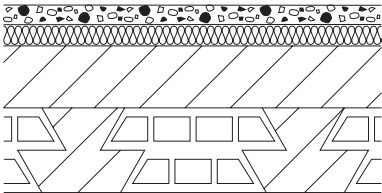
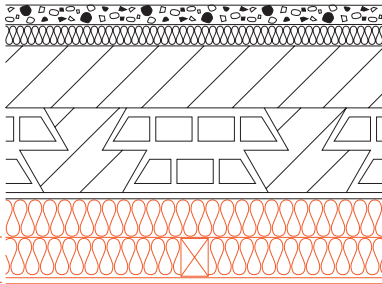
**Sanierter Bauteil**



**Aussensanierung**  
Wärmedämmung  
**Variante a: mit Deckenverkleidung**  
**Variante b: ohne Deckenverkleidung**

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $2.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

Bestehender Bauteil	Bs4	Sanierter Bauteil
<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  2 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p><b>Aussensanierung</b>  Wärmedämmung  <b>Variante a: mit Deckenverkleidung</b>  Variante b: ohne Deckenverkleidung</p>	<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.  (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>
Bestehender Bauteil	Bs5	Sanierter Bauteil
<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p><b>Innensanierung</b>  Bodenbelag  Zementüberzug  Dampfbremse  Wärmedämmung</p>	<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>Diese Sanierungsvariante ist homogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>
Bestehender Bauteil	Bs6	Sanierter Bauteil
<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  2 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p><b>Aussensanierung</b>  Wärmedämmung  <b>Variante a: mit Deckenverkleidung</b>  Variante b: ohne Deckenverkleidung</p>	<p>innen</p>  <p>unbeheizt</p> <p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.  (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

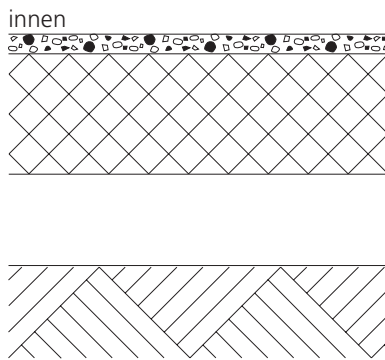
Bestehender Bauteil	Bs 7	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>Zementüberzug Beton Geröllschicht / Magerbeton Erdreich</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Bodenbelag Zementüberzug Dampfbremse / Trennlage Wärmedämmung Feuchtigkeitssperre</p>	<p>innen</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Druckfeste Wärmedämmung bei grossen Dämmstärken.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Bs 8	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>Steingutplatten Sand Erdreich</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Bodenbelag Zementüberzug Dampfbremse / Trennlage Wärmedämmung Feuchtigkeitssperre</p>	<p>innen</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Bs 9	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>Steingutplatten Sand Erdreich</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Bodenbelag Zementüberzug Dampfbremse / Trennlage Wärmedämmung Feuchtigkeitssperre Beton</p>	<p>innen</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

**Bestehender Bauteil**

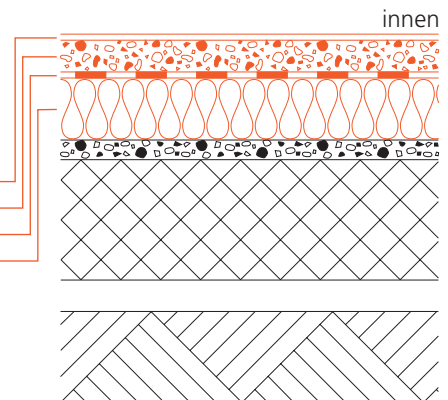
0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $2.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

**Bs 10**

Zementüberzug  
Betondecke  
belüfteter Hohlraum  
Erdrreich

**Innensanierung**

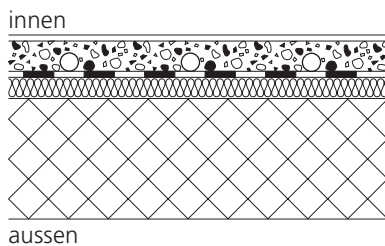
Bodenbelag  
Zementüberzug  
Dampfbremse/Trennlage  
Wärmedämmung

**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

mit Fussbodenheizung

**Bestehender Bauteil**

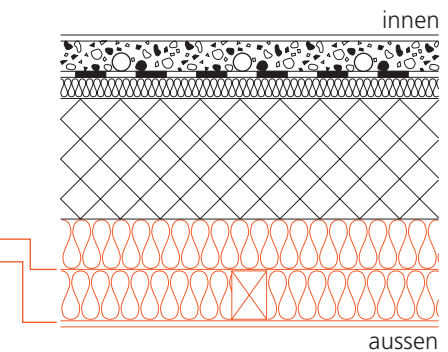
2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

**Bs 11**

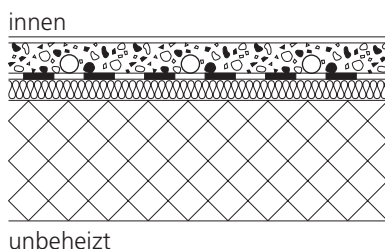
Bodenbelag  
Zementüberzug mit Fussbodenheizung  
Dampfbremse / Trennlage  
Wärmedämmung  
Beton

**Aussensanierung**

Wärmedämmung  
Deckenverkleidung

**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

**Bestehender Bauteil**

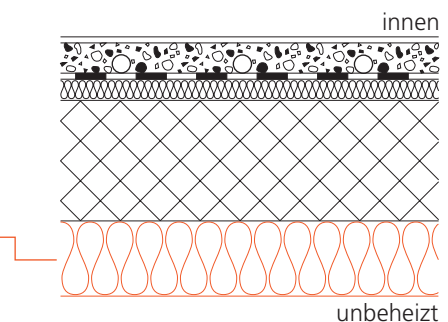
2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

**Bs 12**

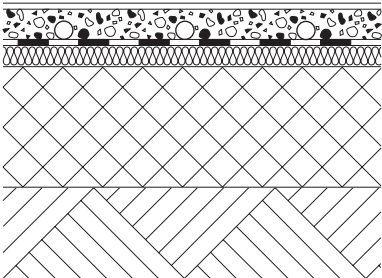
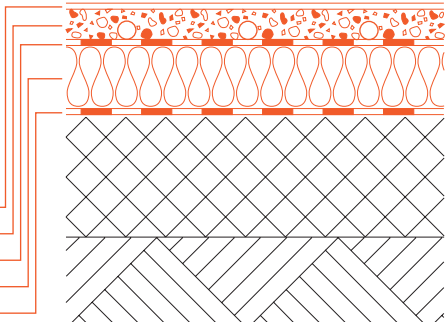
Bodenbelag  
Zementüberzug mit Fussbodenheizung  
Dampfbremse / Trennlage  
Wärmedämmung  
Beton

**Aussensanierung**

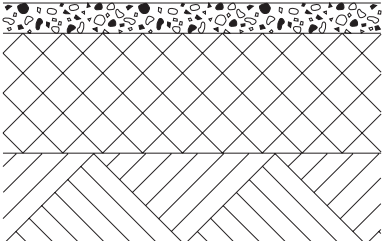
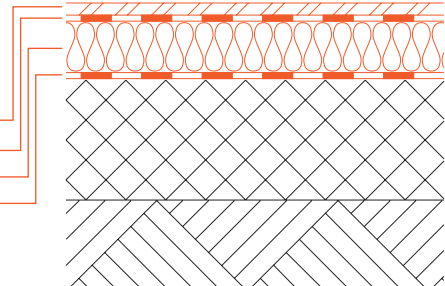
Wärmedämmung  
Ohne Verschalung  
(Auch mit Verbundplatten möglich)

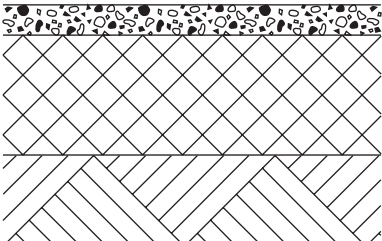
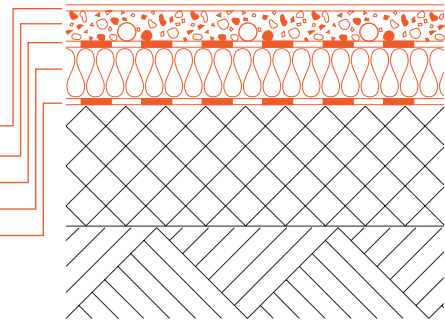
**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

Bestehender Bauteil	Bs 13	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> 	<p>Bodenbelag Zementüberzug mit Fussbodenheizung Dampfbremse / Trennlage Wärmedämmung, Feuchtigkeitsperre Beton Erdreich</p> <p><b>Innensanierung</b> Bodenbelag Zementüberzug mit Fussbodenheizung Neue Dampfbremse / Trennlage Neue Wärmedämmung Neue Feuchtigkeitsperre</p>	<p>innen</p> 
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 2 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Ergänzungen gegenüber der Ausgabe 1993

Bestehender Bauteil	Bs 14	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> 	<p><b>Innensanierung</b> Spanplattenboden Dampfbremse/Trennlage Wärmedämmung Feuchtigkeitsperre</p>	<p>innen</p> 
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Der Zementüberzug, falls überhaupt bestehend, wird entfernt. Damit kann Raumhöhe gewonnen werden.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

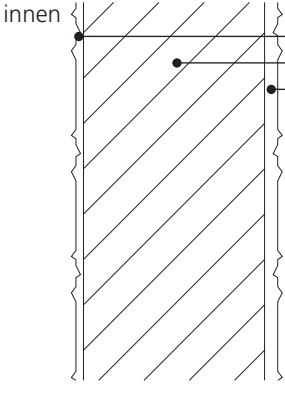
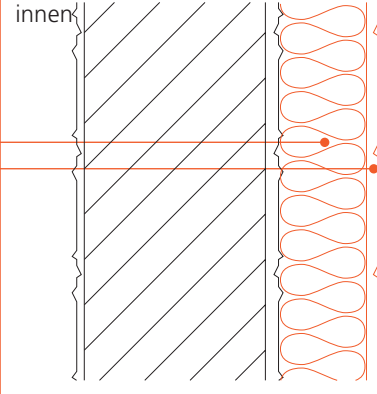
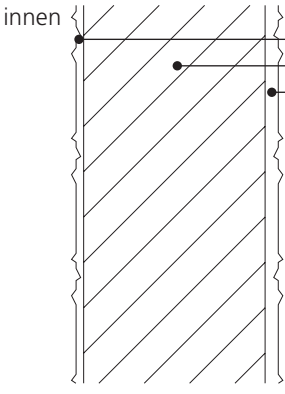
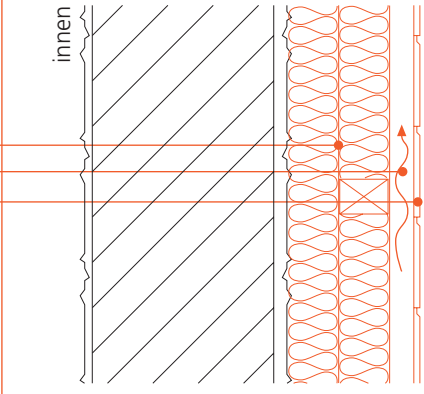
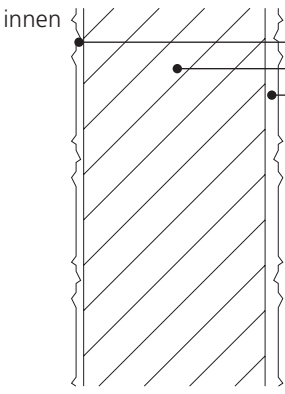
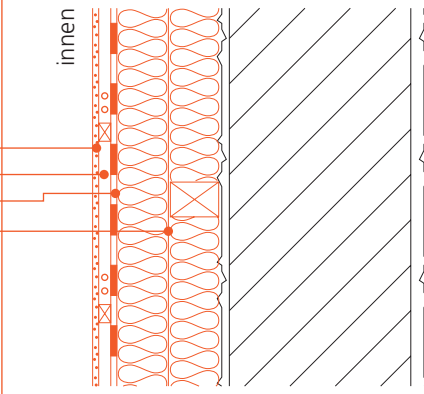
Bestehender Bauteil	Bs 15	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> 	<p><b>Innensanierung</b> Bodenbelag Zementüberzug mit Fussbodenheizung Dampfbremse/Trennlage Wärmedämmung Feuchtigkeitsperre</p>	<p>innen</p> 
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Der Zementüberzug, falls überhaupt bestehend, wird entfernt. Damit kann Raumhöhe gewonnen werden.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

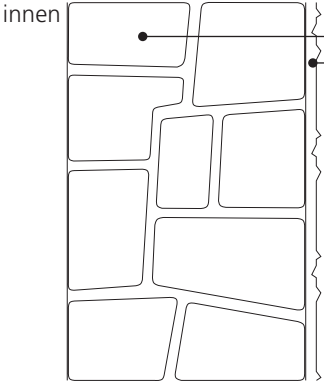
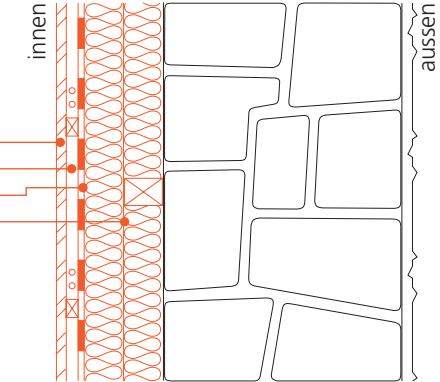


## 4.1.2 Wände

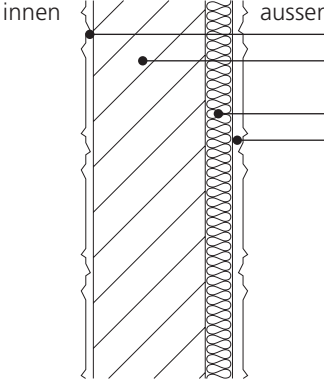
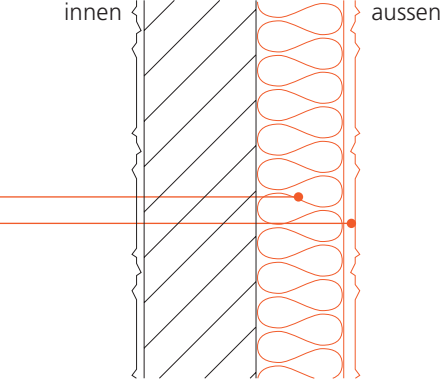
gegen Aussenluft, ohne bestehende Wärmedämmung

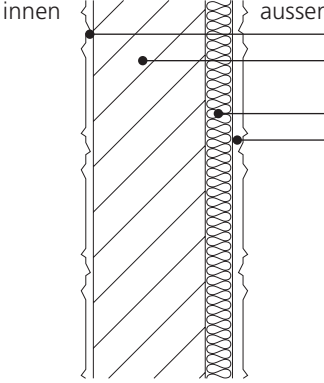
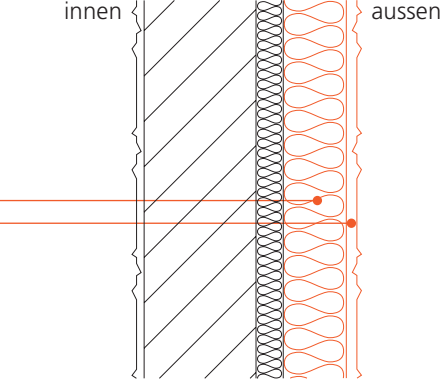
31

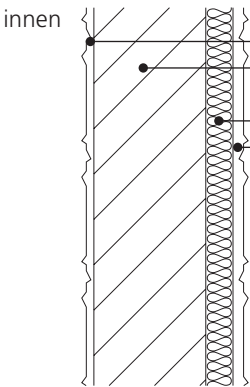
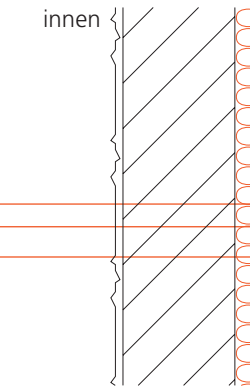
Bestehender Bauteil	Ws1	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>ausser</p> <p>Innenputz ca. 30 cm dickes Mauerwerk Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> Wärmedämmung neuer Aussenputz</p>	 <p>innen</p> <p>ausser</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>
Bestehender Bauteil	Ws2	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>ausser</p> <p>Innenputz ca. 30 cm dickes Mauerwerk Aussenputz</p>	<p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	 <p>innen</p> <p>ausser</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>
Bestehender Bauteil	Ws3	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>ausser</p> <p>Innenputz ca. 30 cm dickes Mauerwerk Aussenputz</p>	<p><b>Innensanierung</b> Verkleidung: z.B. Gipskartonplatte Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	 <p>innen</p> <p>ausser</p>
<p>0cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

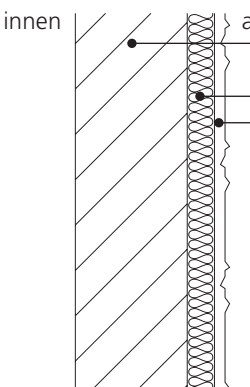
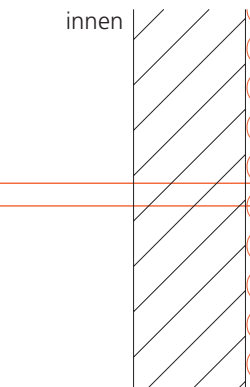
Bestehender Bauteil	Ws4	Sanierter Bauteil
 <p>innen      außen</p> <p>Natursteinmauerwerk Aussenputz</p>	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z.B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	 <p>innen      außen</p>
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

gegen Aussenluft, mit bestehender Wärmedämmung

Bestehender Bauteil	Ws5	Sanierter Bauteil
 <p>innen      außen</p> <p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Wärmedämmung Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p>	 <p>innen      außen</p>
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem $U$ -Wert von $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ auszugehen.	Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

Bestehender Bauteil	Ws6	Sanierter Bauteil
 <p>innen      außen</p> <p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Wärmedämmung Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p>	 <p>innen      außen</p>
4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

Bestehender Bauteil	Ws7	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Wärmedämmung Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p> <p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

Bestehender Bauteil	Ws8	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Kalksandstein-Mauerwerk (oder Sichtbeton) Wärmedämmung Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p> <p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Ws9	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Kalksandstein-Mauerwerk (oder Sichtbeton) Wärmedämmung Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Ws 10	Sanierter Bauteil
	<p>Kalksandstein-Mauerwerk (oder Sichtbeton) Wärmedämmung Aussenputz</p> <p><b>Hinterlüftete Fassade</b> neue Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p> <p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

gegen Aussenluft, mit Hohlraum

Bestehender Bauteil	Ws 11	Sanierter Bauteil
	<p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Luftspalt (4–6 cm) Aussenputz</p> <p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Ws 12	Sanierter Bauteil
	<p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Luftspalt (4–6 cm) Aussenputz</p> <p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

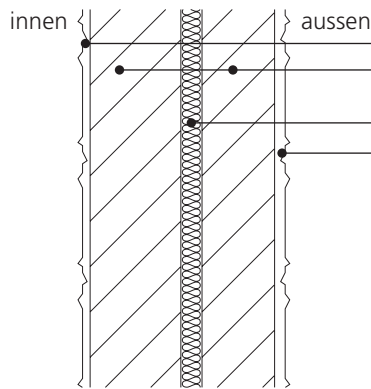
Bestehender Bauteil	Ws 13	Sanierter Bauteil
	<p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Luftspalt (4–6 cm) Aussenputz</p> <p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Gipskartonplatte Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

gegen Aussenluft, mit bestehender Kerndämmung

Bestehender Bauteil	Ws 14	Sanierter Bauteil
	<p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Wärmedämmung Aussenputz</p> <p><b>Kompaktfassade</b> neue Wärmedämmung Aussenputz</p>	
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

Bestehender Bauteil	Ws 15	Sanierter Bauteil
	<p>Innenputz Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) Wärmedämmung Aussenputz</p> <p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

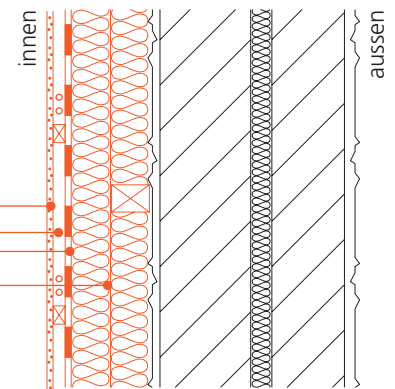
## Bestehender Bauteil



3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 8 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws 16

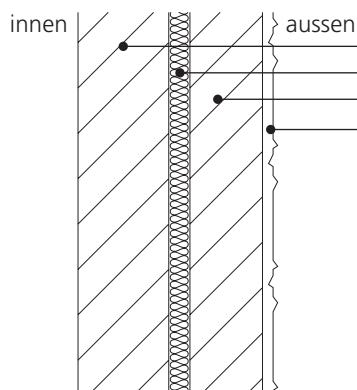
## Sanierter Bauteil



**Innensanierung**  
 Verschalung: z. B. Gipskartonplatte  
 Lattung / Leitungen  
 Dampfbremse  
 Wärmedämmung

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
 ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

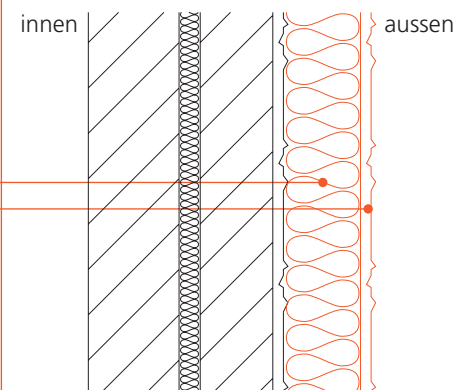
## Bestehender Bauteil



3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 8 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws 17

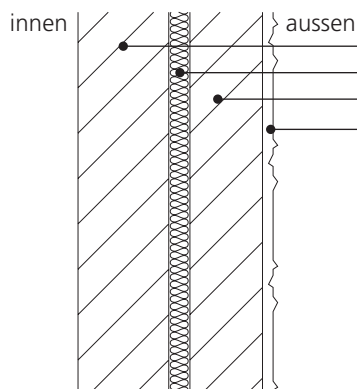
## Sanierter Bauteil



**Kompaktfassade**  
 Wärmedämmung  
 Aussenputz

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

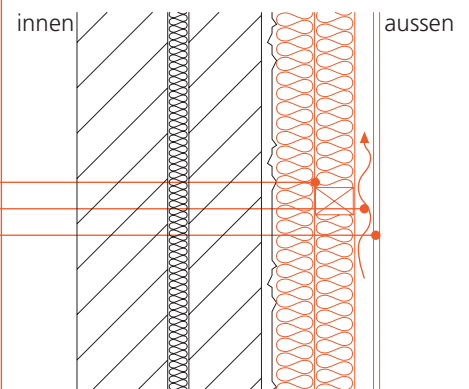
## Bestehender Bauteil



3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 8 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws 18

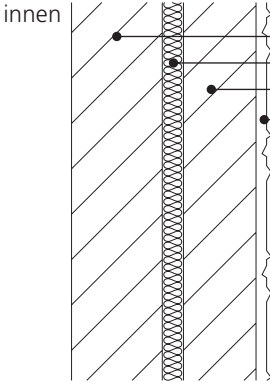
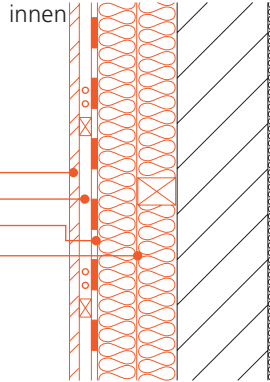
## Sanierter Bauteil



**Hinterlüftete Fassade**  
 Wärmedämmung  
 Hinterlüftung  
 Wetterschutz

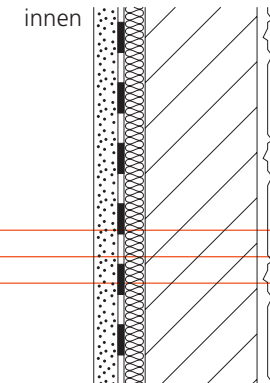
Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen).  $U$ -Werte im Anhang I.  
 $U$ -Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung).  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

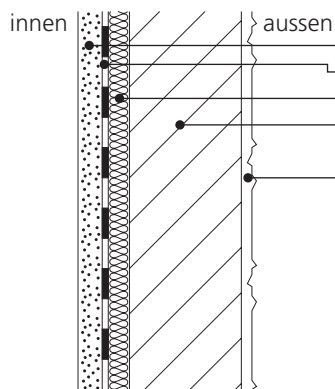
Bestehender Bauteil	Ws 19	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Kalksandstein-Mauerwerk Wärmedämmung Backstein Aussenputz</p>	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

gegen Aussenluft, mit bestehender Innendämmung

Bestehender Bauteil	Ws 20	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Verschaltung: z. B. Gipsplatte Dampfbremse Wärmedämmung Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) evtl. Aussenputz</p>	<p><b>Kompaktfassade</b> Wärmedämmung Aussenputz</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>

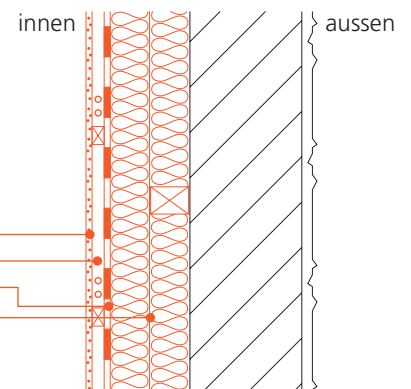
Bestehender Bauteil	Ws 21	Sanierter Bauteil
 <p>innen      aussen</p> <p>Verschaltung: z. B. Gipsplatte Dampfbremse Wärmedämmung Mauerwerk (Backstein oder Sichtbackstein) evtl. Aussenputz</p>	<p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	 <p>innen      aussen</p>
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

## Bestehender Bauteil



## Ws22

## Sanierter Bauteil

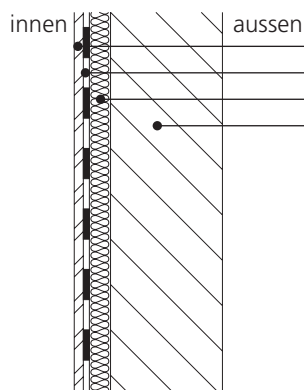


0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem  $U$ -Wert von  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

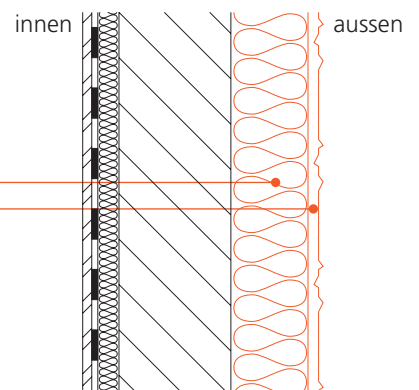
Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

## Bestehender Bauteil



## Ws23

## Sanierter Bauteil



3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

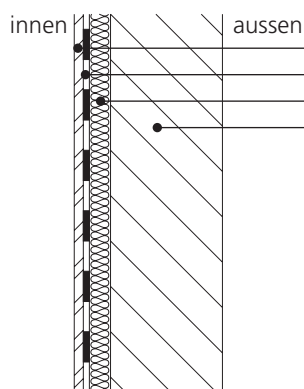
Verschälung: z. B. Täfer  
 Dampfbremse  
 Wärmedämmung  
 Kalksandstein-Mauerwerk (oder Sichtbeton)

**Kompaktfassade**  
 Wärmedämmung  
 Aussenputz

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

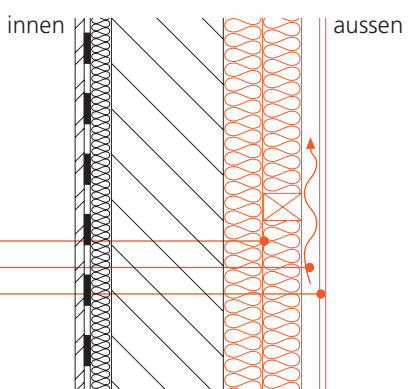
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

## Bestehender Bauteil



## Ws24

## Sanierter Bauteil

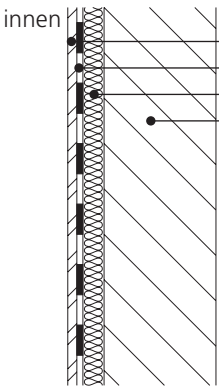
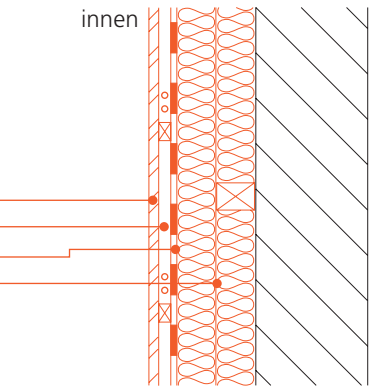


3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

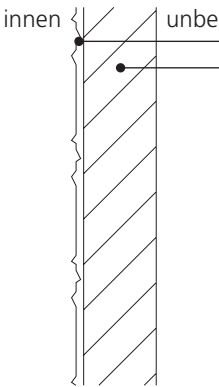
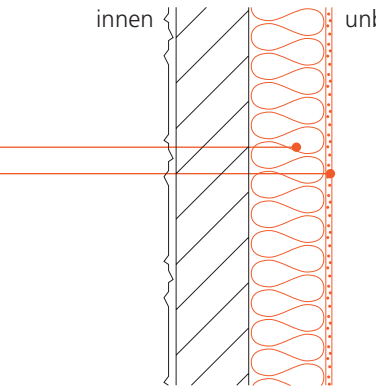
Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen).  $U$ -Werte im Anhang I.  $U$ -Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.

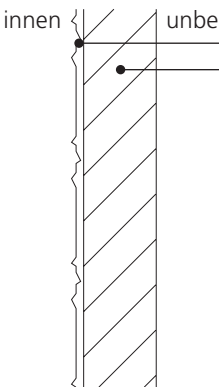
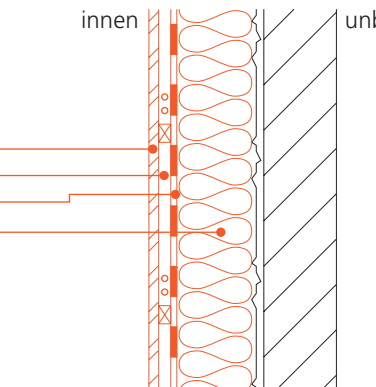
Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.



Bestehender Bauteil	Ws25	Sanierter Bauteil
 <p>innen aussen</p>	<p>Verschalung: z. B. Täfer Dampfbremse Wärmedämmung Kalksandstein-Mauerwerk (oder Sichtbeton)</p> <p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse neue Wärmedämmung</p>	 <p>innen aussen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

gegen unbeheizte Räume, ohne bestehende Wärmedämmung

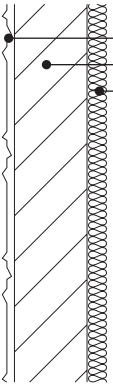
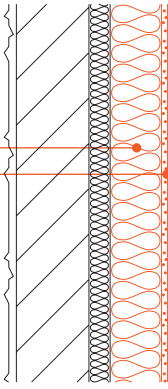
Bestehender Bauteil	Ws26	Sanierter Bauteil
 <p>innen unbeheizt</p>	<p>Innenputz Backstein</p> <p><b>Aussensanierung</b> Wärmedämmung Verschalung: z. B. Gipskarton</p>	 <p>innen unbeheizt</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

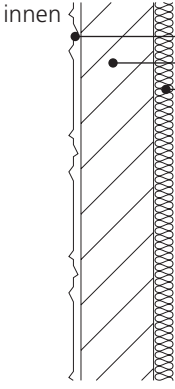
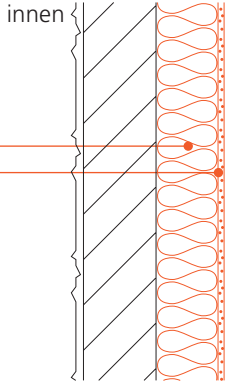
Bestehender Bauteil	Ws27	Sanierter Bauteil
 <p>innen unbeheizt</p>	<p>Innenputz Backstein</p> <p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung/Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	 <p>innen unbeheizt</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

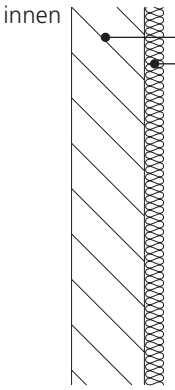
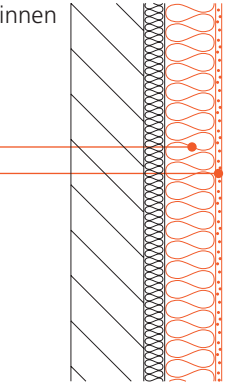
Bestehender Bauteil	Ws 28	Sanierter Bauteil
<p>innen unbeheizt</p>  <p>Kalksandstein</p>	<p><b>Aussensanierung</b>          Wärmedämmung          Verschalung: z. B. Gipskarton</p>	<p>innen unbeheizt</p> 
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen.          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.          (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

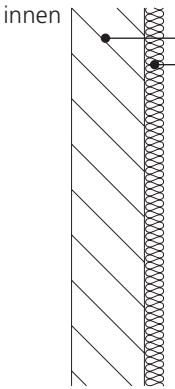
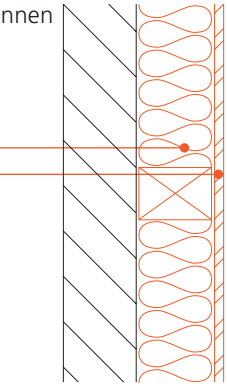
Bestehender Bauteil	Ws 29	Sanierter Bauteil
<p>innen unbeheizt</p>  <p>Kalksandstein</p>	<p><b>Innensanierung</b>          Verschalung: z. B. Täfer          Lattung / Leitungen          Dampfbremse          Wärmedämmung</p>	<p>innen unbeheizt</p> 
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.          (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

gegen unbeheizte Räume, mit bestehender Wärmedämmung

Bestehender Bauteil	Ws 30	Sanierter Bauteil
<p>innen unbeheizt</p>  <p>Innenputz          Backstein          Wärmedämmung</p>	<p><b>Aussensanierung</b>          Wärmedämmung          Verschalung: z. B. Gipskarton</p>	<p>innen unbeheizt</p> 
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen.          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.          (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

Bestehender Bauteil	Ws31	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b> Wärmedämmung Verschalung: z. B. Gipskarton</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt.  Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.  (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

Bestehender Bauteil	Ws32	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b> Wärmedämmung Verschalung: z. B. Gipskarton</p>	
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I.  (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

Bestehender Bauteil	Ws33	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b> neue Wärmedämmung Verschalung: z. B. Täfer</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt.  Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.  (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

## Bestehender Bauteil

## Ws 34

## Sanierter Bauteil

innen unbeheizt

Verschalung: z. B. Gipsplatte  
 Wärmedämmung  
 Backstein

**Aussensanierung**  
 neue Wärmedämmung  
 Verschalung: z. B. Gipskarton

innen unbeheizt

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
 ( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

## Bestehender Bauteil

## Ws 35

## Sanierter Bauteil

innen unbeheizt

Verschalung: z. B. Täfer  
 Lattung/Leitungen  
 Dampfbremse  
 Wärmedämmung  
 Kalksandstein

**Aussensanierung**  
 neue Wärmedämmung  
 Verschalung: z. B. Gipskarton

innen unbeheizt

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
 ( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

gegen Erdreich, ohne bestehende Wärmedämmung

## Bestehender Bauteil

## Ws 36

## Sanierter Bauteil

innen

Beton  
 Feuchtsperre  
 Erdreich

**Innensanierung**  
 Verschalung: z. B. Täfer  
 Lattung / Leitungen  
 Dampfbremse  
 Wärmedämmung

innen

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
 ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

gegen Erdreich, mit bestehender Wärmedämmung

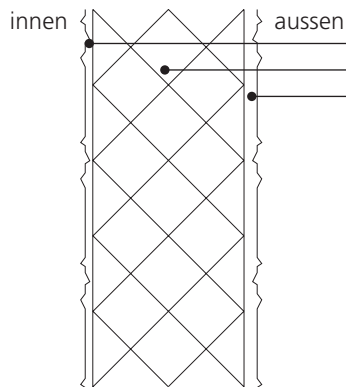
Bestehender Bauteil	Ws37	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>Beton Feuchtesperre Wärmedämmung Erdreich</p>	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Gipsplatte Dampfbremse Wärmedämmung</p>	<p>innen</p>
<p>3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

Bestehender Bauteil	Ws 38	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>Verschalung: z. B. Täfer Dampfbremse Wärmedämmung Beton Feuchtesperre Erdreich</p>	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse neue Wärmedämmung</p>	<p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>4.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  3 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt.  Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>4.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.  (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

mit Spezialmauerwerk

Bestehender Bauteil	Ws 39	Sanierter Bauteil
<p>innen</p> <p>aussen</p> <p>Innenputz Gasbeton Aussenputz</p>	<p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	<p>innen</p> <p>aussen</p>
<p>25 cm Gasbeton <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  30 cm Gasbeton <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  32.5 cm Gasbeton <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I.  <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung).  Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

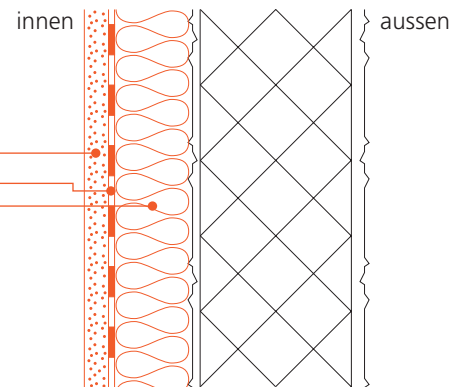
## Bestehender Bauteil



25 cm Gasbeton	$U\text{-Wert ca. } 0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
30 cm Gasbeton	$U\text{-Wert ca. } 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
32.5 cm Gasbeton	$U\text{-Wert ca. } 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws40

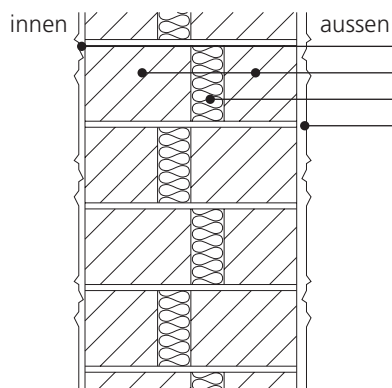
## Sanierter Bauteil



**Innensanierung**  
Verschalung: z. B. Gipsplatte  
Dampfbremse  
Wärmedämmung

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

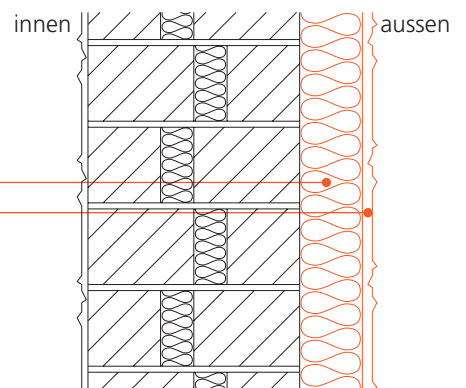
## Bestehender Bauteil



5 cm Wärmedämmung  $U\text{-Wert ca. } 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws41

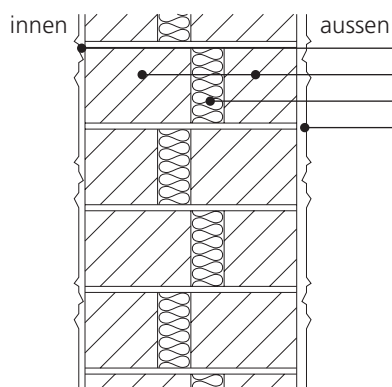
## Sanierter Bauteil



**Kompaktfassade**  
Wärmedämmung  
Aussenputz

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

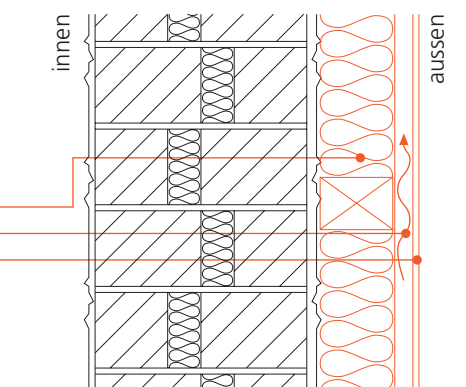
## Bestehender Bauteil



5 cm Wärmedämmung  $U\text{-Wert ca. } 0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

## Ws42

## Sanierter Bauteil



**Hinterlüftete Fassade**  
Wärmedämmung  
Hinterlüftung  
Wetterschutz

Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen).  $U$ -Werte im Anhang I.  
 $U$ -Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung).  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

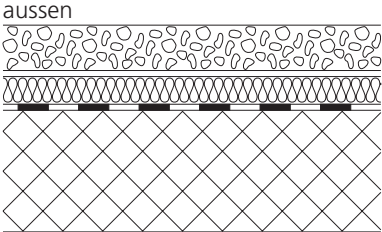
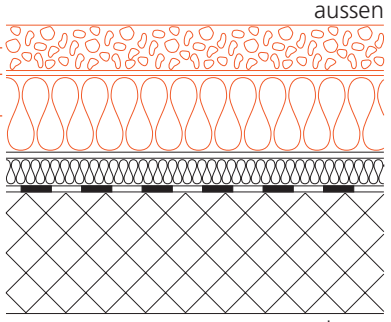
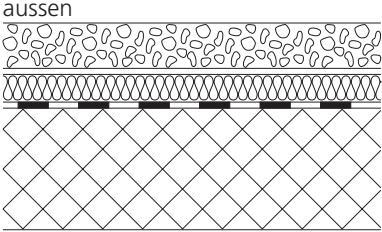
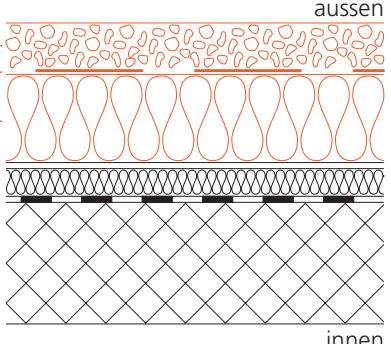
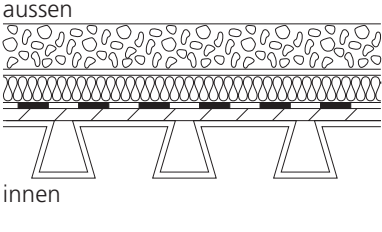
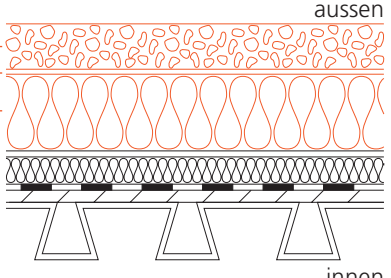
Bestehender Bauteil	Ws43	Sanierter Bauteil
	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Wärmedämmung</p>	
5 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

Bestehender Bauteil	Ws44	Sanierter Bauteil
	<p><b>Hinterlüftete Fassade</b> Luftdichtung Wärmedämmung Hinterlüftung Wetterschutz</p>	
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I. <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen (mit Kreuzlattung). Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

Bestehender Bauteil	Ws45	Sanierter Bauteil
	<p><b>Innensanierung</b> Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse / Luftdichtung Wärmedämmung evtl. Winddichtung</p>	
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

## 46 4.1.3 Dächer und Decken

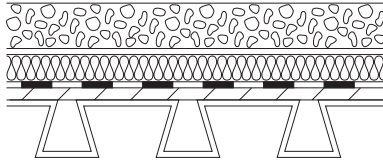
### Dächer gegen Aussenluft

Bestehender Bauteil	Ds 1	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p><b>Doppeldach</b> Schutzschicht Abdichtung Wärmedämmung</p> <p>Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem U-Wert von <math>3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Bestehende Wärmedämmung auf einwandfreien Zustand (z. B. Feuchtigkeit, Fugen) hin kontrollieren.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die U-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>
Bestehender Bauteil	Ds 2	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p><b>Umkehrdecke / Plusdach</b> Schutzschicht evtl. Filtermatte Wärmedämmung</p> <p>Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem U-Wert von <math>3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Wichtig: 20% Wärmedämmdickenzuschlag berücksichtigen (Kap. 2.5). Bestehende Dachhaut genau kontrollieren.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die U-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>
Bestehender Bauteil	Ds 3	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p><b>Doppeldach</b> Schutzschicht Abdichtung Wärmedämmung</p> <p>Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem U-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung U-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Bestehende Wärmedämmung auf einwandfreien Zustand (z. B. Feuchtigkeit, Fugen) hin kontrollieren.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die U-Werte dazu befinden sich in Anhang I.</p>



## Bestehender Bauteil

ausßen



innen

Schutzschicht  
**intakte** Abdichtung  
 Wärmedämmung  
 Dampfsperre  
 Hartfaserplatte  
 Trapezblech

## Ds4

**Umkehrdach / Plusdach**  
 Schutzschicht  
 Filtermatte  
 Wärmedämmung

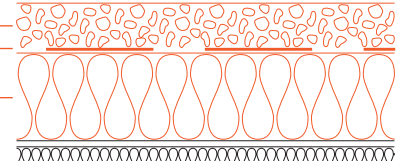
Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem  $U$ -Wert von  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wichtig: 20% Wärmedämmdickenzuschlag berücksichtigen (Kap. 2.5).  
 Bestehende Dachhaut genau kontrollieren.

## Sanierter Bauteil

ausßen



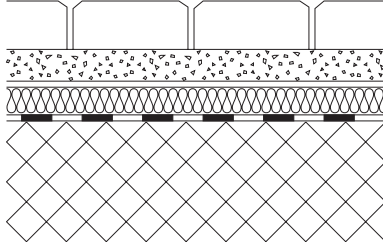
innen

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

## Bestehender Bauteil

ausßen



innen

Belag  
 Sand  
 Abdichtung  
 Wärmedämmung  
 Dampfsperre  
 Beton

## Ds5

**Doppeldach**  
 Belag  
 Sand  
 Abdichtung  
 Wärmedämmung

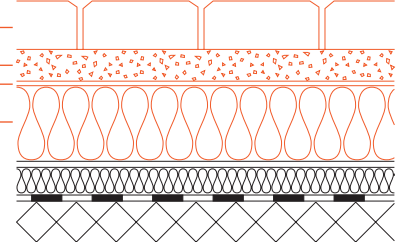
Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem  $U$ -Wert von  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Bestehende Wärmedämmung auf einwandfreien Zustand (z. B. Feuchtigkeit, Fugen) hin kontrollieren.

## Sanierter Bauteil

ausßen



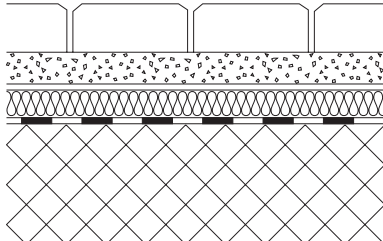
innen

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

## Bestehender Bauteil

ausßen



innen

Belag  
 Sand  
**intakte** Abdichtung  
 Wärmedämmung  
 Dampfsperre  
 Beton

## Ds6

**Umkehrdach / Plusdach**  
 Belag  
 Sand  
 evtl. Filtermatte  
 Wärmedämmung

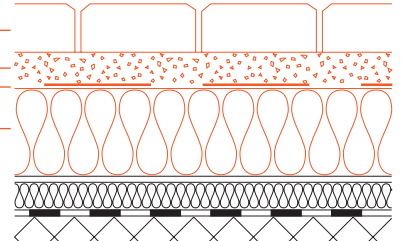
Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem  $U$ -Wert von  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wichtig: 20% Wärmedämmdickenzuschlag berücksichtigen (Kap. 2.5).  
 Bestehende Dachhaut genau kontrollieren.

## Sanierter Bauteil

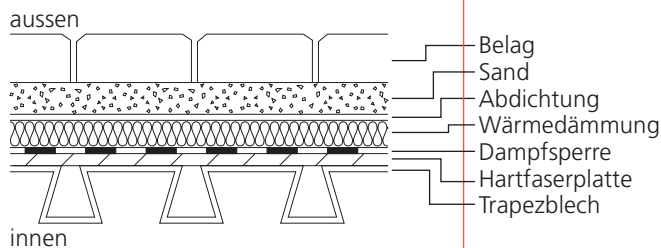
ausßen



innen

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

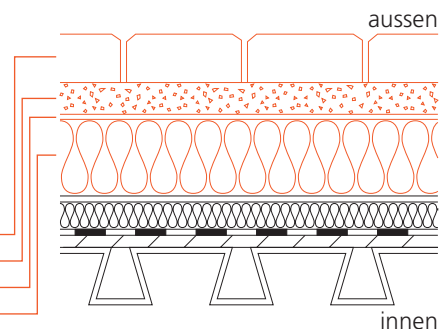
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

**Bestehender Bauteil****Ds7**
**Doppeldach**  
 Belag  
 Sand  
 Abdichtung  
 Wärmedämmung

Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem  $U$ -Wert von  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

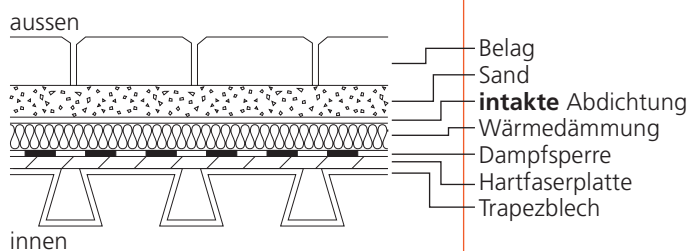
0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Bestehende Wärmedämmung auf einwandfreien Zustand (z. B. Feuchtigkeit, Fugen) hin kontrollieren.

**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

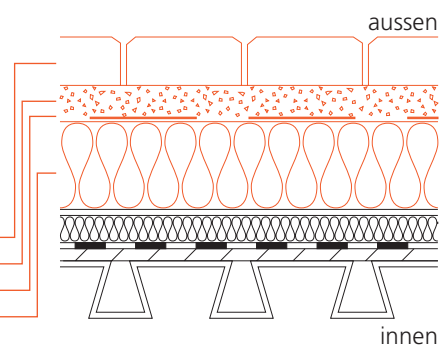
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

**Bestehender Bauteil****Ds8**
**Umkehrdach/  
Plusdach**  
 Belag  
 Sand  
 evtl. Filtermatte  
 Wärmedämmung

Wird die Wärmedämmung entfernt, ist von einem  $U$ -Wert von  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

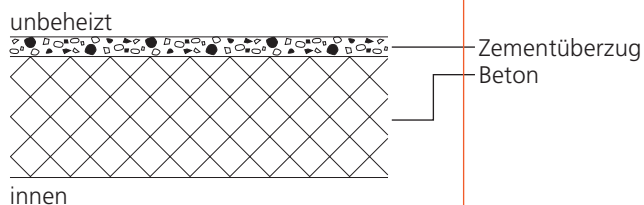
0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Wichtig: 20% Wärmedämmdickenzuschlag berücksichtigen (Kap. 2.5).  
 Bestehende Dachhaut genau kontrollieren.

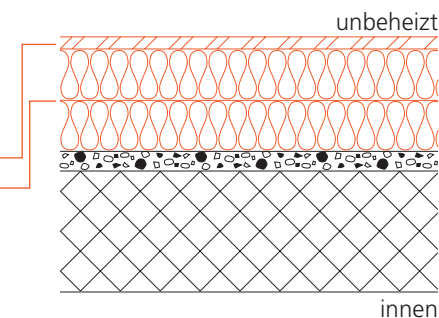
**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist homogen.

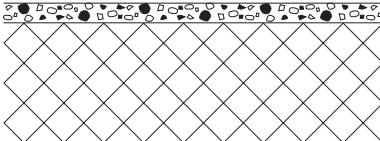
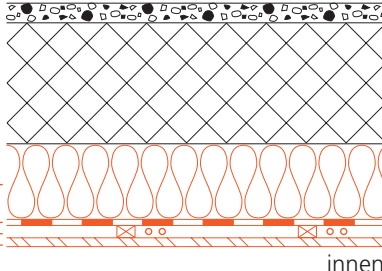
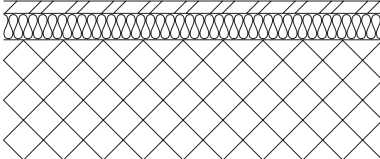
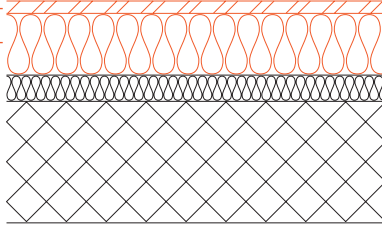
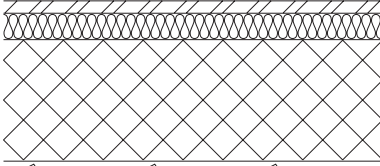
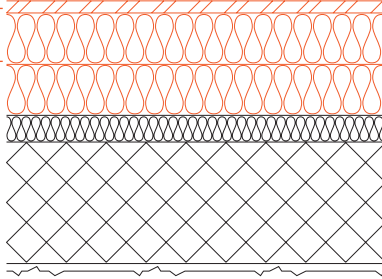
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.

**Decken gegen unbeheizte Räume****Bestehender Bauteil****Ds10**
**Aussensanierung**  
 Spanplatte  
 Wärmedämmung

0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

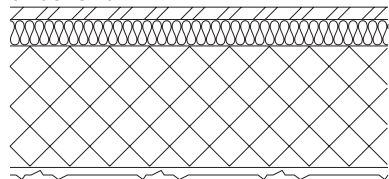
**Sanierter Bauteil**

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
 ( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

Bestehender Bauteil	Ds 11	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p>Zementüberzug Beton</p> <p><b>Innensanierung</b>  Wärmedämmung  (zwischen Lattenrost)  Dampfbremse  Lattung / Leitungen  Verschalung: z. B. Täfer</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>
Bestehender Bauteil	Ds 12	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p>Belag: z. B. Spanplatte Wärmedämmung Beton</p> <p><b>Aussensanierung</b>  Spanplatte  Wärmedämmung</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>2 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>
Bestehender Bauteil	Ds 13	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p>Belag: z. B. Spanplatte Wärmedämmung Beton Deckenputz</p> <p><b>Aussensanierung</b>  Spanplatte  neue Wärmedämmung</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  5 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>3.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

**Bestehender Bauteil**

unbeheizt

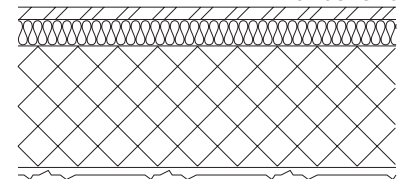


innen

Belag: z. B. Spanplatte  
Wärmedämmung  
Beton  
Deckenputz

**Ds 14****Sanierter Bauteil**

unbeheizt



innen

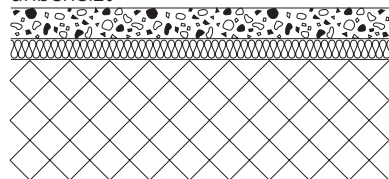
**Innensanierung**  
Wärmedämmung  
(zwischen Lattenrost)  
Dampfbremse  
Lattung / Leitungen  
Verschalung: z. B. Täfer

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
5 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

**Bestehender Bauteil**

unbeheizt

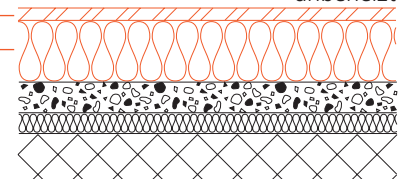


innen

Zementüberzug  
Wärmedämmung  
Beton  
Deckenputz

**Ds 15****Sanierter Bauteil**

unbeheizt



innen

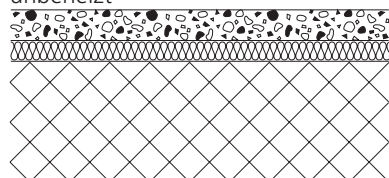
**Aussensanierung**  
Spanplatte  
Wärmedämmung

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

**Bestehender Bauteil**

unbeheizt

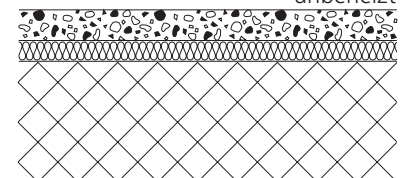


innen

Zementüberzug  
Wärmedämmung  
Beton  
Deckenputz

**Ds 16****Sanierter Bauteil**

unbeheizt



innen

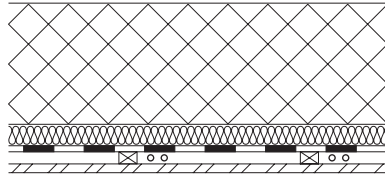
**Innensanierung**  
Wärmedämmung  
(zwischen Lattenrost)  
Dampfbremse  
Lattung / Leitungen  
Verschalung: z.B. Täfer

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

## Bestehender Bauteil

unbeheizt



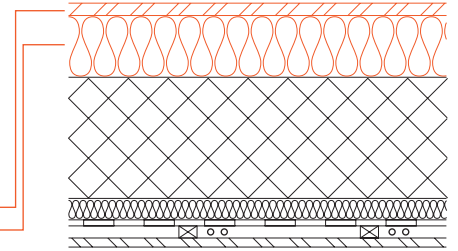
innen

Beton  
 Wärmedämmung  
 Dampfbremse  
 Lattung/Leitungen  
 Verschalung: z. B. Täfer

**Aussensanierung**  
 Spanplatte  
 Wärmedämmung

## Sanierter Bauteil

unbeheizt



innen

2 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $1.1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 3 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

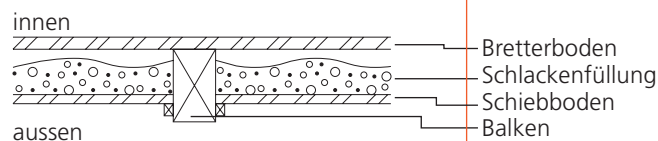
Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
 ( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

## 52 4.2 Sanierung inhomogener Bauteile

### 4.2.1 Böden

gegen Aussenluft

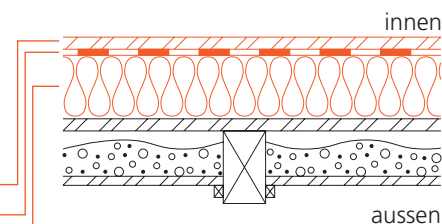
**Bestehender Bauteil**



**Bsi4**

**Innensanierung**  
Bretterboden  
Dampfbremse  
Wärmedämmung

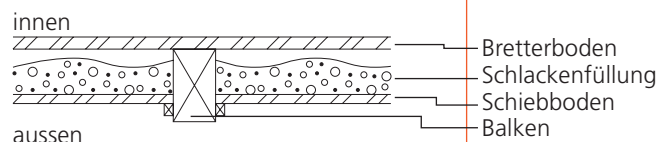
**Sanierter Bauteil**



Mit Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

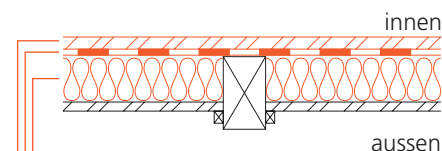
**Bestehender Bauteil**



**Bsi5**

**Kernsanierung**  
Bretterboden  
Dampfbremse  
Wärmedämmung

**Sanierter Bauteil**



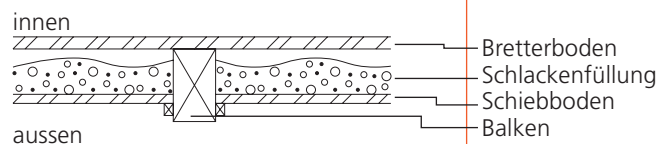
Ohne Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Mit Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Bodenbelag und Schlacke werden entfernt.  
Es ist von einem  $U$ -Wert von  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
auszugehen. Einsetzbare Dämmdicke begrenzt.

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

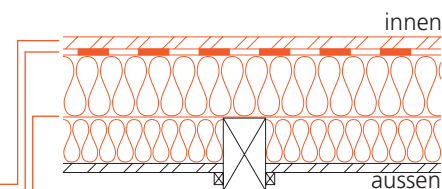
**Bestehender Bauteil**



**Bsi6**

**Kern- und Innensanierung**  
Bretterboden  
Dampfbremse  
Wärmedämmung

**Sanierter Bauteil**

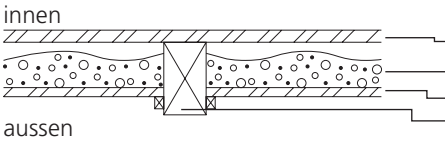
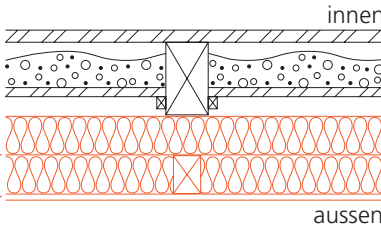


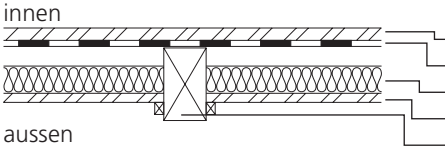
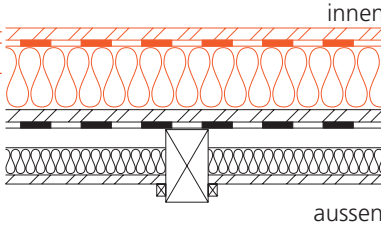
Ohne Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

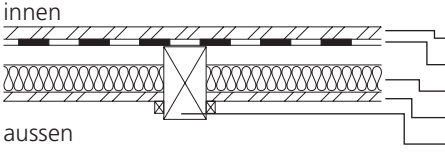
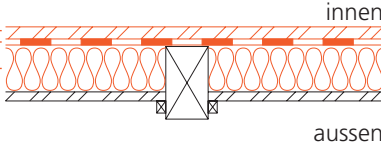
Mit Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

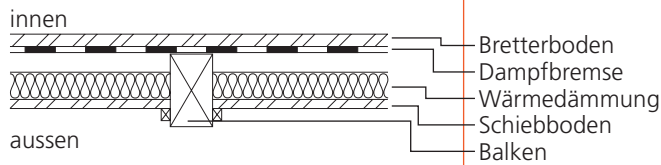
Bodenbelag und Schlacke werden entfernt.  
Es ist von einem  $U$ -Wert von  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
auszugehen.

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

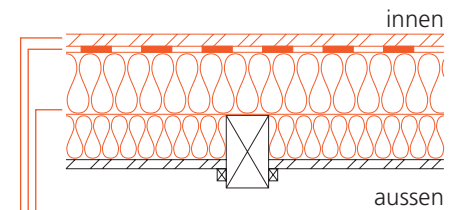
Bestehender Bauteil	Bsi 7	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>aussen</p> <p>Bretterboden Schlackenfüllung Schiebboden Balken</p>	<p><b>Aussensanierung</b> Wärmedämmung Deckenverkleidung</p>	 <p>innen</p> <p>aussen</p>
Mit Schlackenfüllung $U$ -Wert ca. $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

Bestehender Bauteil	Bsi 9	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>aussen</p> <p>Bretterboden Dampfbremse Wärmedämmung Schiebboden Balken</p>	<p><b>Innensanierung</b> Bretterboden Dampfbremse Wärmedämmung</p>	 <p>innen</p> <p>aussen</p>
4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang II)

Bestehender Bauteil	Bsi 10	Sanierter Bauteil
 <p>innen</p> <p>aussen</p> <p>Bretterboden Dampfbremse Wärmedämmung Schiebboden Balken</p>	<p><b>Kernsanierung</b> Bretterboden Dampfbremse neue Wärmedämmung</p>	 <p>innen</p> <p>aussen</p>
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem $U$ -Wert von $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ auszugehen. Einsetzbare Dämmdicke begrenzt.	Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

**Bestehender Bauteil****Bsi11**

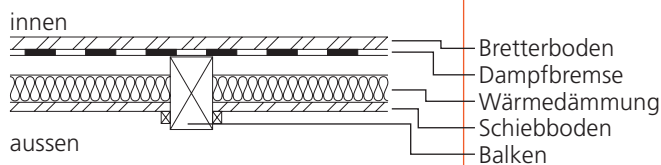
**Kern- und Innensanierung**  
 Bretterboden  
 Dampfbremse  
 neue Wärmedämmung

**Sanierter Bauteil**

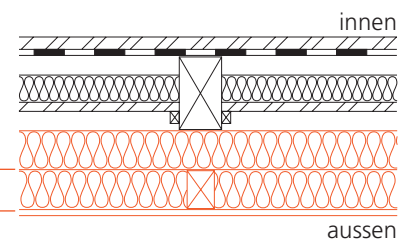
0 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt.  
 Es ist von einem  $U$ -Wert von  $2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  auszugehen.

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.

**Bestehender Bauteil****Bsi 12**

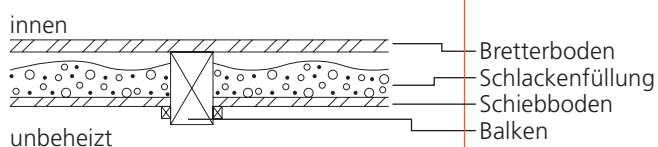
**Aussensanierung**  
 Wärmedämmung  
 Deckenverkleidung

**Sanierter Bauteil**

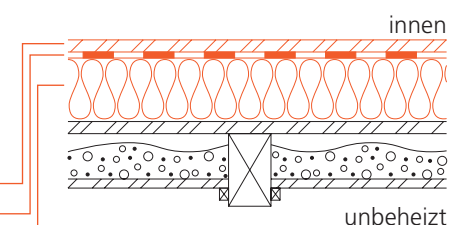
4 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
 6 cm Wärmedämmung  $U$ -Wert ca.  $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II.  
 ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

gegen unbeheizte Räume

**Bestehender Bauteil****Bsi 13**

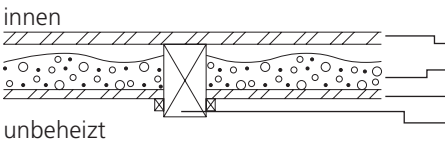
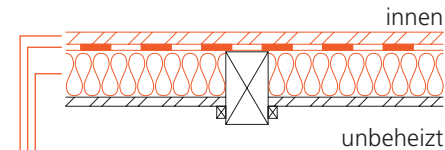
**Innensanierung**  
 Bretterboden  
 Dampfbremse  
 Wärmedämmung

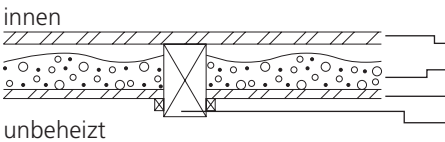
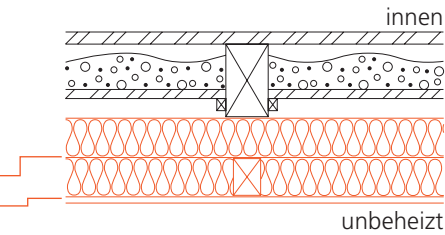
**Sanierter Bauteil**

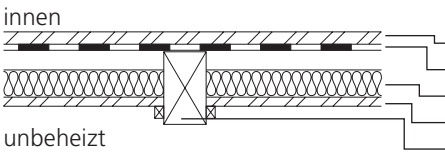
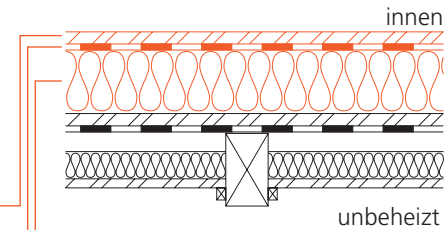
Mit Schlackenfüllung  $U$ -Wert ca.  $0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

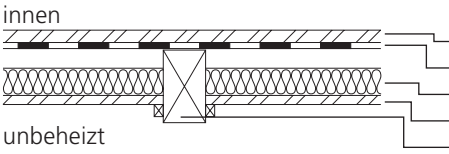
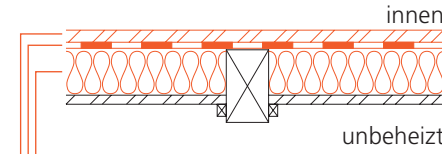
Diese Sanierungsvariante ist homogen.  
 Die  $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang I.  
 ( $U$ -Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)

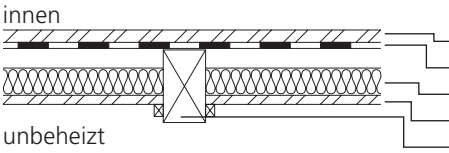
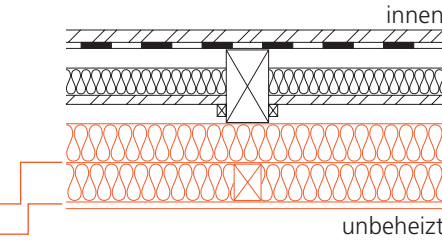


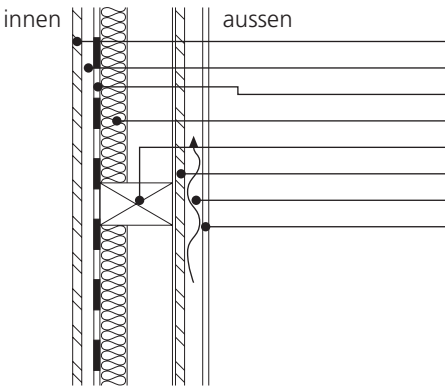
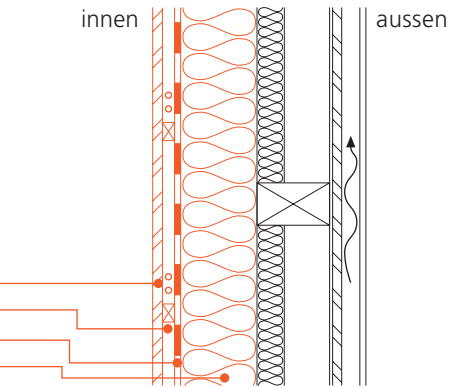
Bestehender Bauteil	Bsi 14	Sanierter Bauteil
	<p><b>Kernsanierung</b></p> <p>Bretterboden Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
<p>Ohne Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p> <p>Mit Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Bodenbelag und Schlacke werden entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen. Einsetzbare Dämmdicke begrenzt.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

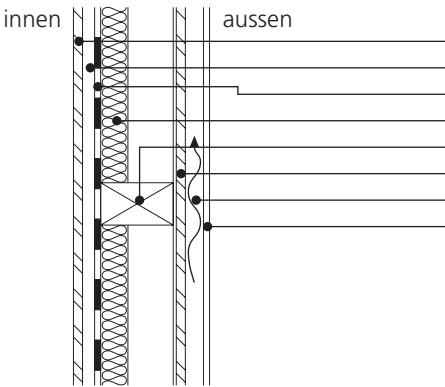
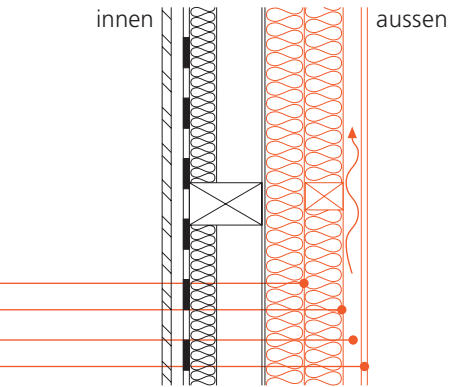
Bestehender Bauteil	Bsi 15	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung Deckenverkleidung</p>	
<p>Mit Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

Bestehender Bauteil	Bsi 17	Sanierter Bauteil
	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Bretterboden Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p> <p>6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

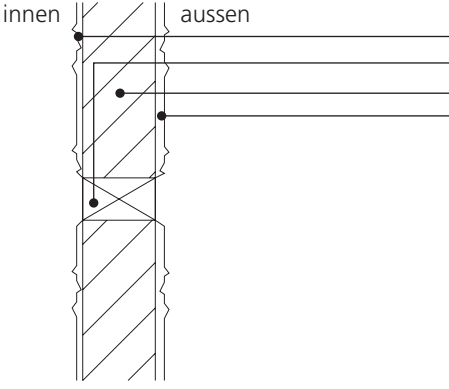
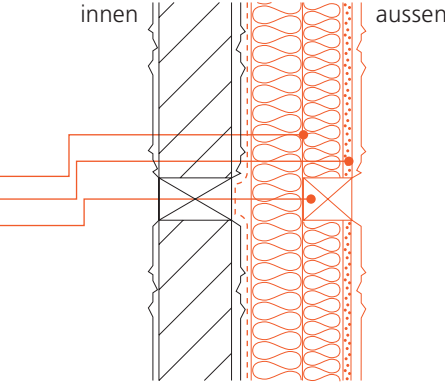
Bestehender Bauteil	Bsi 18	Sanierter Bauteil
	<p><b>Kernsanierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bretterboden</li> <li>Dampfbremse</li> <li>neue Wärmedämmung</li> </ul>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Die bestehende Wärmedämmung wird entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen. Einsetzbare Dämmdicke begrenzt.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

Bestehender Bauteil	Bsi 19	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wärmedämmung</li> <li>Deckenverkleidung</li> </ul>	
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>  6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

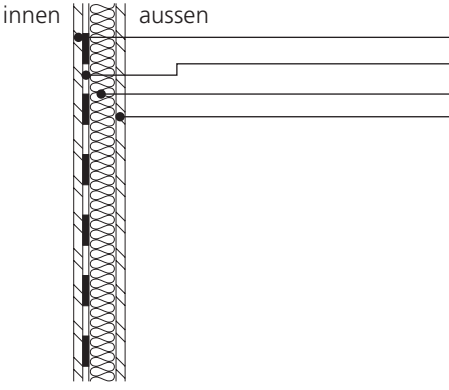
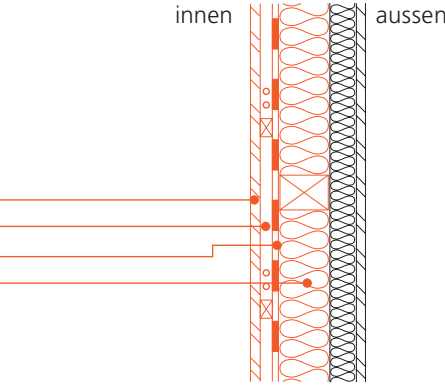
Bestehender Bauteil	Wsi 1	Sanierter Bauteil
	<p>Innensanierung</p> <p>Verschalung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.          (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

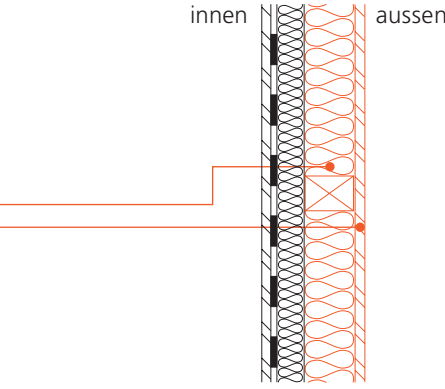
Bestehender Bauteil	Wsi 2	Sanierter Bauteil
	<p>Aussensanierung</p> <p>Wärmedämmung Windpapier / Holzfaserplatte Hinterlüftung Wetterschutz</p>	
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math>          8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Sanierung homogen (mit metallischen Befestigungselementen). <math>U</math>-Werte im Anhang I.  <math>U</math>-Wert-Zuschlag im Wärmebrückenkatalog.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen          (mit Kreuzlattung).          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

Bestehender Bauteil	Wsi 3	Sanierter Bauteil
	<p>Innensanierung</p> <p>Verkleidung: z. B. Gipskartonplatte Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
<p>0 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>1.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen.          Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.          (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

Bestehender Bauteil	Wsi 4	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung Duripanel verputzt aufgesetzter Riegel</p>	
0 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II.</p>

gegen unbeheizte Räume

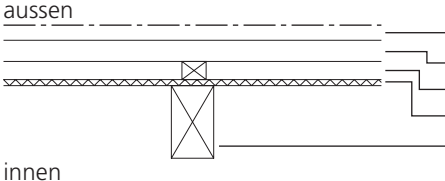
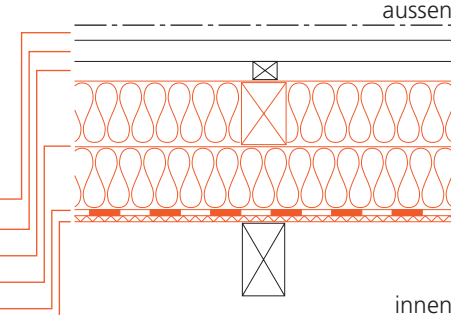
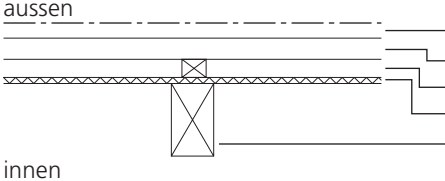
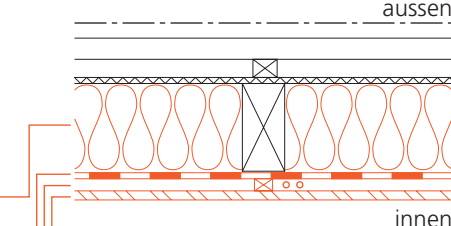
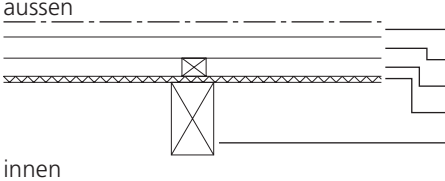
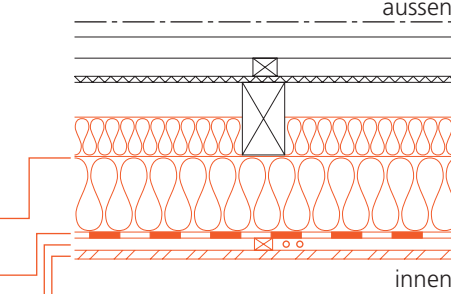
Bestehender Bauteil	Wsi 5	Sanierter Bauteil
	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Innenverkleidung: z. B. Täfer Lattung / Leitungen Dampfbremse Wärmedämmung</p>	
2 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

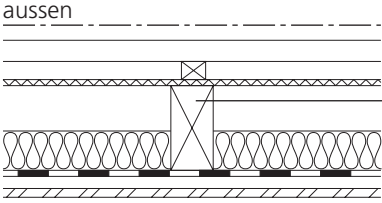
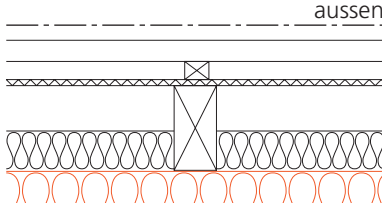
Bestehender Bauteil	Wsi 6	Sanierter Bauteil
	<p><b>Aussensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung Aussenverkleidung: z. B. Spanplatte</p>	
2 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $1.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 4 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 6 cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

## 4.2.3 Dächer und Decken

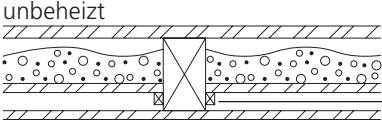
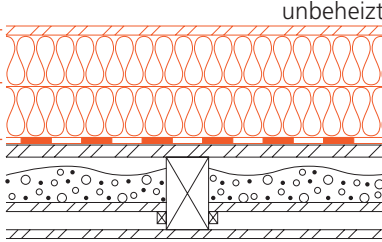
### Dächer gegen Aussenluft

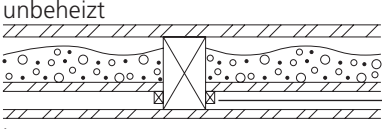
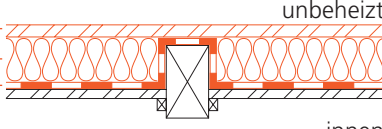
59

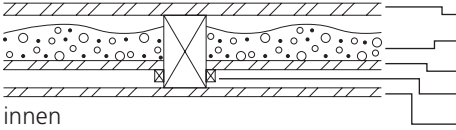
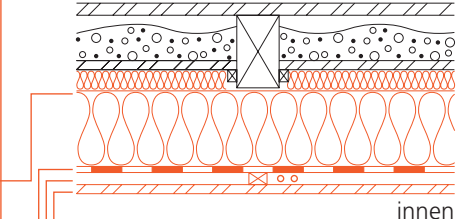
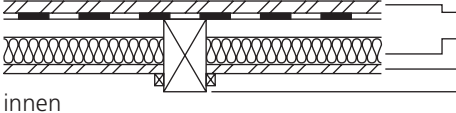
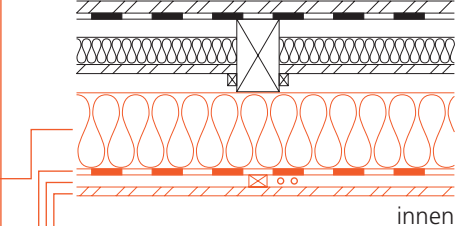
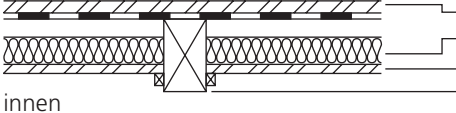
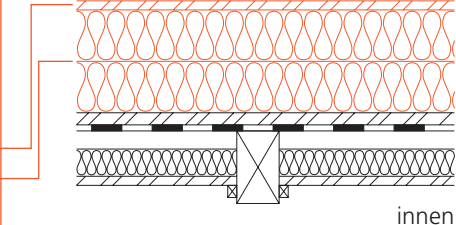
Bestehender Bauteil	Dsi 1	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p>Dacheindeckung, Lattung Hinterlüftung Konterlattung Unterdach (Schindeln oder Bretter) Sparren</p> <p><b>Aussensanierung</b> Dacheindeckung, Lattung Hinterlüftung Konterlattung, Unterdach Wärmedämmung Dampfbremse Täfer</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
0cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $4.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Die bestehende Dachhaut wird bis auf das Unterdach entfernt.	Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)
Bestehender Bauteil	Dsi 2	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p>Dacheindeckung, Lattung Hinterlüftung Konterlattung Unterdach (Schindeln oder Bretter) Sparren</p> <p><b>Kernsanierung</b> Wärmedämmung (zwischen den Sparren) Dampfbremse Lattung/Leitungen Verschalung: z. B. Täfer</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
0cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $4.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Die bestehende Dachhaut wird belassen. Die einsetzbare Dämmdicke ist begrenzt.	Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)
Bestehender Bauteil	Dsi 3	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p>Dacheindeckung, Lattung Hinterlüftung Konterlattung Unterdach (Schindeln oder Bretter) Sparren</p> <p><b>Innensanierung</b> Wärmedämmung zwischen und unter den Sparren Dampfbremse Lattung / Leitungen Verschalung: z. B. Täfer</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
0cm Wärmedämmung $U$ -Wert ca. $4.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$		Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die $U$ -Werte dazu befinden sich in Anhang II. ( $U$ -Werte homogene Sanierung: Anhang I)

Bestehender Bauteil	Dsi4	Sanierter Bauteil
 <p>aussen</p> <p>innen</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung (unter den Sparren)</p> <p>Dampfbremse</p> <p>Lattung / Leitungen</p> <p>Verschalung: z. B. Täfer</p>	 <p>aussen</p> <p>innen</p>
<p>6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p> <p>8 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

## Decken gegen unbeheizte Räume

Bestehender Bauteil	Dsi5	Sanierter Bauteil
 <p>unbeheizt</p> <p>innen</p>	<p><b>Aussensanierung</b></p> <p>Spanplatte</p> <p>Wärmedämmung</p> <p>Dampfbremse</p>	 <p>unbeheizt</p> <p>innen</p>
<p>Mit Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>

Bestehender Bauteil	Dsi6	Sanierter Bauteil
 <p>unbeheizt</p> <p>innen</p>	<p><b>Kernsanierung</b></p> <p>Holzschalung</p> <p>Wärmedämmung</p> <p>Dampfbremse</p>	 <p>unbeheizt</p> <p>innen</p>
<p>Ohne Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p> <p>Mit Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>	<p>Bodenbelag und Schlacke werden entfernt. Es ist von einem <math>U</math>-Wert von <math>2.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> auszugehen. Einsetzbare Dämmdicke begrenzt.</p>	<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>

Bestehender Bauteil	Dsi7	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung (zwischen und unter den Sparren) Dampfbremse Lattung / Leitungen Verschalung: z.B. Täfer</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>Mit Schlackenfüllung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>
Bestehender Bauteil	Dsi8	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p><b>Innensanierung</b></p> <p>Wärmedämmung zwischen Querlattung (unter den Balken) Dampfbremse Lattung / Leitungen Verschalung: z.B. Täfer</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist inhomogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang II. (<math>U</math>-Werte homogene Sanierung: Anhang I)</p>
Bestehender Bauteil	Dsi9	Sanierter Bauteil
<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>	<p><b>Aussensanierung</b></p> <p>Bretterboden Wärmedämmung</p>	<p>unbeheizt</p>  <p>innen</p>
<p>4 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> 6 cm Wärmedämmung <math>U</math>-Wert ca. <math>0.6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></p>		<p>Diese Sanierungsvariante ist homogen. Die <math>U</math>-Werte dazu befinden sich in Anhang I. (<math>U</math>-Werte inhomogene Sanierung: Anhang II)</p>





# 5 Fenster und Türen

**Das Fenster stellt die Baukonstruktion dar, welche in den letzten zehn bis fünfzehn Jahren energetisch die meisten Verbesserungen erreicht hat. In diesem Kapitel wird aufgezeigt, wie der  $U$ -Wert selber berechnet werden kann. Als Hilfsmittel dient die Tabelle zur Bestimmung der  $U$ -Werte von Fenstern mit unterschiedlichen Rahmenanteilen. Ergänzt wird dieses Kapitel mit einer  $U$ -Wert-Tabelle einiger Türkonstruktionen.**

Diese Angaben ersetzen das bisherige Merkblatt « $k$ -Werte und  $g$ -Werte von Fenstern» aus dem Jahr 1995.

Der Markt bietet eine riesige Vielfalt an Gläsern, Rahmenkonstruktionen und -materialien sowie Abstandhaltern. Sofern keine detaillierten Produkteangaben vorliegen, sind jeweils die maximalen Werte einzusetzen. In der Tabelle zur Bestimmung der  $U$ -Werte wird speziell darauf hingewiesen.

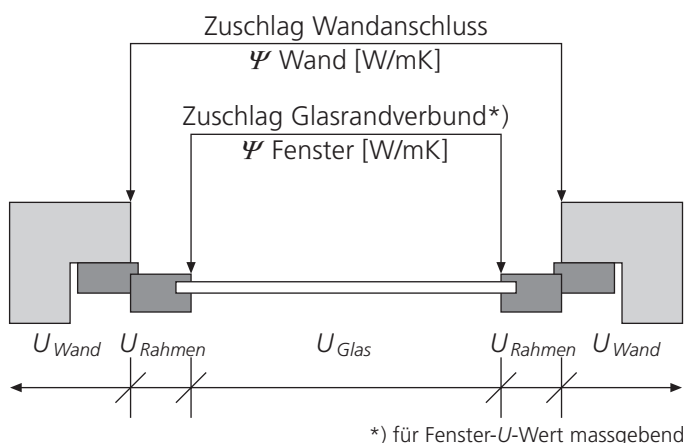
<b>5.1 Fenster .....</b>	<b>64</b>
5.1.1 Grundlagen zur Berechnung des Fenster- $U$ -Wertes $U_w$ .....	64
5.1.2 Rahmen- $U$ -Wert $U_f$ .....	64
5.1.3 Glasrandverbund .....	64
5.1.4 Fenster- $g$ -Wert .....	64
5.1.5 Tabelle zur Bestimmung der Fenster- $U$ -Werte .....	65
5.1.6 Wahl des Fensters .....	65
5.1.7 Weitere Hinweise .....	65
5.1.8 Beispiele .....	66
<b>5.2 Türen .....</b>	<b>67</b>

## 64 5.1 Fenster

Ein Fenster stellt eine inhomogene Konstruktion mit örtlich unterschiedlichen Wärmedämmeigenschaften dar. Die  $U$ -Werte von Rahmen und Glas mit vorwiegend eindimensionalem Wärmedurchgangsverhalten gehen flächengewichtet in die Berechnung ein; der Glasrandverbund wird mit einem Perimeterzuschlag versehen.

### 5.1.1 Grundlagen zur Berechnung des Fenster- $U$ -Wertes $U_w$

Für die Bestimmung des Fenster- $U$ -Wertes ist die Netto-Abmessung des Fensters zu verwenden.



**Bild 10**

Teilbereiche des Fensters

Der  $U$ -Wert eines Fensters  $U_w$  wird wie folgt berechnet:

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_w} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

- $U_f$   $U$ -Wert des Rahmens in  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- $A_f$  Projektionsfläche des Rahmens in  $\text{m}^2$
- $U_g$   $U$ -Wert des Glases in  $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
- $A_g$  Projektionsfläche des Glases in  $\text{m}^2$
- $\Psi_g$  längenbezogener Durchgangskoeffizient des Glasrandverbunds (bezüglich Glas-Lichtmass) in  $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$
- $l_g$  Perimeterlänge des Glasrands in  $\text{m}$
- $A_w$  Projektionsfläche des Fensters in  $\text{m}^2$

### 5.1.2 Rahmen- $U$ -Wert $U_f$

Die  $U_f$ -Werte umfassen in der Praxis eine grosse Spannbreite. Liegen keine überwachten Angaben vor, so sind folgende Werte einzusetzen:

Holz / Holz-Metall	$U_f = 1.9 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
Kunststoff	$U_f = 2.5 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
wärmedämmte Verbundprofile	$U_f = 3.3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$

### 5.1.3 Glasrandverbund

Für die  $\Psi_g$ -Werte können bei Aluminiumabstandhaltern folgende Werte eingesetzt werden:

Glas	Glas- $U$ -Wert $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$\Psi_g$ in $\text{W/(m} \cdot \text{K)}$	
		$U_f \leq 2.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	$U_f > 2.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$
2IV	$< 1.4$	0.07	0.11
	$1.4 - 1.9$	0.06	0.09
	$1.9 - 2.5$	0.05	0.08
3IV	$< 0.9$	0.07	0.10
	$0.9 - 1.4$	0.06	0.09
	$1.4 - 1.9$	0.05	0.08
	$> 1.9$	0.04	0.06

**Tabelle 4:**

$\Psi_g$ -Werte für Aluminiumabstandhalter (Richtwerte)

Die  $\Psi_g$ -Werte sind sowohl von den Glas- als auch von den Rahmen- $U$ -Werten abhängig.  $\Psi_g$ -Werte von Abstandhaltern aus Edelstahl oder Kunststoff können der Dokumentation SIA D 0170 entnommen werden.

### 5.1.4 Fenster- $g$ -Wert

Der  $g$ -Wert ist für die Beurteilung einer Verglasung in Bezug auf die Gesamtenergiedurchlässigkeit entscheidend. Aussenliegende Sonnenschutzeinrichtungen reduzieren den Gesamtenergiedurchlassgrad massiv.

Auf dem Markt gibt es eine Vielfalt an Produkten mit unterschiedlichsten  $g$ -Werten (z.B. bei 3-IV-IR ist nach SZFF Doku 31.03 der  $g$ -Wert 45–55%, je nach Glasanordnung).

Liegen keine Produkteinformationen vor, sind die folgenden  $g$ -Werte einzusetzen.

2-IV-IR (Wärmeschutzglas)	$g = 62\%$
3-IV-IR (Wärmeschutzglas – 2 Beschichtungen)	$g = 45\%$

**Tabelle 5:**

Fenster- $g$ -Werte für Wärmeschutzgläser

Die Angaben basieren auf Daten aus der SZFF Doku 31.03 «Dokumentation – Wärme- und Sonnenschutz für Fenster- undisterelemente» (Ausgabe 2000). Gegenüber dem Merkblatt « $k$ -Werte und  $g$ -Werte von Fenstern» sind die  $g$ -Werte angepasst worden.

Falls Sonnenschutzgläser eingebaut werden, sind die produktespezifischen  $g$ -Werte einzusetzen. Diese  $g$ -Werte sind funktionsbedingt deutlich tiefer als bei normalen Wärmeschutzgläsern.

Es gilt folgender Merksatz:

Je grösser der  $g$ -Wert, umso besser ist die Gesamtenergiedurchlässigkeit und um so grösser sind die Energiegewinne während der Heizperiode.

### 5.1.5 Tabelle zur Bestimmung der Fenster- $U$ -Werte

		Glas <sup>1</sup>		U <sub>w</sub> (Fenster) in W/(m² · K) <sup>3</sup>					
		Typ	U <sub>g</sub> W/(m² · K)	g-Wert <sup>2</sup> %	U <sub>f</sub> (Rahmen) in W/(m² · K) <sup>4</sup>				
					1.0	1.4	1.9	2.5	3.3
Rahmen- anteil:	2IV	1.5	62	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3	
	2IV	1.3	62	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3	
	2IV	1.1	62	1.3	1.4	1.6	1.9	2.1	
30%	2IV	1.0	62	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0	
	3IV	1.1	45	1.3	1.4	1.5	1.8	2.0	
	3IV	0.9	45	1.1	1.2	1.4	1.7	1.9	
	3IV	0.7	45	1.0	1.1	1.3	1.6	1.8	
	3IV	0.5	45	0.9	1.0	1.1	1.4	1.7	
	Rahmen- anteil:	2IV	1.5	62	1.6	1.7	1.8	2.0	2.2
		2IV	1.3	62	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1
2IV		1.1	62	1.3	1.4	1.5	1.8	1.9	
20%		2IV	1.0	62	1.2	1.3	1.4	1.7	1.8
		3IV	1.1	45	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9
		3IV	0.9	45	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7
		3IV	0.7	45	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6
3IV	0.5	45	0.8	0.9	1.0	1.2	1.4		
Rahmen- anteil:	2IV	1.5	62	1.6	1.6	1.7	1.8	2.0	
	2IV	1.3	62	1.4	1.5	1.5	1.7	1.8	
	2IV	1.1	62	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	
15%	2IV	1.0	62	1.2	1.2	1.3	1.5	1.6	
	3IV	1.1	45	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	
	3IV	0.9	45	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	
	3IV	0.7	45	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	
	3IV	0.5	45	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	

<sup>1</sup> Bei den  $U_g$ -Werten wird von einem Gasfüllungsgrad von 90% ausgegangen.

<sup>2</sup> Höhere  $g$ -Werte sind zu belegen. Bei Produktespezifikationen ist der entsprechende  $g$ -Wert zu berücksichtigen. Für Schall- und Sonnenschutzgläser sind nur Herstellerangaben zu verwenden.

<sup>3</sup> Ist der Rahmenanteil eines Fenster nicht belegt, sind die  $U_w$ -Werte den Angaben mit «Rahmenanteil 30%» zu entnehmen.

Bei  $U_g$ -Zwischenwerten dürfen die  $U_w$ -Werte interpoliert werden. Es sind nur Werte aufgeführt, die den maximalen  $U_w$ -Wert gemäss Norm SIA 180 «Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau» erfüllen.

<sup>4</sup> Weitere  $U_f$ -Werte befinden sich in der Dokumentation SIA D 0170 «Thermische Energie im Hochbau».

### 5.1.6 Wahl des Fensters

Bei der Wahl eines Fensters ist aus energetischer Sicht wie folgt vorzugehen, wobei kantonale Vorschriften zu berücksichtigen sind:

1. Wahl eines Fensters mit möglichst tiefem  $U_w$ -Wert.
2. Innerhalb der gewählten Glasart sollte anschliessend ein Glas mit möglichst hohem  $g$ -Wert gewählt werden. Weisen zwei Gläser die gleichen  $U_g$ -Werte auf, so ist es angezeigt, dasjenige mit dem höheren  $g$ -Wert dem anderen vorzuziehen.
3. Bei grossen Fensterflächen, die zudem eine extreme Südorientierung aufweisen, ist es sinnvoll, eine Energiebilanz zu erstellen, um Verluste ( $U$ -Wert) und Gewinne ( $g$ -Wert) zu optimieren.
4. Durchgehende Sprossen, grosse Rahmenanteile, Randverbundlängen und das Material der Abstandhalter können die Wärmedämmeigenschaften eines Fensters stark beeinflussen.

### 5.1.7 Weitere Hinweise

- Liegen Herstellerangaben zum  $U_g$ -Wert und  $g$ -Wert vor, so müssen diese gemäss dem Stand der Technik ermittelt und deklariert worden sein.
- Wenn keine Herstellerangaben zum  $g$ -Wert vorhanden sind, so muss für die Berechnung des Heizenergiebedarfs der  $g$ -Wert der entsprechenden Verglasung gemäss Tabelle 5 auf Seite 64 eingesetzt werden.
- Für Gebäudesimulations- und Kühllastberechnungen sind detailliertere Kennwerte notwendig.
- Für den sommerlichen Wärmeschutz in klimatisierten Gebäuden wird ein Gesamtenergiedurchlassgrad der Verglasung inkl. Sonnenschutz von  $g \leq 15\%$  vorgeschrieben. Isolierverglasungen, Wärmeschutz- sowie Sonnenschutzgläser erfüllen diese Anforderung in der Regel nur in Kombination mit einem aussenliegenden Sonnenschutz.

## 66 5.1.8 Beispiele

Die beiden Beispiele zeigen auf, wie der Fenster- $U$ -Wert mit Hilfe von Tabellenwerten bestimmt oder genau berechnet werden kann. Vorgesehen sind Fenster mit Holzrahmen und einem 2fach Wärmeschutzglas mit  $U_g$ -Wert von  $1.1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$ .

### Bestimmung des Fenster- $U$ -Werts $U_w$ mit Tabellenwerten

	Typ	Glas		$U_w$ (Fenster) in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$				
		$U_g$	$g$ -Wert	$U_f$ (Rahmen) in $\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$				
		$\text{W/(m}^2 \cdot \text{K)}$	%	1.0	1.4	1.9	2.5	3.3
<b>Rahmen-</b>	2IV	1.5	62	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3
<b>anteil:</b>	2IV	1.3	62	1.4	1.6	1.7	2.0	2.3
<b>30%</b>	<b>2IV</b>	<b>1.1</b>	<b>62</b>	<b>1.3</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	1.9	2.1

- Da der Rahmenanteil nicht belegt wird, ist von einem Rahmenanteil von 30% auszugehen.
- Da für den Holzrahmen kein detaillierter  $U_f$ -Wert belegt wird, wird  $U_f$  mit  $1.9 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$  eingesetzt.
- Da keine spezifischen Angaben zum Abstandhalter erfolgen, wird von Aluminiumabstandhaltern ausgegangen.

### Berechnung des Fenster- $U$ -Werts $U_w$ mit Tabelle A<sub>w</sub>

Nachfolgend ist der detaillierte Berechnungsgang zur Bestimmung des Fenster- $U$ -Werts dargestellt. Als Hilfsmittel dienen dabei Angaben aus diesem Kapitel sowie Tabelle A<sub>w</sub> aus dem Anhang.

Die Tabelle A<sub>w</sub> im Anhang kann für eigene Beispiele vervielfältigt und als Nachweis für die Eingabe an die Baubehörde verwendet werden.

<p>Fensterskizze mit Vermaassung</p>	<p><b>Rahmen</b>  Material: <u>Holz</u>  Rahmen-<math>U</math>-Wert: <math>U_f = \underline{1.9} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math>  Projektionsfläche des Rahmens: <math>A_f = \underline{0.54} \text{ m}^2</math></p> <p><b>Verglasung</b>  Glasbezeichnung: <u>2-IV-IR</u>  Produkt/Typ: <u>        </u>  Glas-<math>U</math>-Wert: <math>U_g = \underline{1.1} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}</math>  Projektionsfläche des Glases: <math>A_g = \underline{1.6} \text{ m}^2</math></p> <p><b>Glasrandverbund</b>  Material des Abstandhalters:  <input checked="" type="checkbox"/> Aluminium    <input type="checkbox"/> Edelstahl    <input type="checkbox"/> Kunststoff / Butyl  Längenbezogener-<math>U</math>-Wert: <math>\Psi_g = \underline{0.07} \text{ W/(m} \cdot \text{K)}</math>  Perimeterlänge des Glasrands: <math>L_g = \underline{7.40} \text{ m}</math></p>
<p>Rahmenanteil: <math>A_f = \underline{25.4} \%</math></p>	<p>Projektionsfläche des Fensters: <math>A_w = \underline{2.14} \text{ m}^2</math></p>

Tab. A<sub>w</sub>

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot L_g}{A_w} = \frac{1.9 \cdot 0.54 + 1.1 \cdot 1.60 + 0.07 \cdot 7.40}{2.14}$$

$$U_w = \underline{1.54} \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Nr. des Bauteils	Aufbau	<i>U</i> -Wert W/(m <sup>2</sup> · K)
<b>Haus- und Wohnungseingangstüren</b>		
T1	Spanplatte 20 mm Wärmedämmschicht 30 mm Täferaufdopplung 21 mm	1.1
T2	Spanplatte 22 mm Wärmedämmschicht 10 mm Täferaufdopplung 21 mm	1.6
T3	Fichte massiv verleimt 40 mm	2.2
T4	Eiche massiv verleimt 40 mm	2.8
T5	Spanplatte 40 mm beidseitig Aluminium beschichtet	2.5
T6	Aluminiumblech beidseitig Wärmedämmschicht 20 mm	2.1
T7	Aluminiumblech beidseitig Wärmedämmschicht 40 mm	1.3
T8	Furnier, Dünnsanplatte und Aluminiumblech beidseitig Spanplatte 40 mm	1.6
T9	Furnier, Dünnsanplatte und Aluminiumblech beidseitig Spanplatte 16 mm beidseitig Wärmedämmschicht 18 mm	1.1
<b>Innentüren</b>		
T10	gestemmt, etwa 36 mm mit Holzfüllung	2.9
T11	Hohltüre 40 mm	2.0
T12	Volltüre 40 mm	2.2

Bei den in dieser Tabelle aufgeführten Beispielen handelt es sich um die gebräuchlichsten Türkonstruktionen. Sie sind ausgesprochen herstellerspezifisch und weisen Dicken von rund 40 bis 80 mm auf.

Die angegebenen *U*-Werte beziehen sich auf nicht verglaste Türen.

Bei Spezialkonstruktionen und auch bei Gewerbetoren können überprüfte Herstellerangaben verwendet werden.



# ■ Anhang I

## U-Werte der homogen sanierten Bauteile

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert $\geq 3.0$ W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.52	0.43	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
	0.045	0.60	0.47	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.040	0.55	0.43	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
	0.035	0.49	0.38	0.31	0.27	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	0.030	0.43	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.37	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.020	0.30	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 2.5 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.50	0.42	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
	0.045	0.58	0.46	0.38	0.33	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17
	0.040	0.53	0.42	0.34	0.29	0.26	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.035	0.47	0.37	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.030	0.42	0.33	0.27	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.36	0.28	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.020	0.29	0.23	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 2.0 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.59	0.48	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.55	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.040	0.50	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.035	0.45	0.36	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.030	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.34	0.27	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.020	0.29	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.8 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.57	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.53	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.040	0.49	0.39	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.035	0.44	0.35	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13
	0.030	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.34	0.27	0.22	0.19	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.020	0.28	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.55	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18
	0.045	0.51	0.42	0.35	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.040	0.47	0.38	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	0.035	0.43	0.34	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.030	0.38	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.33	0.26	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.020	0.28	0.22	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.4 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.52	0.43	0.37	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.045	0.49	0.40	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17
	0.040	0.45	0.37	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.035	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.030	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11
	0.025	0.32	0.26	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10
	0.020	0.27	0.21	0.18	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.09	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.2 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.49	0.41	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.045	0.46	0.38	0.33	0.29	0.25	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
	0.040	0.43	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.035	0.39	0.32	0.27	0.23	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.35	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.31	0.25	0.21	0.18	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10
	0.020	0.26	0.21	0.17	0.15	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.0 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.045	0.43	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.040	0.40	0.33	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	0.035	0.37	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.33	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.29	0.24	0.20	0.17	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.25	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.9 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.43	0.37	0.32	0.28	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
	0.045	0.41	0.35	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.040	0.38	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.35	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.32	0.26	0.23	0.20	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.28	0.23	0.20	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.24	0.20	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08



Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.8 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.41	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17
	0.045	0.39	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.040	0.36	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12
	0.030	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.24	0.19	0.16	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.7 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.045	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
	0.040	0.34	0.29	0.25	0.23	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.035	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.030	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11
	0.025	0.26	0.22	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09
	0.020	0.23	0.18	0.16	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.6 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.35	0.31	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.045	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.040	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.035	0.30	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.030	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.025	0.25	0.21	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09
	0.020	0.21	0.18	0.15	0.13	0.12	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.5 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15
	0.045	0.30	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.040	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13
	0.035	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.030	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10
	0.025	0.23	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09
	0.020	0.20	0.17	0.14	0.13	0.11	0.10	0.09	0.08	0.08	0.07

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.4 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14	0.14
	0.045	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.13
	0.040	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.13	0.12
	0.035	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11
	0.030	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10
	0.025	0.20	0.18	0.15	0.14	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08
	0.020	0.18	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	0.07	0.07

# Anhang II

## U-Werte der inhomogen sanierten Bauteile

Bestehender Bauteil	$\lambda$	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
	W/(m·K)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert ≥ 3.0 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.57	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22
	0.045		0.53	0.44	0.38	0.33	0.29	0.27	0.24	0.22	0.20
	0.040		0.49	0.41	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.035	0.57	0.45	0.37	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.030	0.52	0.41	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.025	0.46	0.36	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.020	0.40	0.32	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Bestehender Bauteil	$\lambda$	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
	W/(m·K)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 2.5 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.55	0.46	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.23	0.22
	0.045		0.51	0.43	0.37	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20
	0.040	0.60	0.48	0.40	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18
	0.035	0.55	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.030	0.50	0.40	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15
	0.025	0.45	0.35	0.29	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.020	0.39	0.31	0.26	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12

Bestehender Bauteil	$\lambda$	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
	W/(m·K)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 2.0 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
	0.045	0.60	0.49	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.040	0.56	0.45	0.38	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.035	0.52	0.42	0.35	0.30	0.26	0.24	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.030	0.47	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.025	0.43	0.34	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.37	0.30	0.25	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$	Wärmedämmschicht in cm								U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)	
	W/(m·K)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.8 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050		0.51	0.43	0.37	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21
	0.045	0.58	0.47	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19
	0.040	0.54	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.035	0.50	0.41	0.34	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.030	0.46	0.37	0.31	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.025	0.41	0.33	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.36	0.29	0.24	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.6 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.59	0.49	0.42	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21
	0.045	0.56	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19
	0.040	0.52	0.43	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18
	0.035	0.49	0.40	0.33	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16
	0.030	0.45	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14
	0.025	0.40	0.32	0.27	0.23	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.35	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.4 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.56	0.47	0.40	0.35	0.31	0.28	0.26	0.24	0.22	0.20
	0.045	0.53	0.44	0.38	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.040	0.50	0.41	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.035	0.46	0.38	0.32	0.28	0.25	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.030	0.43	0.35	0.29	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14
	0.025	0.39	0.31	0.26	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.020	0.34	0.28	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.2 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.52	0.44	0.38	0.34	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.20
	0.045	0.50	0.42	0.36	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18
	0.040	0.47	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17
	0.035	0.44	0.36	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.15
	0.030	0.41	0.33	0.28	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.025	0.37	0.30	0.26	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12
	0.020	0.33	0.27	0.22	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 1.0 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.48	0.41	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19
	0.045	0.46	0.39	0.34	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
	0.040	0.44	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16
	0.035	0.41	0.34	0.29	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.030	0.38	0.32	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.025	0.35	0.29	0.24	0.21	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.31	0.25	0.21	0.19	0.17	0.15	0.13	0.12	0.11	0.11

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm							U-Wert in W/(m <sup>2</sup> · K)		
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.9 W/(m <sup>2</sup> · K)	0.050	0.46	0.39	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19
	0.045	0.44	0.37	0.33	0.29	0.26	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17
	0.040	0.41	0.35	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.17	0.16
	0.035	0.39	0.33	0.29	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15
	0.030	0.36	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13
	0.025	0.33	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.30	0.25	0.21	0.18	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.8 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.43	0.37	0.33	0.30	0.27	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18
	0.045	0.41	0.36	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17
	0.040	0.39	0.34	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16
	0.035	0.37	0.31	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14
	0.030	0.34	0.29	0.25	0.22	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.025	0.32	0.27	0.23	0.20	0.18	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.020	0.28	0.24	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.7 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.22	0.20	0.19	0.18
	0.045	0.38	0.33	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.19	0.18	0.16
	0.040	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15
	0.035	0.35	0.30	0.26	0.23	0.21	0.19	0.18	0.16	0.15	0.14
	0.030	0.32	0.28	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.025	0.30	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.020	0.27	0.23	0.19	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.6 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.36	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17
	0.045	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
	0.040	0.34	0.29	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
	0.035	0.32	0.28	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.14	0.14
	0.030	0.30	0.26	0.23	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.28	0.24	0.21	0.18	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.020	0.25	0.21	0.19	0.16	0.15	0.13	0.12	0.11	0.10	0.10

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.5 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.32	0.29	0.26	0.24	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16
	0.045	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15
	0.040	0.30	0.27	0.24	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.035	0.29	0.25	0.23	0.20	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.030	0.27	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.025	0.25	0.22	0.19	0.17	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11
	0.020	0.23	0.20	0.17	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09

Bestehender Bauteil	$\lambda$ W/(m·K)	Wärmedämmschicht in cm						U-Wert in W/(m <sup>2</sup> ·K)			
		6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
U-Wert = 0.4 W/(m <sup>2</sup> ·K)	0.050	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.19	0.17	0.16	0.16	0.15
	0.045	0.27	0.25	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14
	0.040	0.26	0.24	0.21	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13
	0.035	0.25	0.22	0.20	0.18	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12
	0.030	0.24	0.21	0.19	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.12	0.11
	0.025	0.23	0.20	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.11	0.10
	0.020	0.21	0.18	0.16	0.14	0.13	0.12	0.11	0.10	0.09	0.09

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)	Bezeichnung des Bauteils _____			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
	Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$	$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$
			$m$	$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$
		Wärmeübergang innen ( $h_i$ )		$m^2 \cdot K/W$
		Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )		

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{total}} = \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_{total} = \quad$$

Aufbau des Bauteils (Skizze, Schnitt)	Bezeichnung des Bauteils _____			$\frac{R}{h}$ bzw. $\frac{d}{\lambda}$
	Schicht Nr.	Material, Baustoff	$d$	$\frac{h}{W/(m^2 \cdot K)}$
			$m$	$\frac{\lambda}{W/(m \cdot K)}$
		Wärmeübergang innen ( $h_i$ )		$m^2 \cdot K/W$
		Wärmeübergang aussen ( $h_e$ )		

Tab. A

$$U\text{-Wert} = \frac{1}{R_{total}} = \quad W/(m^2 \cdot K)$$

$$R_{total} = \quad$$



## Tab. C





Fensterskizze mit Vermassung	<b>Rahmen</b> Material: _____ Rahmen- $U$ -Wert: $U_f =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Projektionsfläche des Rahmens: $A_f =$ _____ $\text{m}^2$
	<b>Verglasung</b> Glasbezeichnung: _____ Produkt/Typ: _____ Glas- $U$ -Wert: $U_g =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Projektionsfläche des Glases: $A_g =$ _____ $\text{m}^2$
	<b>Glasrandverbund</b> Material des Abstandhalters: <input type="checkbox"/> Aluminium <input type="checkbox"/> Edelstahl <input type="checkbox"/> Kunststoff / Butyl Längenbezogener- $U$ -Wert: $\Psi_g =$ _____ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ Perimeterlänge des Glasrands: $L_g =$ _____ $\text{m}$
Rahmenanteil: $A_f =$ _____ %	Projektionsfläche des Fensters: $A_w =$ _____ $\text{m}^2$

**Tab.  $A_w$** 

$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot L_g}{A_w} =$	$U_w =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
--	--

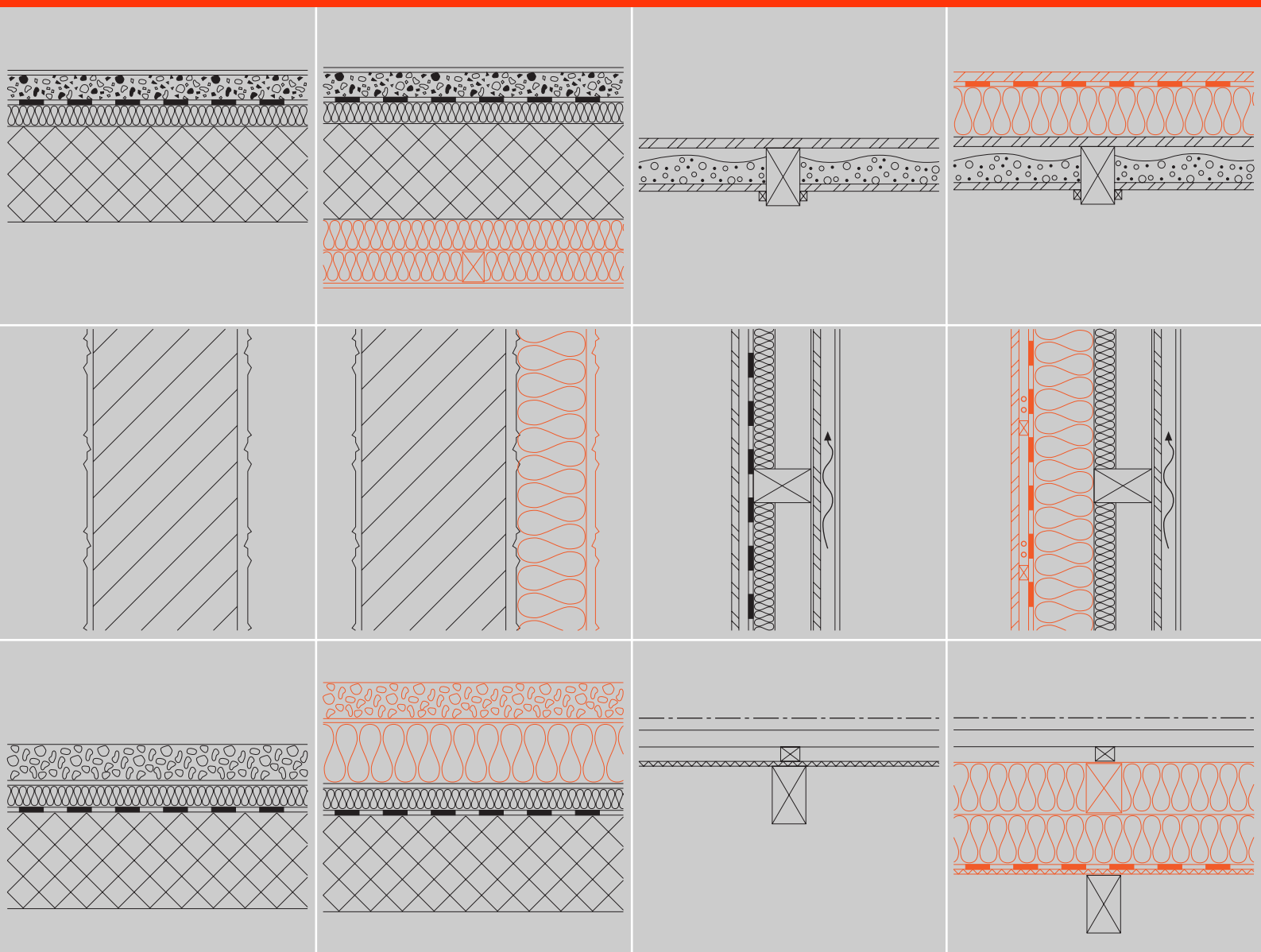
Fensterskizze mit Vermassung	<b>Rahmen</b> Material: _____ Rahmen- $U$ -Wert: $U_f =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Projektionsfläche des Rahmens: $A_f =$ _____ $\text{m}^2$
	<b>Verglasung</b> Glasbezeichnung: _____ Produkt/Typ: _____ Glas- $U$ -Wert: $U_g =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ Projektionsfläche des Glases: $A_g =$ _____ $\text{m}^2$
	<b>Glasrandverbund</b> Material des Abstandhalters: <input type="checkbox"/> Aluminium <input type="checkbox"/> Edelstahl <input type="checkbox"/> Kunststoff / Butyl Längenbezogener- $U$ -Wert: $\Psi_g =$ _____ $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ Perimeterlänge des Glasrands: $L_g =$ _____ $\text{m}$
Rahmenanteil: $A_f =$ _____ %	Projektionsfläche des Fensters: $A_w =$ _____ $\text{m}^2$

**Tab.  $A_w$** 

$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot L_g}{A_w} =$	$U_w =$ _____ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
--	--







# **EnergieSchweiz**

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern  
 Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · Medien/Dokumentation: Tel. 031 323 22 44, Fax 031 323 25 10  
 office@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch

BBL-Bestellnummer 805.155 d