

# Bauphysik



## Wärmeschutz | Feuchteschutz | Anforderungen

### Wärmeschutz am Gebäudesockel

Wände und Stützen stellen Durchdringungen der Gebäudehülle und damit der Dämmebene, sogenannte Wärmebrücken, dar. Wärmebrücken sind lokale Bauteilbereiche in der Gebäudehülle, bei denen ein erhöhter Wärmeverlust vorliegt. Hierbei entstehen auch niedrige Wandoberflächentemperaturen und die Gefahr von Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall. Die Wärmebrücke wird über die Wärmedurchgangskoeffizienten  $\psi$  und  $\chi$  als Kenngrößen für den Energieverlust bewertet sowie durch den Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$ , dem die warmseitige Wandoberflächentemperatur zugrunde liegt, und der das Maß für die Gefahr von Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung darstellt.

### Feuchteschutz am Gebäudesockel

Feuchteschutz am Gebäude ist gleichbedeutend mit Bauschadenvermeidung. Daher ist das Gebäude bereits in der Planung auf potentielle Stellen von Tauwasserausfall zu prüfen. Besonderes Augenmerk muss auf gleichzeitiges Auftreten von materialbedingten und geometrischen Wärmebrücken gerichtet werden. Vor allem Außenecken neigen aufgrund dieser Kombination zu besonders geringen Wandoberflächentemperaturen. Auch Räume mit erhöhter Luftfeuchtigkeit (Schlafräume, Bad, Küche usw.), die an Außenwänden oder über kalten Bereichen wie zum Beispiel Tiefgaragen liegen, sind besonders gefährdet. Darüber hinaus kann es auch im Bauprozess zu großem Wassereintrag in den Gebäudesockel kommen, der in Kombination mit den Wärmebrücken eine erhöhte Gefahr für Schimmelpilzbildung birgt.

Neben der Gefahr von Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung verschlechtert sich auch die Wärmeleitfähigkeit feuchter Baustoffe: je feuchter der Baustoff ist, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit und desto geringer die Wärmedämmwirkung. Prinzipiell ist die Vermeidung von Tauwasserausfall in Wärmebrücken zu Tiefgaragen und unbeheizten Kellern immer zu prüfen.

### Auswirkungen von Wärmebrücken

- Gefahr von Schimmelpilzbildung
- Gefahr von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (Allergien etc.)
- Gefahr von Tauwasserausfall
- Erhöhter Heizenergieverlust
- Bauschadensrisiko

### Anforderungen an den Wärmeschutz

Regelungen zum Thema Wärmebrücken sind der OIB-Richtlinie 6 zu entnehmen. Darin ist folgend formuliert: „Generell sind Gebäude und Änderungen an solchen so zu planen und auszuführen, dass Wärmebrücken möglichst minimiert werden.“

Der dazugehörige Leitfaden „Energietechnisches Verhalten von Gebäuden“ regelt die Anforderungen im Detail und verweist auf die ÖNORM B 8110-6 zur Nutzenergieermittlung.

Die Ermittlung des Einflusses von Wärmebrücken auf den Wärmeverlust ist in ÖNORM B 8110-6 – Wärmeschutz im Hochbau Teil 6: Grundlagen und Nachweisverfahren – Heizwärmebedarf und Kühlbedarf, Ausgabe 2019-01-15 geregelt. Die Problematik Kondensat- und Schimmelbildung und das Nachweisverfahren dazu ist in ÖNORM B 8110-2 – Wärmeschutz im Hochbau Teil 2: Wasserdampfdiffusion und Kondensationsschutz, Ausgabe 2020-01-01 und den zugehörigen Beiblättern geregelt.

Die Mindestanforderung für den  $f_{Rsi}$ -Wert dient zur Vermeidung von Schädigungen der Bausubstanz durch Tauwasserausfall. Entweder können Wärmebrücken nach Wärmebrückenkatalogen ausgebildet werden, oder es muss ein  $f_{Rsi} > 0,7$  an der ungünstigsten Stelle der Konstruktion numerisch nachgewiesen werden.

	ÖNORM B 8110-2 und -6	Passivhaus
<b>Feuchteschutz</b>		
Temperaturfaktor	$f_{Rsi} > 0,7$	$f_{Rsi} \geq 0,7^{1)}$
<b>Wärmeschutz bei Wärmebrücken</b>		
Variante 1 Pauschale Berechnung	$\psi$ -Werte nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen	nicht möglich
Variante 2 Detaillierte Berechnung	genauer Nachweis über $\psi$ -Wert-Berechnung oder $\psi$ -Werte-Tabelle aus ÖNORM B 8110-6	genauer Nachweis über $\psi$ -Wert-Berechnung

### Info

1) Für kühl-gemäßigtes Klima, variabel abhängig von der Klimazone

## Produktkennwerte Wärmeschutz

### Kenngößen zur Beschreibung von Wärmebrücken

Um die Auswirkungen einer Wärmebrücke zu beschreiben, existieren mehrere Kenngößen. Die Eigenschaft von Schöck Sconnex® Wärmetransport zu verhindern, wird durch die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  beschrieben. Es handelt sich also um eine Produktkenngöße.

Des Weiteren gibt es Kenngößen, um die Anforderungen an den Feuchteschutz zu beschreiben:  $\Theta_{si,min}$  und  $f_{Rsi}$  sind Anforderungen an die Temperatur der warmseitigen Wandoberflächentemperatur eines Gebäudes, um Tauwasser- und Schimmelpilzbildung auszuschließen.

Darüber hinaus bestehen Anforderungen an den Energieverlust durch eine Wärmebrücke. Dieser wird für lineare Wärmebrücken mit dem  $\psi$ -Wert (längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient) und für punktuelle Wärmebrücken mit dem  $\chi$ -Wert (punktbezogener Wärmedurchgangskoeffizient) beschrieben.

Wärmetechnische Auswirkung	Kenngöße	Art der Wärmebrücke
Feuchteschutz		
Tauwasserausfall, Schimmelpilzbildung	$f_{Rsi}$ $\Theta_{si,min}$	alle
Wärmeschutz bei Wärmebrücken		
Energieverlust	$\psi$	linienförmig
	$\chi$	punktuell

### Info

$\psi$ ,  $\chi$ ,  $\Theta_{si,min}$  und  $f_{Rsi}$  werden immer für eine spezifische Wärmebrücke ermittelt – ein bestimmtes Konstruktionsdetail, in das Schöck Sconnex® eingebettet ist. Daher sind diese Werte konstruktionsabhängig. Während  $\lambda_{eq}$  und  $R_{eq}$  einzig die Wärmedämmwirkung von Schöck Sconnex® beschreiben. Ändert man also Eigenschaften der Konstruktion durch die Anpassung der Dämmdicke der Fußbodendämmung oder den verwendeten Schöck Sconnex® Typ, ändert sich auch der Wärmedurchgang durch die Wärmebrücke (und damit  $\psi$ ,  $\chi$ ,  $\Theta_{si,min}$  und  $f_{Rsi}$ ).

Die Verwendung von  $\lambda_{eq}$  und die Ermittlung von  $\psi$ ,  $\chi$ ,  $\Theta_{si,min}$  und  $f_{Rsi}$  wird im Abschnitt Nachweisverfahren erläutert.

### Äquivalente Wärmeleitfähigkeit $\lambda_{eq}$

Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  ist die Gesamtwärmeleitfähigkeit aller Komponenten eines Schöck Sconnex® und ist bei gleicher Dämmkörperdicke ein Maß für die Wärmedämmwirkung des Anschlusses. Je kleiner  $\lambda_{eq}$ , desto höher ist die Wärmedämmwirkung. Die  $\lambda_{eq}$ -Werte werden durch detaillierte Wärmebrückenberechnungen ermittelt. Da jedes Produkt eine individuelle Geometrie und Bestückung hat, ergibt sich für jeden Schöck Sconnex® ein individueller Wert.

Mit marktüblicher Wärmebrücken-Software kann mithilfe der thermischen Randbedingungen nach ÖNORM EN ISO 6946 eine Berechnung erfolgen. Damit können neben den Wärmeverlusten der Wärmebrücke ( $\psi$ -Wert) auch die Oberflächentemperaturen  $\Theta_{si}$  und damit auch der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  berechnet werden.

Die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  kann für den Wärmeschutz- und Passivhaus-Nachweis verwendet werden.

## Nachweisverfahren Feuchteschutz

Zur Einhaltung des Feuchteschutzes sind gemäß der ÖNORM B 8110-2 Grenzwerte für den Temperaturfaktor definiert, siehe Tabelle auf Seite 33. Die Nachweise sind wie folgt zu führen:

### Pauschale Berücksichtigung von Wärmebrücken

Die Mindestanforderungen können durch Einhaltung von Wärmebrückenkatalogen oder durch detaillierte Nachweise erfolgen.

### Detaillierter Wärmebrückennachweis

Wird eine Wärmebrücke im Detail untersucht, können bei der Berechnung von  $\psi$ - oder  $\chi$ -Werten die Kenngrößen für den Feuchteschutz,  $\Theta_{si,min}$  und  $f_{Rsi}$ , ermittelt und damit nachgewiesen werden. Das Vorgehen hierzu ist im Abschnitt Wärmeschutz-Nachweis für Wärmebrücken beschrieben.

### Sondernutzung

Liegen besondere Nutzungsbedingungen mit sehr hoher Luftfeuchtigkeit vor, wie beispielsweise in Waschräumen oder Schwimmbädern, bedarf der Feuchteschutznachweis besonderer Beachtung. Hier müssen Wärmebrücken hohe Anforderungen erfüllen und ein detaillierter Nachweis ist für einen sicheren Feuchteschutz erforderlich.

## Nachweisverfahren Wärmeschutz

### Nachweisvariante wählen

Variante 1	Variante 2
Pauschale Berechnung nach ÖNORM B 8110-6	Detaillierte Berechnung nach ÖNORM B 8110-6
$\Delta U_{WB} = 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$\psi_j$
Gemäß ÖNORM B 8110-6 $\psi$ -Werte nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen.	Dieser Ansatz ist nur zulässig, wenn Wärmebrückendetails durch Angaben in Atlanten oder durch FE-Berechnung nachgewiesen werden.

Anschlüsse, die mit Schöck Scconnex® ausgeführt werden, können nach jeder dieser Stufen nachgewiesen werden. Somit können Wärmebrücken entweder pauschal über Wärmebrückenkataloge oder über einen genauen Nachweis mit einem FE-Programm nachgewiesen werden.

Je nach Dämmniveau und angestrebtem Energiestandard ist es vorteilhaft, einen genauen Nachweis zu führen und somit eine genaue Abbildung der Wärmeverluste über die Wärmebrücken zu berechnen. Auf diese Weise wird ein niedrigerer Wert als bei den pauschalen Zuschlägen erreicht. Je höher die energetischen Anforderungen an ein Gebäude, umso wirtschaftlicher ist ein detaillierter Nachweis.

#### Variante 1 – Pauschale Berechnung nach ÖNORM B 8110-6

Leitwertzuschläge für Wärmebrücken  $L_\psi$  und  $L_x$  sind entweder gemäß ÖNORM EN ISO 10211 detailliert zu ermitteln oder dürfen vereinfacht Katalogen entnommen werden.

Wärmebrücken wie Außenwände an Keller oder Zwischendecken und auskragende Bauteile wie Balkone oder Innenstützen im Freien müssen berücksichtigt werden. Die  $\psi$ -Werte müssen nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 gewählt bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen entnommen werden.

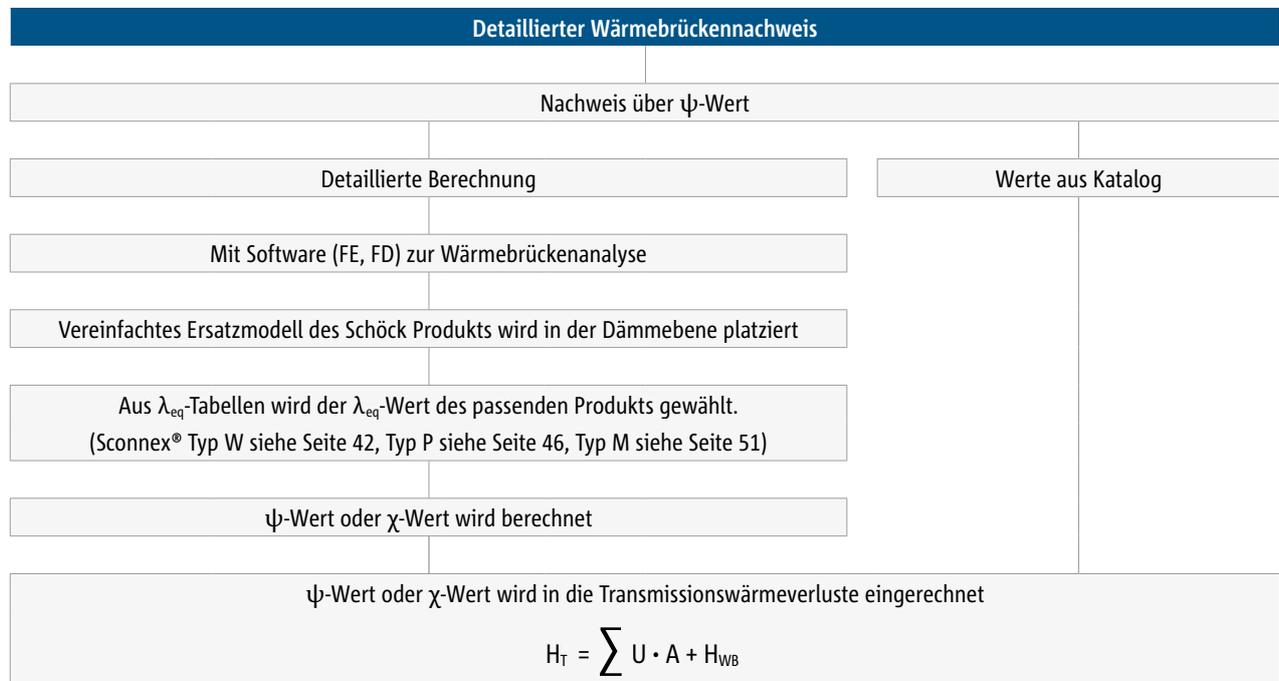
Innenwände an Keller dürfen unberücksichtigt bleiben (dies gilt jedoch nicht bei Innendämmung).

## Nachweisverfahren Wärmeschutz

### Variante 2 – Detaillierte Berechnung nach ÖNORM B 8110-6

Die Wärmebrückendetails sind in einschlägigen Wärmebrückenatlanten enthalten bzw. die Wärmebrücken werden mit Hilfe von FE-Programmen berechnet.

Alternativ können auch die Korrekturkoeffizienten  $\psi$  und  $\chi$  aus der ÖNORM B 8110-6 angesetzt werden.



Soll ein detaillierter Wärmebrückennachweis zur Ermittlung von  $\psi$ - oder  $f_{Rsi}$ -Werten geführt werden, kann für die Modellierung des Anschlussdetails der  $\lambda_{eq}$ -Wert verwendet werden. Dafür wird ein homogenes Rechteck mit den Abmessungen des Dämmkörpers des Schöck Sconnex® an dessen Position im Modell gesetzt und die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  zugewiesen, siehe Abbildung. So können die bauphysikalischen Kennwerte einer Konstruktion einfach errechnet werden.

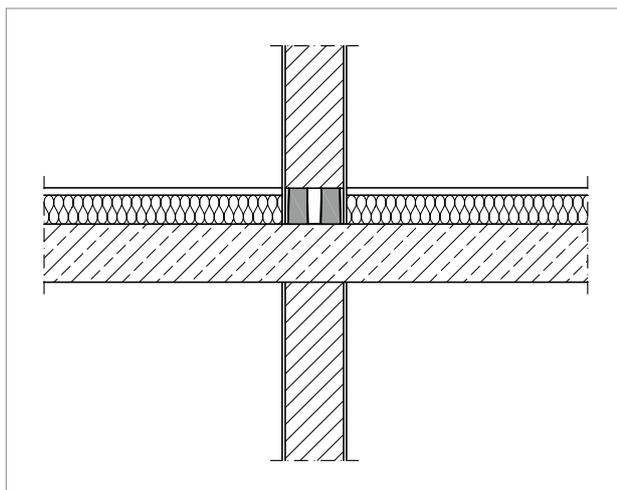


Abb. 42: Darstellung einer Schnittzeichnung mit detailliertem Schöck Sconnex® Modell

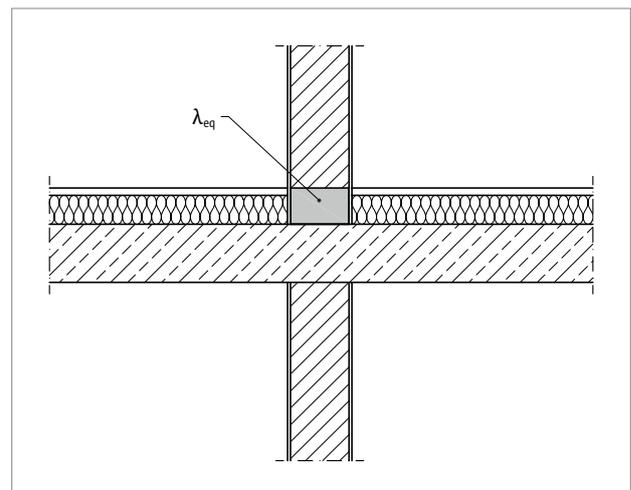


Abb. 43: Darstellung einer Schnittzeichnung mit vereinfachtem Ersatzdämmkörper

Zu beachten ist, dass der Ausschnitt aus der Konstruktion für das Modell so groß gewählt wird, dass die durch die Wärmebrücke beeinflussten Bereiche der umliegenden Konstruktion im Modell abgebildet sind. Ein Abstand von 2 Metern um die Wärmebrücke ist in der Regel ausreichend, um diese Randeffekte zu berücksichtigen.

## Wärmeschutz mit Schöck Sconnex® Typ W

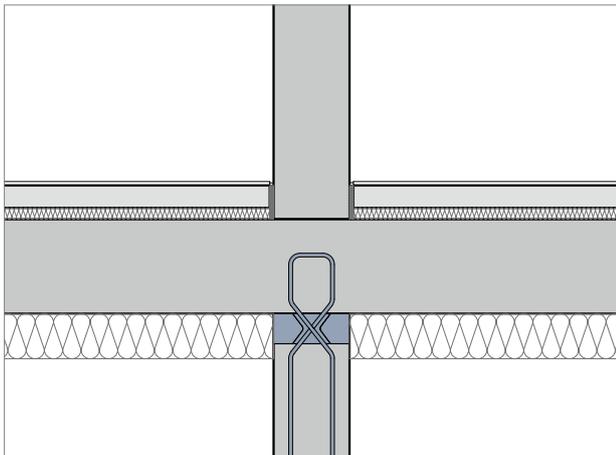


Abb. 44: Schöck Sconnex® Typ W bei Innenwand und Unterdeckendämmung

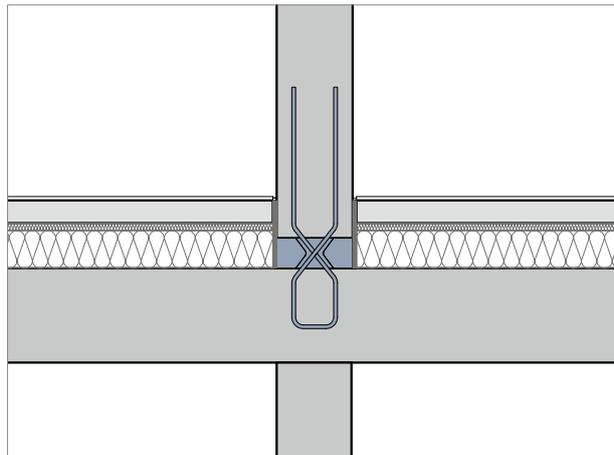


Abb. 45: Schöck Sconnex® Typ W bei Innenwand und Aufdeckendämmung

Schöck Sconnex® Typ W wird bei Stahlbetonwänden zur Dämmung der entstehenden Wärmebrücke im Anschlussdetail zu Geschossdecken und Bodenplatten am Wandfuß oder unterhalb von Geschossdecken am Wandkopf eingesetzt.

### Passivhausstandard mit Schöck Sconnex® Typ W

Aufgrund der sehr guten Wärmedämmleistung ist die mit Sconnex® Typ W angeschlossene Wand vom Passivhaus Institut in Darmstadt (PHI) als Passivhaus Komponente zertifiziert. Damit entspricht Schöck Sconnex® Typ W den höchsten energetischen Ansprüchen.

Für die Zertifizierung werden der Wärmedurchgangskoeffizient  $\psi$  und die minimale Innenoberflächentemperatur für einen Schöck Sconnex® Typ W in einer vorgegebenen Passivhauskonstruktion ermittelt. Diese Werte müssen den Anforderungen an die Qualität und den dafür definierten Grenzwerten des Passivhaus Instituts entsprechen.

### Unterdeckendämmung mit Schöck Sconnex® Typ W

Eine Unterdeckendämmung ist eine der gebräuchlichsten Lösungen zur Dämmung einer Tiefgaragen- oder Kellerdecke. Durch die Unterdeckendämmung wird die Geschossdecke in den beheizten Bereich des Gebäudes integriert. Aus Brandschutzgründen werden zumeist mineralische Dämmstoffe verwendet. Diese haben eine höhere Wärmeleitfähigkeit als EPS.

Mit Schöck Sconnex® werden alle normativen Anforderungen auch ohne Flankendämmung erfüllt. Tauwasserfreiheit ist gegeben und Energieverluste werden gesenkt. Der Temperaturfaktor  $f_{Rsi}$  liegt auf der sicheren Seite und der Wärmedurchgangskoeffizient wird signifikant verbessert (siehe Seite 40).

### Aufdeckendämmung mit Schöck Sconnex® Typ W

Mit Schöck Sconnex® Typ W können die normativen Anforderungen an die Wärmebrücken erfüllt und die  $\psi$ -Werte signifikant verbessert werden (siehe Seite 41). Die Verlegung der Dämmebene von unter der Decke auf die Decke ermöglicht ein wirtschaftliches Dämmsystem (günstigere Aufdeckendämmung). Der komplette Entfall jeglicher Dämmung im Kaltgeschoss eröffnet dem Architekten und Planer völlig neue Möglichkeiten bei Gestaltung und Optik von zum Beispiel Tiefgaragen oder Kellerräumen.

### **i** Tauwasserausfall

Bei Aufdeckendämmungen handelt es sich um ein innenliegendes Dämmkonzept, das zu Tauwasserausfall neigt. Die Menge des Tauwasserausfalls ist abhängig von der Außenlufttemperatur. Je nach Umgebungsbedingungen ist für die Erfüllung des Feuchteschutzes im Fußbodenaufbau die Anordnung einer Dampfsperre empfehlenswert.

Auf den folgenden Seiten finden Sie eine Übersicht der möglichen Ausführungsarten von Wandanschlüssen und die dazugehörigen wärme- und feuchtetechnischen Eigenschaften. Es wurden Konstruktionen mit vergleichbarem U-Wert gewählt.

## Wärmeschutz mit Schöck Sconnex® Typ W

### Bauphysikalische Eigenschaften eines Wandanschlusses

- Die Ausführung durchbetonierter Wände, die die Dämmebene der Decke durchstoßen, führt vielfach zu Bauschäden, da die warmseitige Wandoberflächentemperatur zu stark absinkt, siehe Beispiel auf Seite 40.
- Werden Wandanschlüsse mit Flankendämmung ausgeführt, verbessert sich die Situation energetisch, Bauschäden können jedoch nicht ausgeschlossen werden.
- Die Ausführung mit Schöck Sconnex® Typ W gewährleistet bauschadenfreie Lösungen und reduziert darüber hinaus den Energieverlust durch die Wärmebrücken erheblich. Da der Typ W punktuell eingesetzt wird, ist der dazwischenliegende Bereich ungestört gedämmt. Das und die geringe Wärmeleitfähigkeit der Produktkomponenten führen zu sehr niedrigen Energieverlusten.
- Außenwände und besonders Außenecken sind Situationen, in denen warmseitig niedrige Wandoberflächentemperaturen auftreten, besonders wenn darunter noch eine Tiefgarage anschließt. Allgemein gilt: Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenluft, desto kritischer ist die Situation. Ein an eine quer belüftete Tiefgarage angrenzender beheizter Raum ist daher kritischer, als ein an einen geschlossenen Keller angrenzender Raum. Bei Kellern ist jedoch der Fall kritisch, wenn diese direkt ans Erdreich grenzen. Bei unbeheizten Kellern gilt besonders die Übergangssituation im Frühjahr als problematisch.
- Bei einer Aufdeckendämmung kann die Tauwassersituation im Bauteilnachweis kritisch werden. Das Tauwasser fällt dabei zuerst zwischen Deckenplatte und darüber liegender Dämmung aus. Durch die Anordnung einer Dampfsperre unter dem Estrich wird die Situation jedoch massiv verbessert und führt in vielen Fällen zu einem erfolgreichen Bauteilnachweis. Bei einer reinen Aufdeckendämmung wird die Anordnung einer Dampfsperre dringend empfohlen.

## Thermischer Vergleich mit Schöck Scconnex® Typ W

Außenwand					
Unterdeckendämmung					
Durchbetoniert ohne Flankendämmung		Durchbetoniert mit Flankendämmung**		Konstruktion mit Schöck Scconnex®	
0,50	0,67*	0,28	0,72	0,12	0,81
$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$
Innenwand					
Unterdeckendämmung					
Durchbetoniert ohne Flankendämmung		Durchbetoniert mit Flankendämmung**		Konstruktion mit Schöck Scconnex®	
0,75	0,76	0,41	0,80	0,16	0,88
$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$

\*) Zielwert  $f_{Rsi,min} \geq 0,70$  nach ÖNORM B 8110-2 nicht eingehalten.

## Thermischer Vergleich mit Schöck Sconnex® Typ W

Außenwand					
Aufdeckendämmung					
Durchbetoniert ohne Flankendämmung		Durchbetoniert mit Flankendämmung		Konstruktion mit Schöck Sconnex®	
$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$
Innenwand					
Aufdeckendämmung					
Durchbetoniert ohne Flankendämmung		Durchbetoniert mit Flankendämmung		Konstruktion mit Schöck Sconnex®	
$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$	$\psi$ [W/(m·K)]	$f_{Rsi}$

\*) Zielwert  $f_{Rsi, min} \geq 0,70$  nach ÖNORM B 8110-2 nicht eingehalten.

## Thermischer Vergleich | Produktkennwerte Schöck Sconnex® Typ W

In der Übersicht wird deutlich, dass selbst bei Lösungen mit Flankendämmung die Anforderungen an den Mindestfeuchteschutz und damit die normativen Anforderungen in vielen Fällen nicht oder nur knapp erfüllt werden können. Hier besteht ein besonderes Risiko für Bauschäden. Selbst wenn die Anforderungen an den Feuchteschutz eingehalten sind, liegt der Energieverlust für die durchbetonierten Lösungen um ein Vielfaches über dem einer Lösung mit Schöck Sconnex®.

### ■ Randbedingungen für die Beispielkonstruktionen auf Seite 40 und 41

- Aufdeckendämmung:  $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$   
 Unterdeckendämmung:  $\lambda = 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ , für Detail \*\*:  $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- U-Wert der Decke bei Aufdeckendämmung:  $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- U-Wert der Decke bei Unterdeckendämmung:  $U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , für Detail \*\*:  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- U-Wert der Außenwand:  $U = 0,21 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
- Abstand Schöck Sconnex® Typ W-N1-V1H1: 1 pro Meter
- Wandstärke: 200 mm

### Produktkennwerte Schöck Sconnex® Typ W

Schöck Sconnex® Typ W	N1	N1-V1H1	Part Z
Kraftaufnahme			
B [mm]	$\lambda_{eq}$	$\lambda_{eq}$	$\lambda_{eq}$
150	0,398	0,454	0,036
180	0,333	0,378	0,036
200	0,301	0,341	0,036
240	0,254	0,286	0,036
250	0,245	0,276	0,036
300	0,208	0,233	0,036

- Eine Typenübersicht mit den passenden Anwendungsbereichen finden Sie auf Seite 8.
- $\lambda_{eq}$  Äquivalente Wärmeleitfähigkeit in  $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Schöck Sconnex® Typ W mit einer Breite von  $B = 150 \text{ mm}$  ist nicht Bestandteil der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Eine Anwendung ist nur nach Abstimmung mit dem Tragwerksplaner oder bei einer Zustimmung im Einzelfall möglich.
- Anzusetzende Bauteilhöhe = 80 mm
- Anzusetzende Produktlänge = 300 mm
- Die anzusetzende Bauteilbreite ergibt sich aus der Tabelle. Für andere Breiten dürfen die Zwischenwerte für  $\lambda_{eq}$  interpoliert werden.
- Für weitere Informationen zur Ermittlung der mittleren Wärmeleitfähigkeit eines Wandanschlusses siehe Seite 44

## Nachweisverfahren Wärmeschutz

### Variante 1 und 2 - Berechnung von ÖNORM B 8110-6

Wärmebrücken wie Außenwände an Keller oder Zwischendecken und auskragende Bauteile wie Balkone oder Innenstützen im Freien müssen berücksichtigt werden. Die  $\psi$ -Werte müssen nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 gewählt bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen entnommen werden.

Innenwände an Keller dürfen unberücksichtigt bleiben (dies gilt jedoch nicht bei Innendämmung).

### Detaillierter Wärmebrückennachweis

Für eine detaillierte Berechnung kann wie auf Seite 37 beschrieben ein homogener Block mit der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  für das Produkt angesetzt werden. Siehe dazu die nachfolgenden Abbildungen. Für ein Schöck Sconnex® Typ W wird in einem dreidimensionalen Modell ein Dämmkörper mit Länge 300 mm, Höhe 80 mm und dem  $\lambda_{eq}$ -Wert des jeweiligen Typ W angesetzt. Für den dazwischenliegenden Bereich a wird der Dämmwert der Zwischendämmung angesetzt. Mit diesem Modell kann einfach der  $\psi$ -Wert des Wandanschlusses errechnet werden.

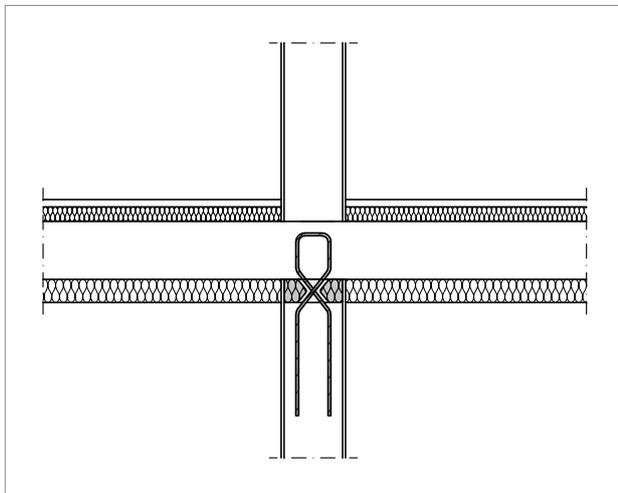


Abb. 46: Darstellung einer Schnittzeichnung mit detailliertem Schöck Sconnex® Modell

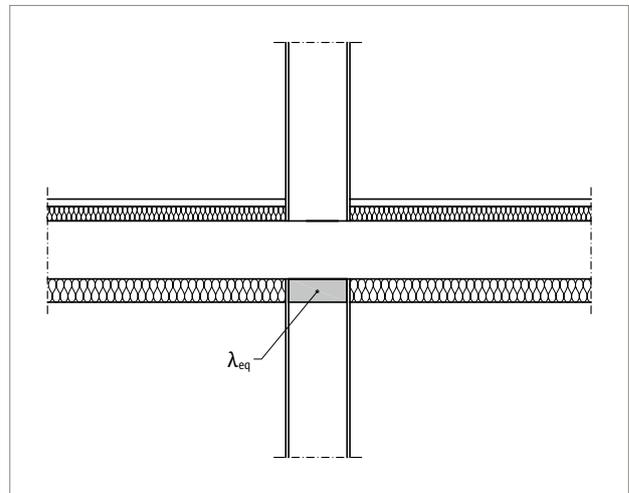


Abb. 47: Darstellung einer Schnittzeichnung mit vereinfachtem Ersatzdämmkörper

## Nachweisverfahren Wärmeschutz

Soll eine zweidimensionale Berechnung zur Ermittlung des  $\psi$ -Werts durchgeführt werden, kann die Wärmeleitfähigkeit von Schöck Sconnex® Typ W und der Zwischendämmung gemittelt werden (siehe nachfolgende Abbildung). Die mittlere Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{\text{eq,Mittel}}$  kann dann in ein zweidimensionales Modell eingesetzt werden (siehe Abbildungen auf Seite 43).

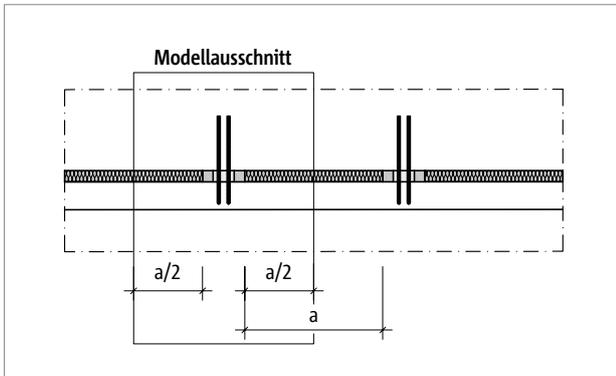


Abb. 48: Darstellung eines möglichen Modellausschnitts für eine dreidimensionale Modellierung eines Wandanschlussdetails, mit punktuell platzierten Schöck Sconnex® Typ W und dazwischenliegender Dämmung

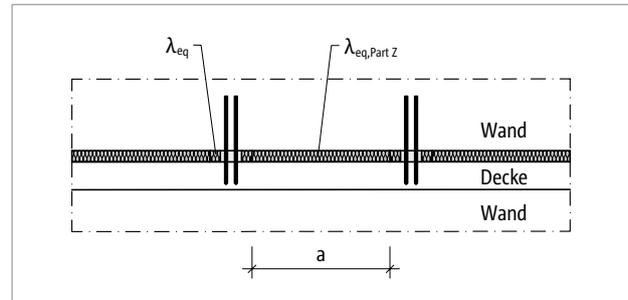


Abb. 49: Darstellung zweier Schnittachsen für die Ermittlung von  $\lambda_{\text{eq,Mittel}}$  eines Wandanschlussdetails, mit punktuell platzierten Schöck Sconnex® Typ W und dazwischenliegender Dämmung

$$\lambda_{\text{eq,Mittel}} = \frac{\lambda_{\text{eq}} \cdot 0,3 \text{ m} + \lambda_{\text{eq,Part Z}} \cdot a}{0,3 \text{ m} + a}$$

### Info

- $\lambda_{\text{eq,Mittel}}$  = Mittlere Wärmeleitfähigkeit des Anschlusses
- $\lambda_{\text{eq}}$  = Äquivalente Wärmeleitfähigkeit von Schöck Sconnex®
- $\lambda_{\text{eq,Part Z}}$  = Wärmeleitfähigkeit der Zwischendämmung, bei Verwendung von Schöck Sconnex® Typ W Part Z:  
 $\lambda_{\text{eq}} = 0,031 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- $a$  = Länge der Zwischendämmung = Elementachsabstand – 0,3 m
- Produktkennwerte  $\lambda_{\text{eq}}$  für Schöck Sconnex® Typ W und Typ W Part Z siehe Seite 42.

## Wärmeschutz mit Schöck Sconnex® Typ P

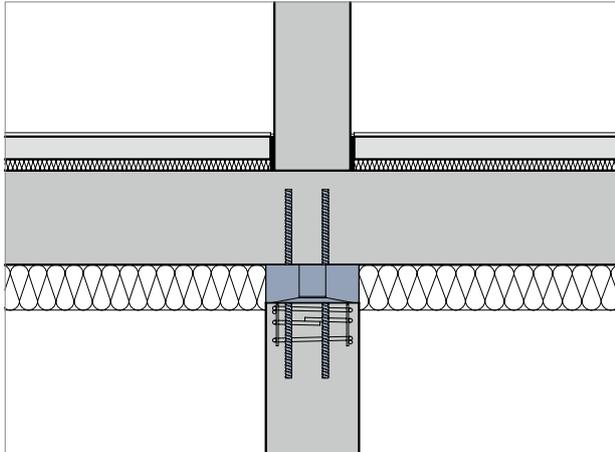


Abb. 50: Schöck Sconnex® Typ P bei Innenstützen und Unterdeckendämmung

Schöck Sconnex® Typ P wird bei Stahlbetonstützen zur Dämmung der entstehenden Wärmebrücke am Stützenkopf eingesetzt. Bei Bodenplatten ist in einigen Fällen auch der Einsatz am Stützenfuß möglich.

Stützen müssen hohe Lasten übertragen. Durchbetonierte Stützen sind auf Grund des hohen Wärmetransports punktuelle Wärmebrücken. Auch wenn eine Stütze mit Flankendämmung ausgeführt wird, kann dieser Energieverlust nur teilweise reduziert werden. Schöck Sconnex® Typ P wird hingegen gezielt in der Dämmebene eingesetzt.

Während bei einer durchbetonierten Stütze Beton mit der Wärmeleitfähigkeit  $\lambda = 1,6 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  und Betonstahl mit  $\lambda = 50 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  die Dämmebene durchdringen, unterbricht Schöck Sconnex® Typ P die Stahlbetonkonstruktion mit einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von  $\lambda_{\text{eq}} = 0,61 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ . Dieser niedrige Wert wird durch einen energetisch optimierten Leichtbeton und Glasfaserbewehrung mit  $\lambda = 0,9 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$  erreicht.

### Passivhausstandard mit Schöck Sconnex® Typ P

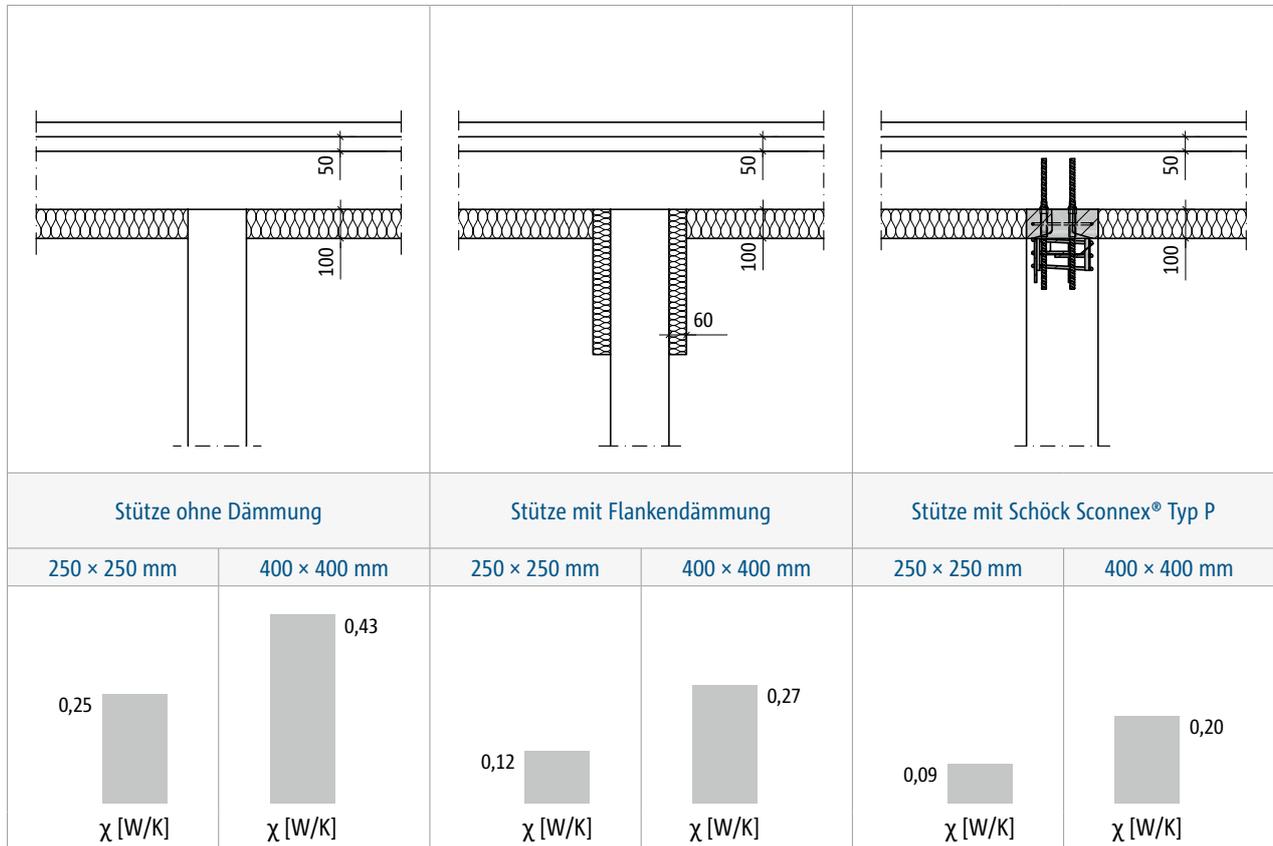
Aufgrund der sehr guten Wärmedämmleistung des Schöck Sconnex® Typ P ist die mit Sconnex® Typ P angeschlossene Stütze vom Passivhaus Institut in Darmstadt (PHI) als Passivhaus Komponente zertifiziert. Damit entspricht Schöck Sconnex® Typ P den höchsten energetischen Ansprüchen.

Für die Zertifizierung wird der Wärmedurchgangskoeffizient  $\chi$  und die minimale Innenoberflächentemperatur für einen Schöck Sconnex® Typ P in einer vorgegebenen Passivhauskonstruktion ermittelt. Diese Werte müssen den Anforderungen an die Qualität und den dafür definierten Grenzwerten des Passivhaus Instituts entsprechen.

## Thermischer Vergleich

### Thermischer Vergleich Schöck Sconnex® Typ P mit konstruktiver Dämmung

Für eine typische Konstruktion liegt der Wärmeverlust durch eine ungedämmte Stahlbetonstütze bei  $\chi = 0,25 \text{ W/K}$ . Bei einer Stütze mit 50 cm langer und 6 cm starker Flankendämmung reduziert sich der  $\chi$ -Wert auf  $\chi = 0,12 \text{ W/K}$ . Mit Schöck Sconnex® Typ P verkleinert sich der  $\chi$ -Wert auf  $\chi = 0,09 \text{ W/K}$ .



Damit ist die Lösung zum Beispiel mit Schöck Sconnex® Typ P-B250 um 64 % besser als die ungedämmte Wärmebrücke und um 25 % besser als die Ausführung mit Flankendämmung.

#### **i** Randbedingungen

- $\lambda$  Dämmung:  $0,04 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- U-Wert der Decke:  $0,24 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

#### Produktkennwerte Schöck Sconnex® Typ P

Schöck Sconnex® Typ		P
B [mm]	L [mm]	$\lambda_{eq}$
250	250	0,610
300	300	0,600
350	350	0,590
400	400	0,580

- Anzusetzende Bauteilhöhe = 100 mm
- $\lambda_{eq}$  Äquivalente Wärmeleitfähigkeit in  $\text{W/(m}\cdot\text{K)}$

## Nachweisverfahren Wärmeschutz

### Variante 1 und 2 - Berechnung von ÖNORM B 8110-6

Nur Stützen im Freien müssen gemäß ÖNORM B 8110-6 berücksichtigt werden.

Die  $\chi$ -Werte sind nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen zu berücksichtigen.

### Detaillierter Wärmebrückennachweis

Wenn privatrechtlich gefordert, kann auch ein detaillierter Nachweis nach der folgenden Methode geführt werden.

Schöck Sconnex® Typ P ist ein punktueller Anschluss und eine detaillierte Berechnung ist am besten dreidimensional durchzuführen. Dabei wird das Modell mit den Produktabmessungen modelliert und dafür die äquivalente Wärmeleitfähigkeit  $\lambda_{eq}$  eingesetzt. Der zusätzlich zum U-Wert der Decke auftretende Wärmeverlust ist somit der ermittelte  $\chi$ -Wert der Stütze.

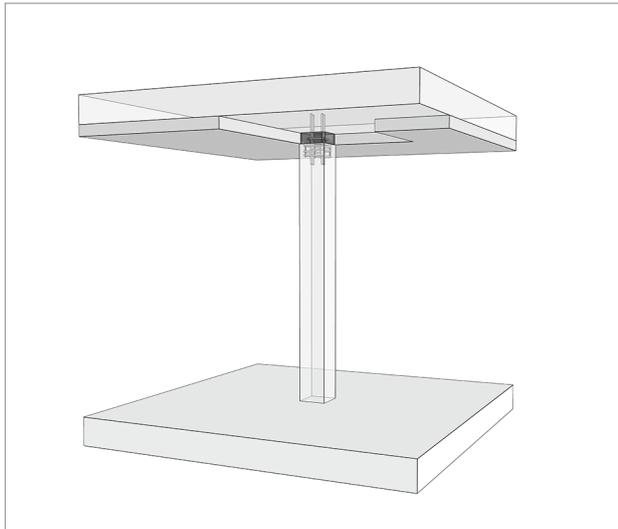


Abb. 51: Anschlussdetail mit detailliertem Schöck Sconnex® Modell

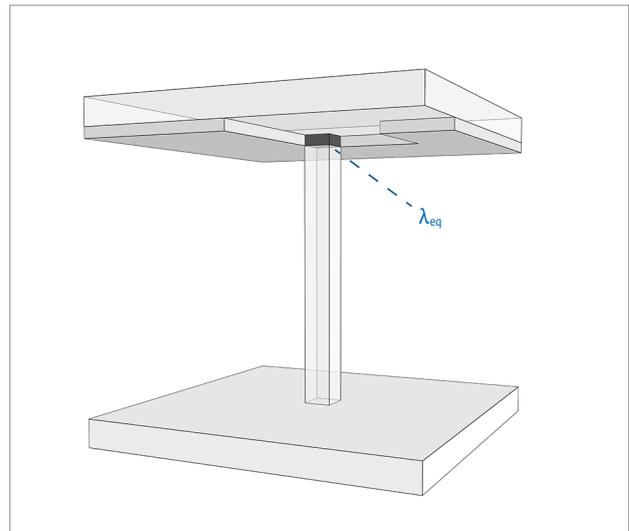


Abb. 52: Anschlussdetail mit vereinfachtem Ersatzdämmkörper

## Wärmeschutz mit Schöck Sconnex® Typ M

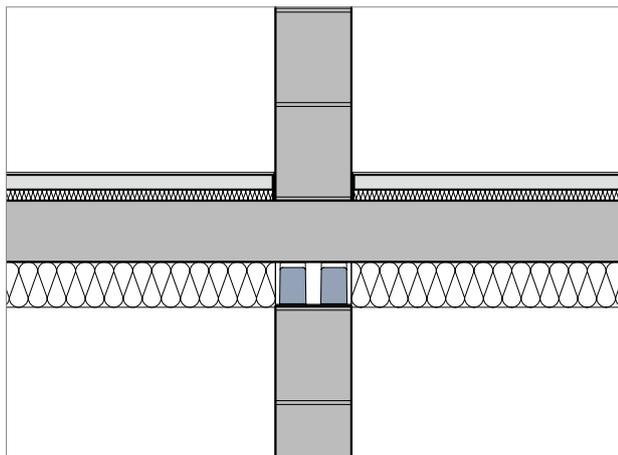


Abb. 53: Schöck Sconnex® Typ M in Mauerwerk bei Innenwand und Unterkendämmung

Schöck Sconnex® Typ M ist ein Dämmelement für die thermische Trennung von Mauerwerk. Die Wärmedämmelemente werden vorwiegend am Gebäudesockel als Wärmeschutz und Feuchteschutz eingesetzt. Gemäß Zulassung dienen sie als erste Steinreihe des Mauerwerks oberhalb oder unterhalb der Kellerdecke.

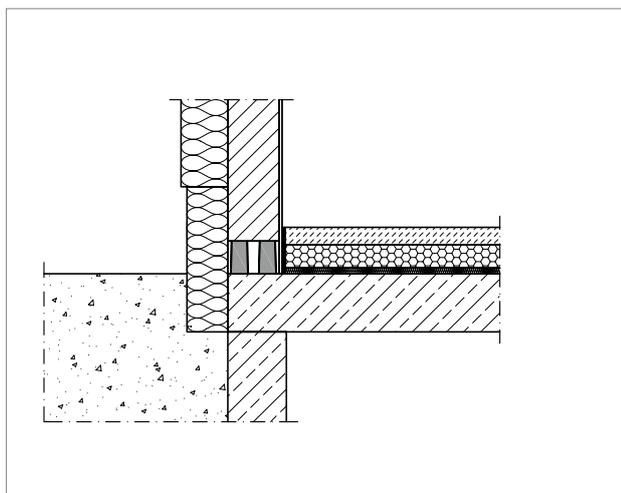


Abb. 54: Effiziente Wärmedämmung mit Schöck Sconnex® Typ M

### Feuchteschutz am Mauerfuß

Während der Bauphase wird am Mauerfuß eine große Menge an Wasser in den Rohbau eingetragen. Insbesondere die Steinschicht oberhalb der Kellerdecke bzw. auf der Bodenplatte ist von einer hohen Feuchtigkeitsbelastung betroffen.

Porige Dämmstoffe, die kapillar saugend sind, können große Mengen Feuchtigkeit aufnehmen. Durch den erhöhten Feuchtegehalt im Material kommt es zu einer drastischen Herabsetzung der Dämmeigenschaft. Denn je feuchter ein Baustoff ist, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit und desto geringer ist die Wärmedämmwirkung.

Die unterste Steinschicht auf Decken- oder Bodenplatte (Kimmschicht) weist durch den erhöhten Feuchtegehalt über eine sehr lange Zeit eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit auf. Eine verminderte Wärmedämmleistung am Mauerfuß, die mit reduzierten Oberflächentemperaturen einhergeht, ist die Folge. Dies führt zu Problemen wie Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung sowie zu einem erhöhten Wärmeverlust.

Die tragenden Wärmedämmelemente Schöck Sconnex® Typ M sind praktisch nicht kapillar saugend, als wasserabweisend klassifiziert und nehmen daher in der Bauphase nur eine vernachlässigbare Menge an Wasser auf. Bauschäden und Schimmelpilzbildung werden so vermieden. Die Kimmschicht gewährleistet somit von Tag 1 eine gleichbleibend hohe Wärmeleitfähigkeit.

## Wärmebrücke am Gebäudesockel

Mit der zunehmenden Verschärfung der Energieeffizienz von Gebäuden wird die Minimierung von Wärmebrücken immer entscheidender. Bei hoch wärmedämmten Gebäuden beträgt derzeit der Wärmebrückenanteil am gesamten Transmissionswärmeverlust des Gebäudes ca. 15 bis 20 %, wobei dieser Anteil hauptsächlich durch die Wärmebrücken Fensterlaibung (ca. 6 %), Balkonanschlüsse (ca. 3 % bei auskragenden Balkonen) sowie Außen- und Innenwandanschlüsse (ca. 10 %) bestimmt wird. Daraus ist ersichtlich, dass der Gebäudesockel auf Grund seiner großen Abwicklungslänge und der geometrischen Verhältnisse eine gravierende Wärmebrücke darstellt.

Die brisante Kombination von statisch hoch beanspruchten Außen- und Innenwänden ( $\lambda \approx 1,0\text{--}2,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ), die durch ihre unumgängliche Platzierung auf der Kellerdecke die Wärmedämmhülle des Gebäudes ( $\lambda \approx 0,04 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) durchdringen (Wärmedämmschicht auf den Außenwänden sowie die Wärmedämmschicht auf der Keller- oder Tiefgaragendecke), stellen eine große Herausforderung an eine effiziente Wärmedämmhülle dar.

### Einflussgrößen, die den Energieverlust am Gebäudesockel beeinflussen

Durch die Dämmung der Außenwände und der Vorsehung deckenunter- und/oder oberseitiger flächiger Dämmmaterialien im Bereich der Erdgeschossdecke wird der Wärmedurchgang durch die flächigen Bauteile größtenteils minimiert.

Im Zuge dieser zunehmenden flächigen Wärmedämmmaßnahmen gewinnen die Wärmebrücken immer mehr an Bedeutung. Durch flankierende Dämmmaßnahmen der konstruktionsbedingten Wärmebrücken (Herabziehen der Perimeterdämmung bis über den Schnittpunkt Wand/Decke (50–100 cm ab Deckenunterseite)) wird versucht, dieses kritische Detail zu entschärfen.

Die Ausführung mit Flankendämmung birgt jedoch das Risiko, dass auch hier die Mindestanforderung an den  $f_{\text{Rsi}}$ -Wert nicht eingehalten wird. Es ist somit immer darauf zu achten, dass die Ausführung mit Flankendämmung funktioniert.

Diese Problematik wird durch die materialbedingte Feuchteaffinität der Wandbaustoffe zusätzlich verstärkt. Insbesondere während des Bauzustands sind diese einer von außen kommenden Feuchtebeaufschlagung ausgesetzt. Das hohe kapillare Saugvermögen der porösen Bauteile führt zu einer Durchfeuchtung und damit zum Verlust der Wärmedämmwirkung. Ein signifikanter Abfall der Wärmedämmwirkung ist die Folge, die aufgrund einer allseitigen „Einpackung“ der ersten Steinschicht durch Dämmmaterial, Fußboden Aufbau, Putz etc. zu einem langwierigen, über mehrere Jahre andauernde Austrocknung der Wandbaustoffe führt. Während dieser Zeit verfügt der Wandbaustoff über eine drastisch verringerte Wärmedämmeigenschaft, die weit unter der angesetzten rechnerischen liegt. An den Innenoberflächen kann darüber hinaus diese Feuchte austreten – damit steigt das Risiko von Schimmelpilzbildung.

## Thermischer Vergleich Schöck Scconnex® Typ M mit konstruktiver Dämmung

### Ungedämmter Gebäudesockel

Beim ungedämmten Gebäudesockel unterbricht das aufgehende Mauerwerk die Wärmedämmhülle des Gebäudes zwischen der Außenwanddämmung und der Dämmung über der Kellerdecke. Dadurch bildet sich in Verbindung mit der hohen Wärmeleitfähigkeit der Mauersteine ( $\lambda \approx 1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ) eine massive Wärmebrücke am Gebäudesockel aus.

Das bedeutet:

- Erhöhter Wärmeverlust und dadurch erhöhte Heizkosten
- Absenkung der raumseitigen Oberflächentemperatur
- Gefahr von Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung

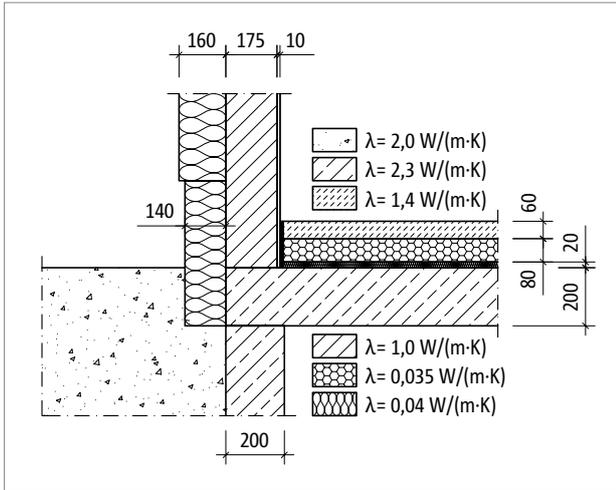


Abb. 55: Konstruktionsaufbau bei ungedämmtem Gebäudesockel

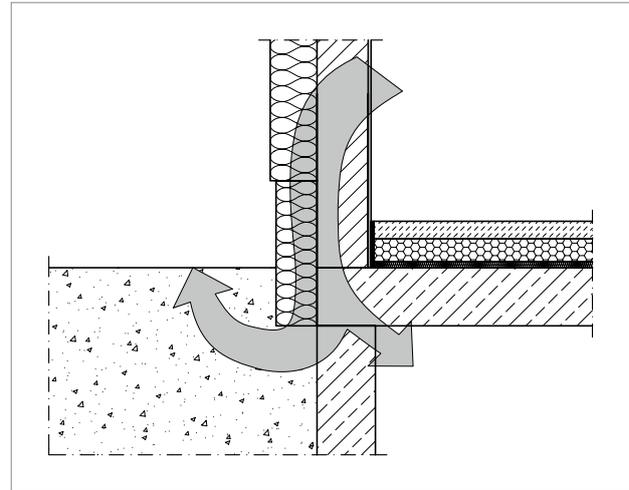
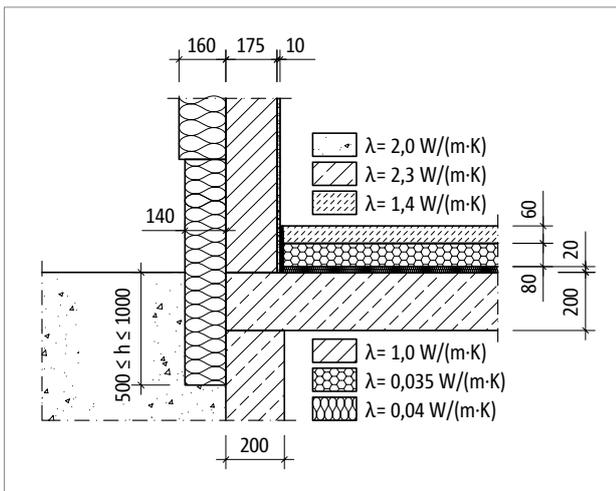


Abb. 56: Wärmeverlust bei ungedämmtem Gebäudesockel

### Konstruktive Dämmmaßnahmen

Zur Entschärfung der Wärmebrücke am Gebäudesockel wird häufig die Außenwanddämmung in Form einer Perimeterdämmung ins Erdreich weitergeführt (siehe nachfolgende Abbildung). Neben den nicht unerheblichen Kosten dieser Maßnahme ist auch die damit erzielbare Dämmwirkung unbefriedigend. Insbesondere ist ab einer Tiefe  $h$  von ca. 0,5 m keine Erhöhung der Dämmwirkung durch weiteres Herunterziehen der Perimeterdämmung mehr feststellbar.



Insgesamt kann durch diese konstruktive Dämmmaßnahme – unabhängig von der Tiefe – die Wärmedämmwirkung nur um ca. 50 % verbessert werden.

## Thermischer Vergleich | Produktkennwerte Schöck Sconnex® Typ M

### Dämmung mit Schöck Sconnex® Typ M

Das tragende Wärmedämmelement Schöck Sconnex® Typ M schließt die Lücke in der Wärmedämmung zwischen Außenwanddämmung und der Dämmung über der Kellerdecke. Dadurch entsteht eine durchgehende, sehr effiziente Wärmedämmung. Das bedeutet:

- Minimierter Wärmeverlust und dadurch Heizkostensparnis
- Erhöhung der raumseitigen Oberflächentemperatur deutlich über die kritische Schimmelpilztemperatur
- Keine Gefahr von Schimmelpilzbildung und Tauwasserausfall
- Gesundes Raumklima

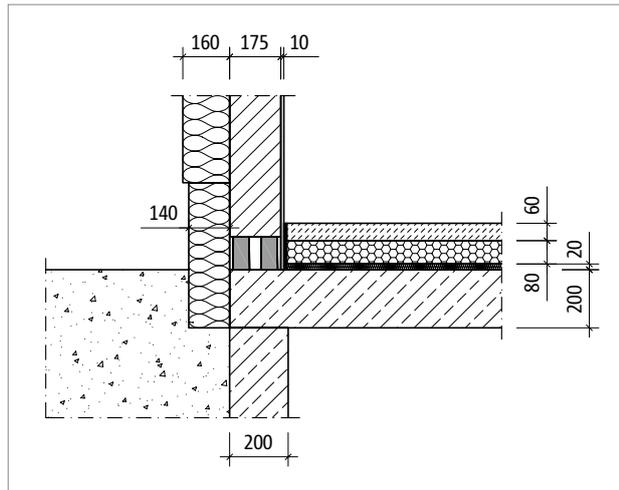


Abb. 57: Effiziente Wärmedämmung mit Schöck Sconnex® Typ M

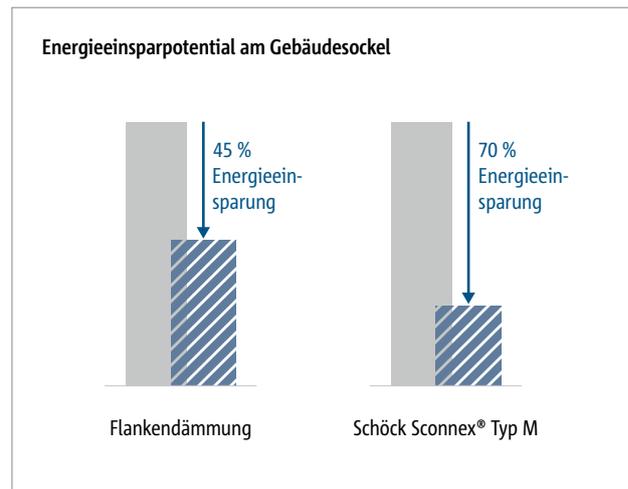


Abb. 58: Energieeinsparpotential möglicher Dämmmaßnahmen im Vergleich zum ungedämmten Gebäudesockel

Im Vergleich zum theoretisch ideal gedämmten Gebäudesockel wird deutlich, dass Schöck Sconnex® Typ M die beste Wärmedämmwirkung der hier gezeigten Alternativen aufweist. Durch eine konstruktive Dämmmaßnahme kann nur weniger als die Hälfte der Wärmedämmwirkung des ideal gedämmten Gebäudesockels erwirkt werden, wohingegen durch den Einsatz von Schöck Sconnex® Typ M eine 70-prozentige Dämmwirkung erreicht wird.

Des Weiteren nimmt Schöck Sconnex® Typ M durch die wasserabweisenden Eigenschaften seiner Materialien in der Bauphase nur eine vernachlässigbare Menge an Wasser auf. Dadurch ist die hohe wärmedämmende Wirkung von Anfang an gegeben.

### Produktkennwerte Schöck Sconnex® Typ M

Schöck Sconnex® Typ M	N1	N2
B [mm]	$\lambda_{eq}$	$\lambda_{eq}$
115	0,182	0,248
150		
175		
200		
240		

- Anzusetzende Bauteilhöhe = 113 mm
- $\lambda_{eq}$  Äquivalente Wärmeleitfähigkeit in W/(m·K)

Dieser Wert kann verwendet werden, um damit in einer geeigneten Software den Wärmedurchlasswiderstand ( $\psi$ -Wert) für eine Konstruktion zu ermitteln.

## Nachweisverfahren Wärmeschutz | Schallschutz

### Variante 1 und 2 - Berechnung von ÖNORM B 8110-6

Die Wärmebrücke Außenwand an Keller oder Zwischendecken müssen gemäß ÖNORM B 8110-6 berücksichtigt werden. Die  $\psi$ -Werte müssen nach Anhaltswerten gemäß ÖNORM EN ISO 14683 gewählt bzw. einschlägigen Wärmebrückenkatalogen entnommen werden.

Innenwände an Keller dürfen unberücksichtigt bleiben (dies gilt jedoch nicht bei Innendämmung).

### Detaillierter Wärmebrückennachweis

Der detaillierte Wärmebrückennachweis wird wie auf Seite 37 dargestellt geführt.

Dabei kann der Schöck Sconnex® Typ M wie in der folgenden Abbildung vereinfacht modelliert werden und die  $\lambda_{eq}$ -Werte aus Seite 51 angesetzt werden.

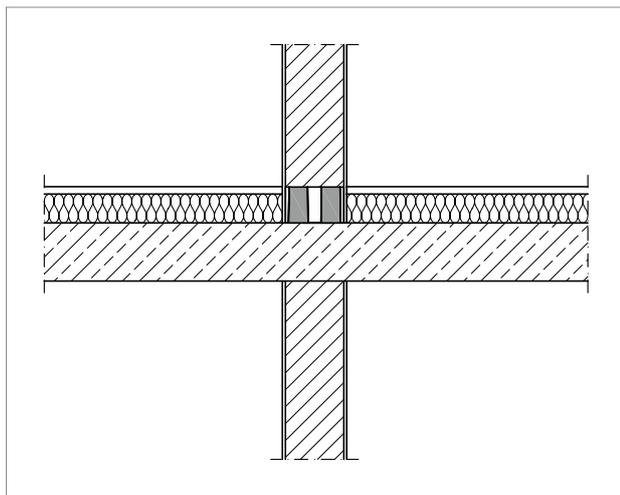


Abb. 59: Darstellung einer Schnittzeichnung mit detailliertem Schöck Sconnex® Modell

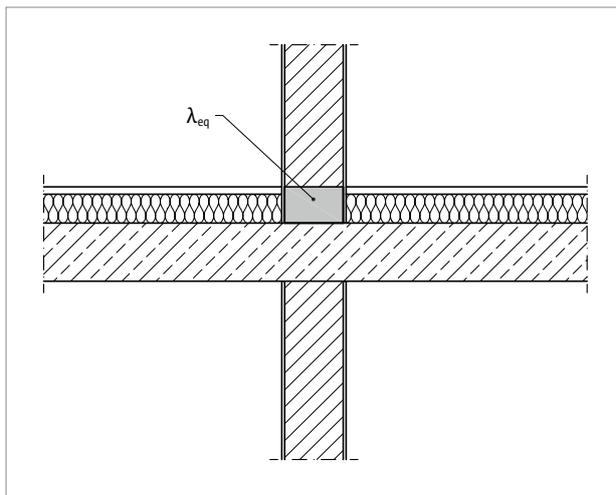


Abb. 60: Darstellung einer Schnittzeichnung mit vereinfachtem Ersatzdämmkörper

### Schallschutz

Nach den Ergebnissen der schalltechnischen Messungen im Prüfstand wird das Luftschalldämmverhalten einer Wand mit eingebautem Schöck Sconnex® Typ M nicht beeinträchtigt (siehe Prüfbericht Nr. L 97.94 – P 18 und Ergänzung P 225/02 vom 29.07.2002, ITA – Ingenieurgesellschaft für Technische Akustik, Wiesbaden).

Zu beachten ist hierbei, dass z. B. durch das vollständige (mindestens einseitige) Verputzen der Wand keine „Luftschallbrücken“ durch Undichtigkeiten in der Wand (z. B. undichte Stoßstellen) auftreten.