



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

# WÄRMEBRÜCKENKATALOG FÜR MINERGIE-P-BAUTEN

## IN ERGÄNZUNG ZUM WÄRMEBRÜCKEN- KATALOG DES BFE

### Schlussbericht

Ausgearbeitet durch

**Gregor Notter, Hochschule Luzern, Technik & Architektur**

Technikumstrasse 21, 6048 Horw, [gregor.notter@hslu.ch](mailto:gregor.notter@hslu.ch), [www.hslu.ch/technik-architektur](http://www.hslu.ch/technik-architektur)

**Urs-Peter Menti, Hochschule Luzern, Technik & Architektur**

Technikumstrasse 21, 6048 Horw, [urs-peter.menti@hslu.ch](mailto:urs-peter.menti@hslu.ch), [www.hslu.ch/technik-architektur](http://www.hslu.ch/technik-architektur)

**Marco Ragonesi, Ragonesi Strobel & Partner**

Schützenstrasse 8, 6003 Luzern, [info@rsp-bauphysik.ch](mailto:info@rsp-bauphysik.ch), [www.rsp-bauphysik.ch](http://www.rsp-bauphysik.ch)

## **Impressum**

Datum: 31. Januar 2008

**Im Auftrag des Bundesamt für Energie**, Forschungsprogramm Energie in Gebäuden

BFE-Projektnummer 102260

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

Bezugsort der Publikation: [www.energieforschung.ch](http://www.energieforschung.ch)

Für den Inhalt ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Hinweise .....	2
Hinweise zu den Berechnungen.....	3
Rolladensturz.....	5
Fensterleibung.....	7
Fensterbrüstung .....	9
Wandanschluss an Kellerdecke .....	11
Sockel.....	17
Dachrand .....	19

## Allgemeine Hinweise

Der vorliegende Wärmebrückenkatalog für Minergie-P-Bauten ist eine Ergänzung zum bestehenden Wärmebrückenkatalog (Bestellnummer 805.159d) des Bundesamts für Energie aus dem Jahre 2002.

Zur Erreichung der Primäranforderung ist für Minergie-P-Bauten (und für Passivhäuser) ein U-Wert gegen Aussenklima von etwa  $0.1 \text{ W/m}^2\text{K}$  notwendig. Der bestehende Wärmebrückenkatalog deckt Konstruktionen bis zu einem U-Wert von  $0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$  ab, tiefere Werte fehlen. Deshalb basieren die nachfolgenden, ergänzenden Berechnungen auf einem U-Wert von  $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$  bei Bauteilen gegen Aussenklima.

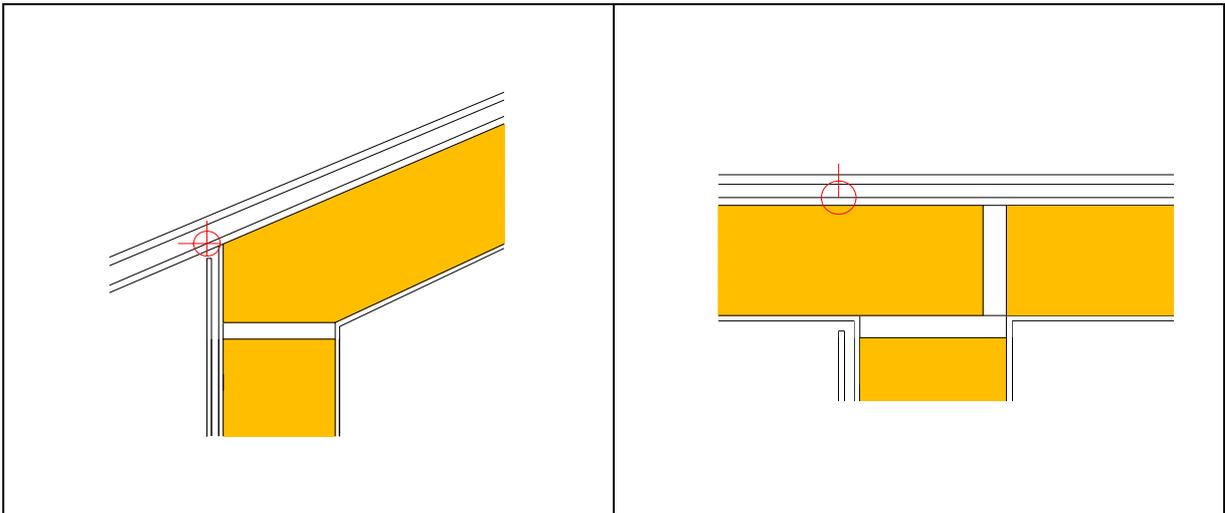
Je besser die Gebäudehülle gedämmt ist, umso mehr Bedeutung kommt den Wärmebrücken zu. Der vorliegende Wärmebrückenkatalog soll Planenden für die häufigsten Wärmebrücken Werte liefern, so dass nicht jede Wärmebrücke mittels einer Finite-Elemente-Berechnung (FE) berechnet werden muss.

Die theoretischen Grundlagen und die Berechnungsverfahren können dem bestehenden Wärmebrückenkatalog, Kapitel 1 und 2, entnommen werden. Alle Berechnungen basieren auf den Normen und Publikationen des bestehenden Wärmebrückenkatalogs. Es wurden die jeweils neusten Ausgaben verwendet.

Mit diesem Wärmebrückenkatalog können ohne speziellen Nachweis der objektspezifischen Detaillösungen die nachstehend aufgeführten Katalogwerte (schlechteste Werte) in der Systemberechnung nach SIA 380/1 für Minergie-P-Bauten eingesetzt werden. Die Berechnungen wurden immer für die ungünstigste Situation durchgeführt (Worst-case), d.h. in Realität sollten keine schlechteren Werte resultieren. Bessere Werte oder andere Einbausituationen sind nach wie vor mittels Wärmebrücken-Berechnungsprogrammen zu berechnen und für entsprechende Nachweise zu belegen.

## Hinweise zu den Berechnungen

### Trauf- und Ortdetail bei Holzleichtkonstruktionen:



Diese Wärmebrücken können in der Regel vernachlässigt werden, wenn die Wärmedämmebene lückenlos ausgeführt wird.

### Dachrandabschlüsse:

Dachrandabschlüsse mit massiven Brüstungen und Stahlblechprofilen werden auf Seite 21 behandelt. Alle übrigen Dachrandabschlüsse sind zu berechnen.

### Dachflächenfenster in Steildächern (Holzleichtbaukonstruktionen):

Für Dachfenster welche oberhalb der Dämmebene eingebaut werden und deren Rahmen und Futter (Höhe < 10 cm) ringsum mit 8 cm gedämmt wird, ist ein  $\Psi$ -Wert von  $\geq 0.25 \text{ W/mK}$  einzusetzen. Alle übrigen Einbausituationen sind nachzuweisen.

### Oblichter in Flachdächern:

Die Aufsatzkränze und transparenten Bauteile sind mit deren Fläche und U-Wert in die Systemberechnungen einzusetzen. Ein linearer Wärmebrückenzuschlag ist für den Übergang Aufsatzkranz - transparentes Bauteil nachzuweisen.

### Deckenaufleger:

Die Wärmebrücke bei Deckenauflagern in Holzleichtkonstruktionen und bei Kompakt-Aussenwärmendämmung können vernachlässigt werden.

### Kragplattenanschlüsse und Balkonverankerungen:

Diese Wärmebrücken sind immer mit einem Berechnungsprogramm nachzuweisen, beziehungsweise es sind verlässliche Angaben der Hersteller einzusetzen (Atteste sind einem Zertifizierungsantrag beizulegen).

### Gebäudesockel:

Bei Aussenwänden in Holzleichtbauweise und der Bodendämmung gegen unbeheizt über der Kellerdecke kann auf den Nachweis der Wärmebrücke verzichtet werden.

### Kombination von linearen und punktuellen Wärmebrücken:

Sind Kombinationen von linearen (Wandscheiben) und punktuellen (Stützen) Wärmebrücken bei Betondecken vorhanden, so sind die  $\Psi$ - und  $X$ -Werte mit ihren Abwicklungen beziehungsweise deren Anzahl zu berücksichtigen. Diese Wärmebrücken sind mit einem Berechnungsprogramm oder Katalogwerten nachzuweisen.

**Stützen:**

Die  $\chi$ -Werte für Stahl- und Betonstützen können dem bestehenden Wärmebrückenkatalog, Kapitel 6.1, entnommen werden.

**Negative Wärmebrücken:**

Bei einigen Konstruktionen und Bausituationen sind negative  $\Psi$ -Werte möglich. Da bei den U-Wert-Berechnungen die wiederkehrenden Wärmebrücken oft nicht berücksichtigt werden, wird empfohlen für deren Kompensation auf negativen Wärmebrücken zu verzichten.

Werden negative  $\Psi$ -Werte im Systemnachweis eingesetzt, so sind diese mittels einer Berechnung nachzuweisen.

**Randbedingungen für alle Fensterdetails**

U-Wert Holz-Rahmen	1.30 W/m <sup>2</sup> K
U-Wert Holz-Metall-Rahmen	1.40 W/m <sup>2</sup> K
U-Wert Kunststoffrahmen	1.30 W/m <sup>2</sup> K
U-Wert Glas	0.50 W/m <sup>2</sup> K
$\Psi$ - Glasrandverbund	0.05 W/mK

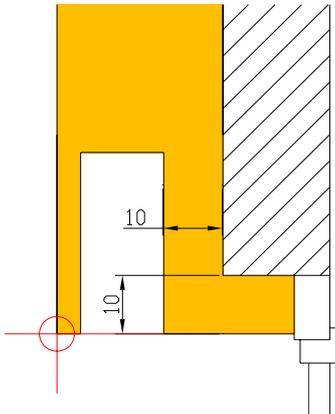
## Rollladensturz

Nischenhöhe 30 cm. Nachfolgende Werte berücksichtigen den Sturz und Fenstereinbau

### Aussenwärmedämmung verputzt oder hinterlüftete Fassadenbekleidung

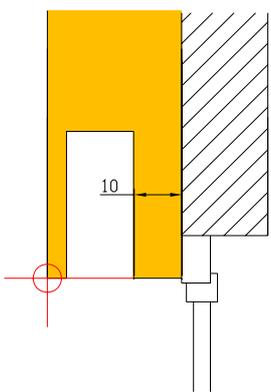
#### Zwischenleibung innen

(Wärmebrücken katalog BFE Nr. 4.1-A1)

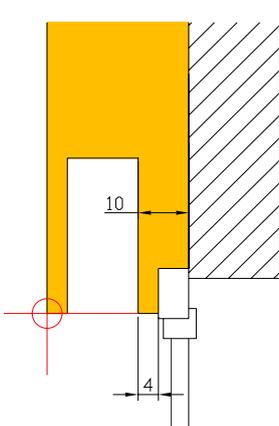
	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.17	0.22	0.19
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

#### Zwischenleibung aussen

(Wärmebrücken katalog BFE Nr. 4.1-A5)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.15	0.20	0.16
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

#### Aussenanschlag auf Mauerwerk

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.15	0.19	0.17
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.00 W/mK			

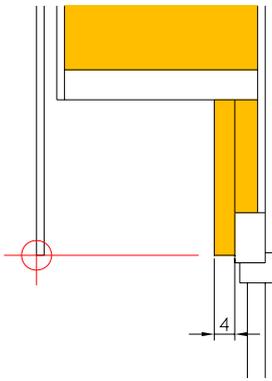
## Rollladensturz

Nischenhöhe 30 cm. Nachfolgende Werte berücksichtigen den Sturz und Fenstereinbau

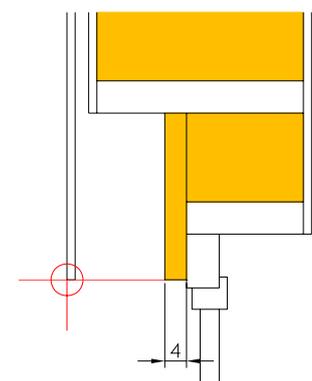
### Inhomogene Holzleichtkonstruktionen

#### Zwischenleibung innen

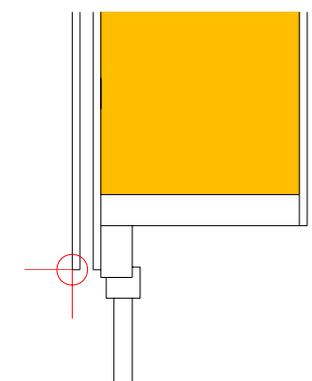
(Wärmebrückenatatalog BFE Nr. 4.1-H3)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.16	0.20	0.18
	Zuschlag für Rahmenüberdeckung mit 8 cm Wärmedämmung			

#### Zwischenleibung mittig

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.16	0.20	0.18
	Zuschlag für Rahmenüberdeckung mit 8 cm Wärmedämmung			

#### Zwischenleibung aussen

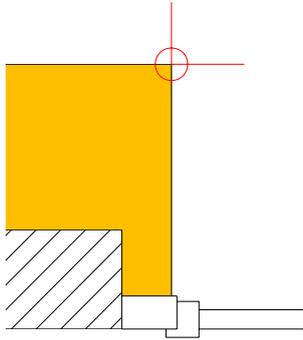
	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.18	0.21	0.21

## Fensterleibung

Aussenwärmedämmung verputzt oder hinterlüftete Fassadenbekleidung

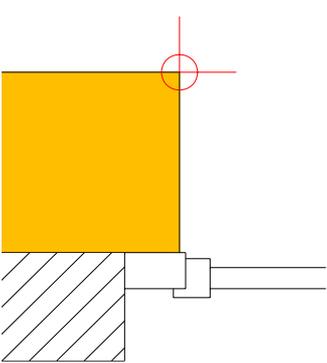
Zwischenleibung innen

(Wärmebrückenatlog BFE Nr. 5.1-A1)

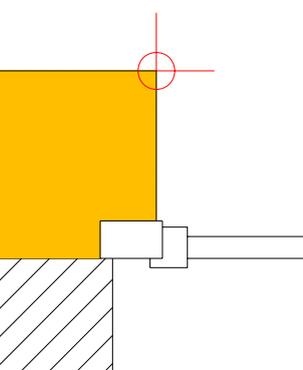
	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.13	0.19	0.15
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

Zwischenleibung aussen

(Wärmebrückenatlog BFE Nr. 5.1-A3)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.11	0.16	0.12
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

Aussenanschlag auf Mauerwerk

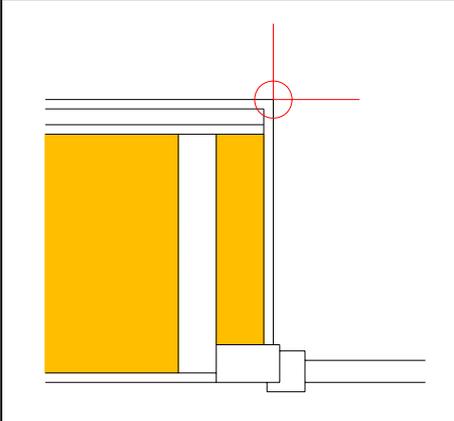
	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.10	0.14	0.11
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.00 W/mK			

## Fensterleibung

### Inhomogene Holzleichtkonstruktionen

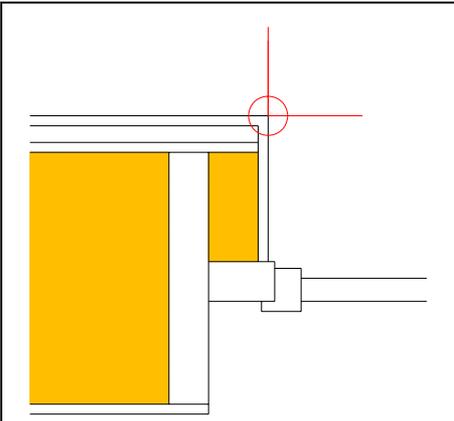
#### Zwischenleibung innen

(Wärmebrücken katalog BFE Nr. 5.1-H2)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.13	0.17	0.15

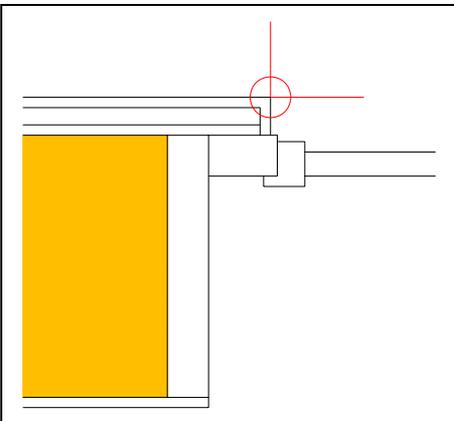
#### Zwischenleibung mittig

(Wärmebrücken katalog BFE Nr. 5.1-H3)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.12	0.17	0.14

#### Zwischenleibung aussen

(Wärmebrücken katalog BFE Nr. 5.1-H4)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.18	0.21	0.21

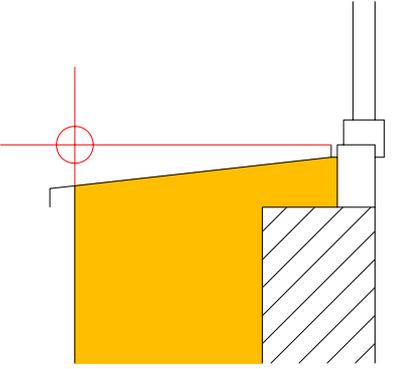
## Fensterbrüstung

Metallfensterbank

**Aussenwärmedämmung verputzt oder hinterlüftete Fassadenbekleidung**

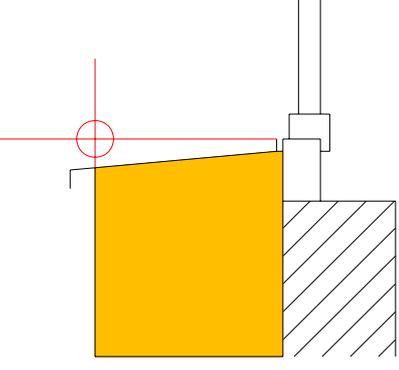
Zwischenleibung innen

(Wärmebrückenatolog BFE Nr. 5.2-A1)

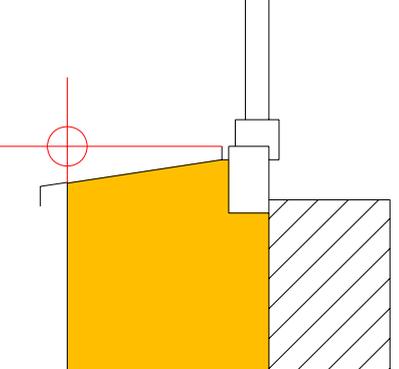
	<b>U-Wert Wand</b> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>Fenstertyp</b> Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	<b>0.10</b>	0.14	0.20	0.19
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

Zwischenleibung aussen

(Wärmebrückenatolog BFE Nr. 5.2-A7)

	<b>U-Wert Wand</b> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>Fenstertyp</b> Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	<b>0.10</b>	0.12	0.18	0.13
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

**Aussenanschlag auf Mauerwerk**

	<b>U-Wert Wand</b> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>Fenstertyp</b> Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	<b>0.10</b>	0.10	0.15	0.12
	Zuschlag für Mauerwerk Stahlbeton + 0.01 W/mK			

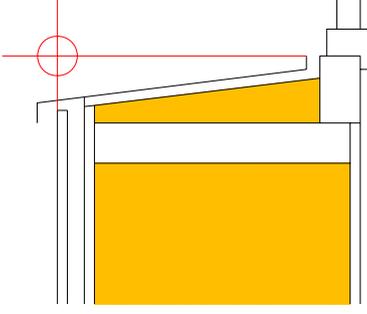
# Fensterbrüstung

Metallfensterbank

## Inhomogene Holzleichtkonstruktionen

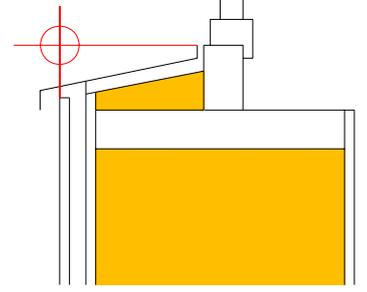
### Zwischenleibung innen

(Wärmebrückenatatalog BFE Nr. 5.2-H2)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.15	0.19	0.19

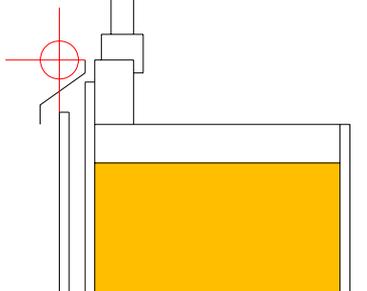
### Zwischenleibung mittig

(Wärmebrückenatatalog BFE Nr. 5.2-H3)

	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.14	0.17	0.17

### Zwischenleibung aussen

(Wärmebrückenatatalog BFE Nr. 5.2-H4)

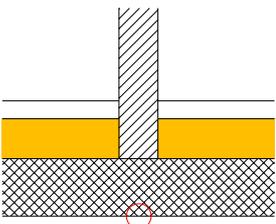
	U-Wert Wand [W/m <sup>2</sup> K]	Fenstertyp Ψ-Wert [W/mK]		
		Holz	Holz-Metall	Kunststoff
	0.10	0.18	0.21	0.21

## Wandanschluss an Kellerdecke

Flächenheizung ( $T_{VL} = 30^{\circ}\text{C}$ )

Zementunterlagsboden: 8 cm; Raumtemperatur UG:  $10^{\circ}\text{C}$

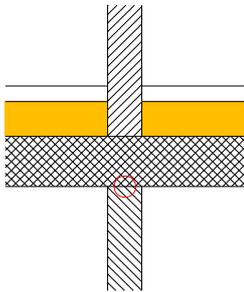
### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. ( $\lambda = 0.16$ W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.38	0.33	0.13	
15	----	0.41	0.35	0.13	
17.5	----	0.43	0.37	0.13	
20	1.01	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.07 W/mK.

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Kalksandstein, in der Stärke wie die Wand EG

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. ( $\lambda = 0.16$ W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.38	0.32	0.12	
15	----	0.41	0.33	0.12	
17.5	----	0.43	0.35	0.12	
20	----	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.07 W/mK.

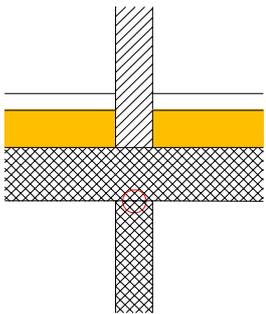
## Wandanschluss an Kellerdecke

Flächenheizung ( $T_{VL} = 30^{\circ}\text{C}$ )

Zementunterlagsboden: 8 cm; Raumtemperatur UG:  $10^{\circ}\text{C}$

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

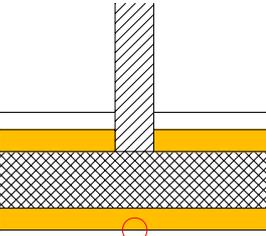
Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 20 cm Stärke

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. ( $\lambda = 0.16$ W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.38	0.32	0.12	
15	----	0.41	0.34	0.12	
17.5	----	0.43	0.35	0.12	
20	1.02	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.06 W/mK.

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. ( $\lambda = 0.16$ W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.15	0.14	0.12	
15	----	0.15	0.14	0.12	
17.5	----	0.16	0.14	0.12	
20	0.16	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.01 W/mK.

## Wandanschluss an Kellerdecke

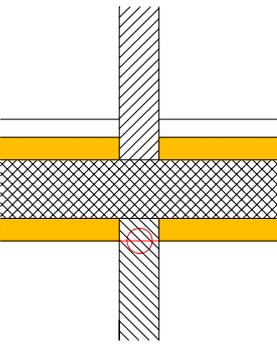
### Flächenheizung ( $T_{VL} = 30^{\circ}\text{C}$ )

Zementunterlagsboden: 8 cm; Raumtemperatur UG:  $10^{\circ}\text{C}$

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Kalksandstein, in der Stärke wie die Wand EG

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

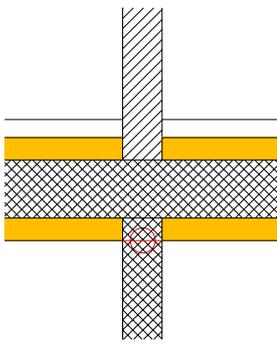
	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.36	0.32	0.25	
15	----	0.39	0.35	0.25	
17.5	----	0.42	0.37	0.25	
20	----	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.05 W/mK.

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 20 cm Stärke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.51	0.44	0.30	
15	----	0.53	0.45	0.30	
17.5	----	0.54	0.46	0.30	
20	0.78	----	----	----	

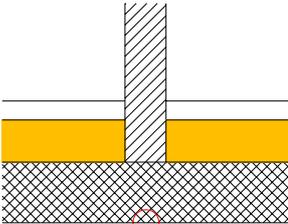
<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.07 W/mK.

## Wandanschluss an Kellerdecke

### Ohne Flächenheizung

Zementunterlagsboden: 6 cm; Raumtemperatur UG: 10°C

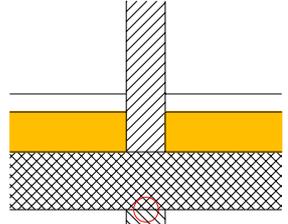
### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.21	0.16	0.02	
15	----	0.23	0.18	0.02	
17.5	----	0.25	0.19	0.02	
20	1.01	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.05 W/mK.

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Kalksandstein, in der Stärke wie die Wand EG

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.21	0.16	0.02	
15	----	0.23	0.18	0.02	
17.5	----	0.25	0.19	0.02	
20	1.27	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.05 W/mK.

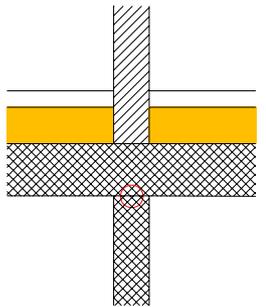
## Wandanschluss an Kellerdecke

### Ohne Flächenheizung

Zementunterlagsboden: 6 cm; Raumtemperatur UG: 10°C

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

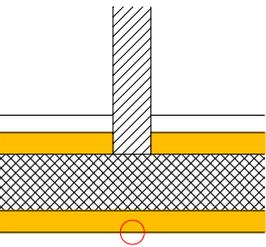
Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 20 cm Stärke

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.21	0.16	0.02	
15	----	0.23	0.18	0.02	
17.5	----	0.25	0.19	0.02	
20	0.80	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.05 W/mK.

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.05	0.04	0.01	
15	----	0.05	0.04	0.01	
17.5	----	0.06	0.04	0.01	
20	0.10	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.01 W/mK.

## Wandanschluss an Kellerdecke

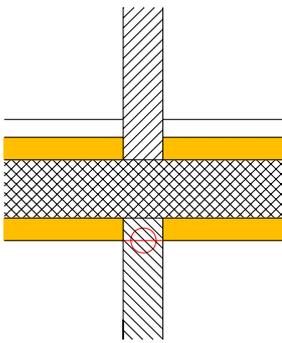
### Ohne Flächenheizung

Zementunterlagsboden: 6 cm; Raumtemperatur UG: 10°C

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Kalksandstein, in der Stärke wie die Wand EG

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

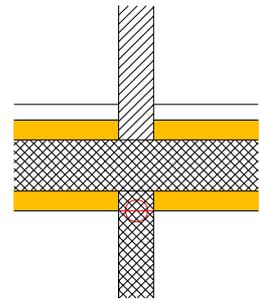
	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.19	0.16	0.09	
15	----	0.21	0.17	0.09	
17.5	----	0.24	0.19	0.09	
20	----	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.04 W/mK.

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 20 cm Stärke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	U-Wert Boden [0.12 W/m <sup>2</sup> K]	Material Wand EG Ψ-Wert [W/mK]			
	Wandstärke EG [cm]	Stahlbeton	Backstein	Backstein <sup>1</sup> mit wärmed. Mauerfussel. (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm	Inhomogen (Holzständer) beidseitig je 15 mm Gipskartonpl.
12.5	----	0.28	0.23	0.09	
15	----	0.30	0.24	0.09	
17.5	----	0.31	0.25	0.09	
20	0.59	----	----	----	

<sup>1</sup> Beidseitig verputzt bis auf Betondecke. Wird nur bis OK wärmedämmendes Mauerfusselement verputzt, so reduzieren sich die obigen Werte um 0.05 W/mK.

## Sockel

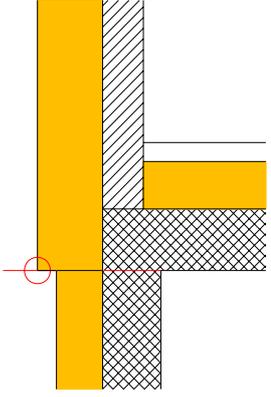
### Flächenheizung ( $T_{VL} = 30^{\circ}\text{C}$ )

Zementunterlagsboden: 8 cm; Raumtemperatur UG:  $10^{\circ}\text{C}$

U-Wert Aussenwand EG:  $0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$ ; U-Wert Boden zu UG:  $0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

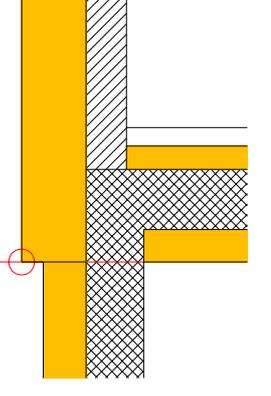
Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 25 cm Stärke

	Material Wand EG		
	U-Wert Kellerwand [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Stahlbeton	Backstein
0.10	0.21	0.06	0.04
0.18	0.22	0.06	0.04
0.25	0.22	0.06	0.04

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 25 cm Stärke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	Material Wand EG		
	U-Wert Kellerwand [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ]	Stahlbeton	Backstein
0.10	0.19	0.10	0.05
0.18	0.20	0.09	0.05
0.25	0.21	0.09	0.05

## Sockel

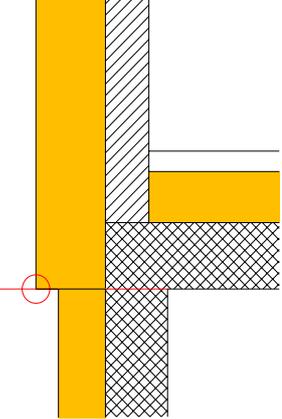
### Ohne Flächenheizung

Zementunterlagsboden: 6 cm; Raumtemperatur: UG 10°C;

U-Wert Aussenwand EG: 0.10 W/m<sup>2</sup>K; U-Wert Boden zu UG: 0.12 W/m<sup>2</sup>K

### Gesamte Wärme- und Trittschalldämmung über der Kellerdecke

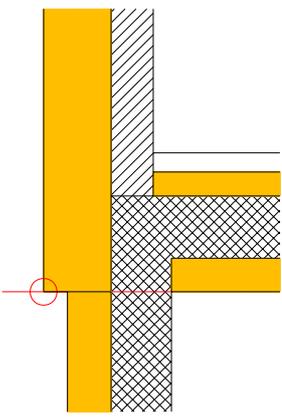
Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 25 cm Stärke

	Material Wand EG			
	U-Wert Kellerwand [W/m <sup>2</sup> K]	Stahlbeton	Backstein	Backstein mit wärmed. Mauerfusselement (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm
0.10	0.15	0.01	0.00	
0.18	0.15	0.02	0.00	
0.25	0.16	0.02	0.00	

### Wärme- und Trittschalldämmung über / unter der Kellerdecke

Wand Untergeschoss: Stahlbeton, 25 cm Stärke

Wärmedurchlasswiderstand R ober- und unterhalb der Kellerdecke gleich gross

	Material Wand EG			
	U-Wert Kellerwand [W/m <sup>2</sup> K]	Stahlbeton	Backstein	Backstein mit wärmed. Mauerfusselement (λ = 0.16 W/mK) h = 9 cm
0.10	0.11	0.03	0.01	
0.18	0.12	0.05	0.01	
0.25	0.13	0.05	0.02	

## Dachrand

### Brüstung massiv

Dämmung Innerkant Brüstung: 10 cm mit Lambda-Wert 0.033 W/mK

Dämmung auf Brüstungskrone: 6 cm mit Lambda-Wert 0.033 W/mK

	<b>U-Wert Aussenwand und Dach je</b> <b>0.10 W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>Material Brüstung</b> <b>Ψ-Wert [W/mK]</b>		
	<b>Höhe der Brüstung ab OK Wärmedämmschicht Dach</b> <b>[cm]</b>	Stahlbeton	Kalksandstein	Backstein
	<b>25</b>	0.12	0.09	0.04
	<b>50</b>	0.15	0.10	0.05
	<b>75</b>	0.17	0.10	0.05
<b>100</b>	0.19	0.11	0.05	

### Dachrand mit Stahlblechprofilen (Stärke 1 mm, Lambda = 60 W/mK)

Stahlprofilblech in Z-Form oben auf Betondecke befestigt

Thermische Trennung zwischen Betondecke und Stahlblech mit Lambda-Wert 0.038 W/mK

	<b>U-Wert Aussenwand und Dach je</b> <b>0.10 W/m<sup>2</sup>K</b>	<b>Material Aussenwand</b> <b>Ψ-Wert [W/mK]</b>		
	<b>Stärke der thermisch trennenden Schicht</b> <b>[mm]</b>	Stahlbeton	Kalksandstein	Backstein
	<b>00</b>	0.12	0.11	0.11
	<b>10</b>	0.07	0.07	0.07
	<b>20</b>	0.05	0.05	0.05
<b>30</b>	0.04	0.04	0.04	