

## Technische Information

### Schöck Novomur®

Oktober 2016



**Anwendungstechnik  
Telefon-Hotline und  
technische Projektbearbeitung**

Tel. 07223 967-567

Fax 07223 967-251

[awt.technik@schoeck.de](mailto:awt.technik@schoeck.de)



**Anforderung und Download  
von Planungshilfen**

Tel. 07223 967-435

Fax 07223 967-454

[schoeck@schoeck.de](mailto:schoeck@schoeck.de)

[www.schoeck.de](http://www.schoeck.de)



**Seminarangebot und  
Vor-Ort-Beratung**

Tel. 07223 967-435

Fax 07223 967-454



# Schöck Novomur®

## Inhalt

	<b>Seite</b>
<b>Bauphysik</b>	
Wärmeschutz	4 - 6
Feuchteschutz	7
Wärmebrücke am Gebäudesockel	8
Dämmmaßnahmen im Vergleich	9 - 12
Herleitung $\lambda_{eq}$	13 - 14
Wärmeschutznachweis	15 - 16
Brandschutz	17
Brandschutz und Schallschutz	18

---

Schöck Novomur/Schöck Novomur® light	19 - 24
--------------------------------------	---------

# Bauphysik

## Wärmeschutz

### Allgemeines

Wärmebrücken sind Bauteilbereiche, in denen material- oder konstruktionsbedingt ein höherer Wärmeabfluss stattfindet als in den angrenzenden Bereichen. Aus dem höheren Wärmeabfluss resultiert eine Absenkung der raumseitigen Oberflächentemperaturen im Wärmebrückenbereich.

Man unterscheidet u.a. zwischen **geometrischen** und **materialbedingten** Wärmebrücken, wobei in den meisten Fällen Kombinationen dieser beiden Arten auftreten. Typische Beispiele einer rein geometrischen Wärmebrücke sind Wandecken und -kanten. Eine rein stoffliche Wärmebrücke liegt z. B. vor, wenn der homogene Wandaufbau durch eine gut wärmeleitende, lokale Materialinhomogenität gestört ist. Balkonplattenanschlüsse stellen eine Kombination aus einer geometrischen (Kühlrippeneffekt) und stofflichen Wärmebrücke (Mauerwerk/Stahlbeton) dar. Ebenso setzt sich die Wärmebrücke am Gebäudesockel aus geometrischen und stofflichen Anteilen zusammen.

Der über die Wärmebrücke abfließende Wärmestrom ist umso höher, je größer die Differenz zwischen der Raumlufttemperatur und der Außenlufttemperatur ist.

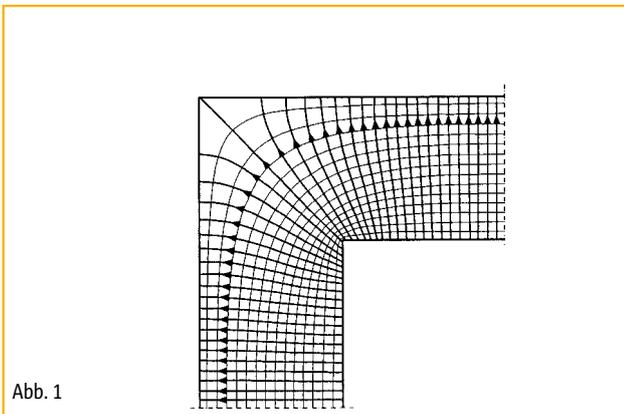


Abb. 1

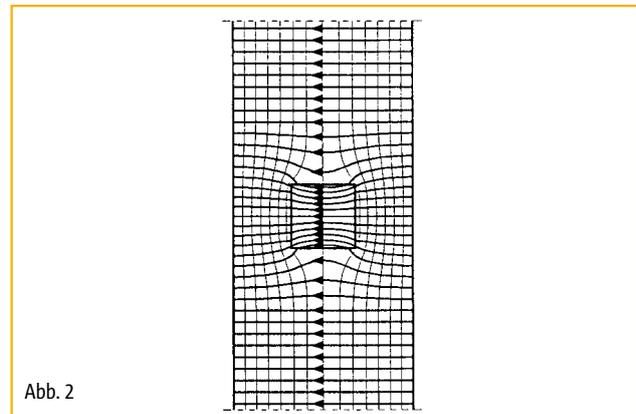


Abb. 2

Wärmestromlinien (Pfeile) und Isothermen bei einer ausspringenden Gebäudeecke (Abb. 1; rein geometrische Wärmebrücke) und bei einem durch eine gut wärmeleitende Materialinhomogenität gestörten Wandaufbau (Abb. 2; rein stoffliche Wärmebrücke). Wärmestromlinien und Isothermen stehen stets senkrecht aufeinander.

Aufgrund des erhöhten Wärmeabflusses im Wärmebrückenbereich ergeben sich wärmeschutztechnische Auswirkungen:

#### ► Erhöhter Heizenergiebedarf

Zur Aufrechterhaltung der Raumtemperaturen muss zusätzliche Heizenergie aufgebracht werden, sodass mit Heizkostensteigerungen gerechnet werden muss.

#### ► Gefahr von Schimmelpilzwachstum und Tauwasserausfall

Aufgrund der Absenkung der raumseitigen Oberflächentemperaturen erhöht sich die relative Luftfeuchte an der Oberfläche des Wärmebrückenbereichs. Dadurch wird das Risiko von Schimmelpilzwachstum erhöht (siehe Abb. 4, Seite 5). Unterschreitet die minimale Oberflächentemperatur die Taupunkttemperatur, so kommt es zu Tauwasserausfall (siehe Abb. 3, Seite 5), was in der Folge gravierende Bauschäden nach sich ziehen kann.

# Bauphysik

## Wärmeschutz

### Taupunkttemperatur

Die Taupunkttemperatur  $\Theta_t$  eines Raumes ist diejenige Temperatur, bei der die in der Raumluft vorhandene Feuchtigkeit nicht mehr von der Raumluft gehalten werden kann und dann in Form von Wassertröpfchen abgegeben wird. Die relative Raumluft-Feuchte beträgt dann 100 %.

Die Luftschichtbereiche der Raumluft, welche direkten Kontakt mit kälteren Bauteiloberflächen haben, nehmen aufgrund dieses Kontaktes die Temperatur der kalten Bauteiloberfläche an. Liegt die minimale Oberflächentemperatur einer Wärmebrücke unterhalb der Taupunkttemperatur, so wird die Lufttemperatur direkt an dieser Stelle ebenfalls unterhalb der Taupunkttemperatur liegen. Das hat zur Folge, dass die in dieser Raumluftschicht enthaltene Feuchtigkeit in Form von Tauwasser an der kalten Oberfläche abgegeben wird: Tauwasser „fällt aus“.

Die Taupunkttemperatur hängt nur von der Raumluft-Temperatur und der Raumluft-Feuchte ab (siehe Abbildung 3). Je höher die Raumluft-Feuchte und je höher die Raumluft-Temperatur, desto höher ist die Taupunkttemperatur, d. h. desto eher bildet sich an kälteren Oberflächen Tauwasser.

Das übliche Raumluftklima in Innenräumen liegt im Mittel bei ca. 20 °C und bei ca. 50 % relativer Raumluft-Feuchte. Das ergibt eine Taupunkttemperatur von 9,3 °C. In stärker feuchtebelasteten Räumen, wie z. B. im Bad, werden auch höhere Feuchten von 60 % und mehr erreicht. Entsprechend höher liegt die Taupunkttemperatur und das Risiko von Tauwasserbildung nimmt zu. So beträgt die Taupunkttemperatur bei einer Raumluft-Feuchte von 60 % bereits 12,0 °C (siehe Abbildung 3). An der Steilheit der Kurve in Abbildung 1 erkennt man sehr gut diese sensible Abhängigkeit der Taupunkttemperatur von der Raumluft-Feuchte: bereits kleine Erhöhungen der Raumluft-Feuchte führen zu einer wesentlichen Erhöhung der Taupunkttemperatur der Raumluft. Dies hat eine deutliche Erhöhung des Risikos von Tauwasserausfall an den kalten Bauteiloberflächen zur Folge.

### Schimmelpilztemperatur

Die für das Schimmelpilzwachstum notwendige Feuchtigkeit auf Bauteiloberflächen wird bereits ab Raumluftfeuchten von 80 % erreicht. D. h. es wird sich dann an kalten Bauteiloberflächen Schimmelpilz bilden, wenn die Bauteiloberfläche mindestens so kalt ist, dass sich in der direkt anliegenden Luftschicht eine Feuchte von 80 % einstellt. Die Temperatur, bei der dies auftritt, ist die sogenannte „Schimmelpilztemperatur“  $\Theta_s$ .

Schimmelpilzwachstum tritt somit bereits bei Temperaturen oberhalb der Taupunkttemperatur auf. Für das Raumklima 20 °C/50 % beträgt die Schimmelpilztemperatur 12,6 °C (siehe Abbildung 4) ist also 3,3 °C höher als die Taupunkttemperatur. Deshalb ist zur Vermeidung von Bauschäden (Schimmelbildung) die Schimmelpilztemperatur wichtiger als die Taupunkttemperatur. Es reicht nicht aus, wenn die inneren Oberflächen wärmer sind als die Taupunkttemperatur der Raumluft: Die Oberflächentemperaturen müssen auch oberhalb der Schimmelpilztemperatur liegen!

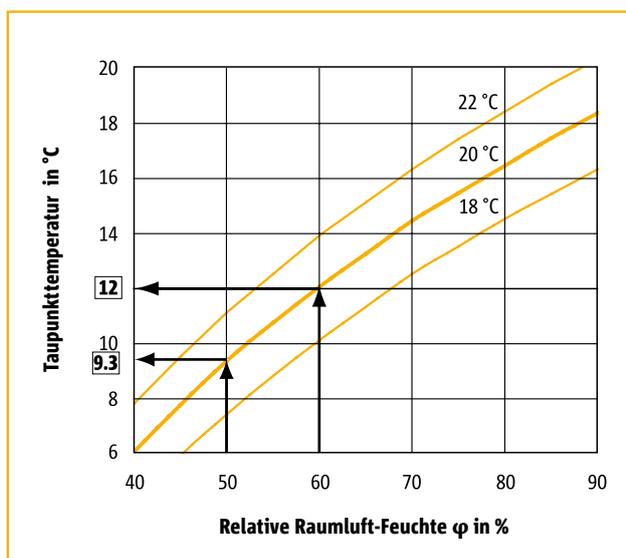


Abb. 3: Abhängigkeit der Taupunkttemperatur von Raumluft-Feuchte und -Temperatur

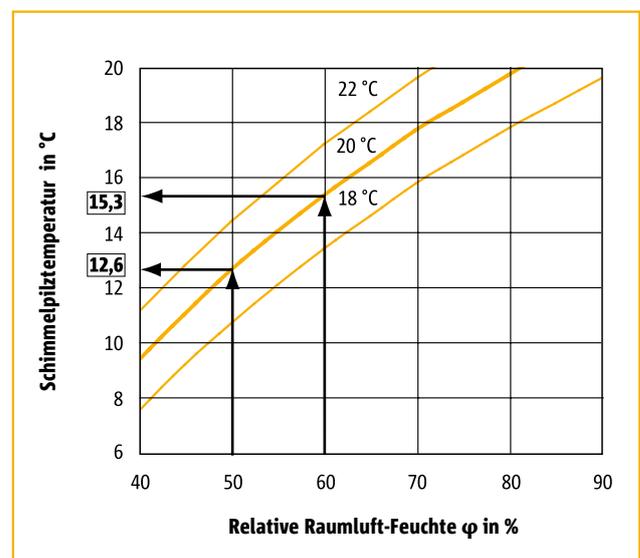


Abb. 4: Abhängigkeit der Schimmelpilztemperatur von Raumluft-Feuchte und -Temperatur

# Bauphysik

## Wärmeschutz

### Bauschäden in Folge erhöhter Feuchtigkeit in Wohnräumen

- ▶ **Feuchtigkeitsflecken an der Wandinnenseite**  
führen zu Schäden an Tapeten, Verputzen und Holzoberflächen und zu einer bevorzugten Anlagerung von Staub. Staubanlagerungen stellen einen geeigneten Nährboden für Schimmelpilze dar.
- ▶ **Schimmelpilzbefall**  
Ab einer Feuchtigkeit von 80 % an Bauteiloberflächen besteht die Gefahr der Schimmelpilzbildung. Schimmelpilze beeinträchtigen die Hygiene in den Wohnräumen und stellen eine gesundheitliche Gefährdung der Bewohner durch die in die Raumluft abgegebenen Pilzsporen dar. Die Sporen können allergische Erkrankungen, wie zum Beispiel Asthma, auslösen.
- ▶ **Weitere Verschlechterung der Wärmedämmung**  
Die Feuchtigkeit im Mauerwerk ergibt wegen der relativ hohen Wärmeleitfähigkeit von Wasser eine weitere Absenkung der Oberflächentemperatur und führt damit zu einer Verschärfung der wärme- und feuchtetechnischen Situation.
- ▶ **Beeinträchtigung der Behaglichkeit**  
Bei starker Feuchtigkeit im Mauerwerk lässt sich selbst durch ständiges Heizen nur schwer ein behagliches Wohnklima herstellen.



Abb. 5: Beispiel Schimmelpilzbefall in der Ecke



Abb. 6: Beispiel Bauschäden durch Schimmelpilzbefall

# Bauphysik

## Feuchteschutz

Der tatsächliche Wert der Wärmeleitfähigkeit und somit der Wärmedämmwirkung eines Baustoffs hängt entscheidend vom Feuchtegehalt des Baustoffs ab: je feuchter der Baustoff ist, desto höher ist die Wärmeleitfähigkeit und desto geringer die Wärmedämmwirkung.

Die Ursache liegt darin, dass sich die Poren bei zunehmender Luftfeuchte mit Wasser im flüssigen Zustand füllen. Da die Wärmeleitfähigkeit von Wasser größer ist als die von Luft, steigt die Wärmeleitfähigkeit des Baustoffs mit zunehmender Luftfeuchte an. So steigt die Wärmeleitfähigkeit z. B. bei porigen Dämmsteinen um ca. 8 % pro Zunahme des Feuchtegehaltes um 1 Vol.-%.

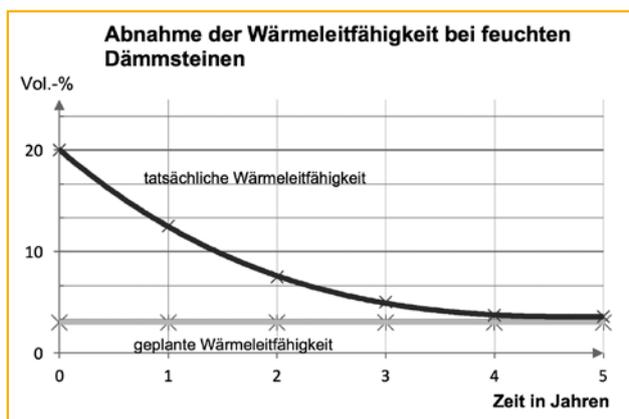


Abb. 7: Abnahme Wärmeleitfähigkeit feuchter Dämmsteine

Diese Interaktion wird bei Betrachtung des Details am Mauerfuß besonders deutlich: aufgrund der Wärmebrückenproblematik wird an dieser Stelle ein tragendes Wärmedämmelement benötigt. Solche Dämmelemente, die als erste Steinreihe eingesetzt werden, können kapillar saugend sein. Dies wird zum Problem, da während der Bauphase eine große Menge an Wasser in den Rohbau eingetragen wird. Insbesondere die Steinschicht oberhalb der Kellerdecke wird so einer hohen Feuchtigkeitsbelastung ausgesetzt und kann dadurch bis hin zur freien Wassersättigung durchfeuchtet werden. Durch den erhöhten Feuchtegehalt im Material kommt es zu einer drastischen Herabsetzung der Dämmeigenschaft.

Solange der Dämmstein diese erhöhte Feuchtigkeit aufweist, liegt lokal am Mauerfuß eine verminderte Wärmedämmleistung vor. Dies führt zu Problemen wie Tauwasserausfall und Schimmelpilzbildung, sowie zu einem erhöhten Wärmeverlust.

Die während der Bauphase aufgenommene Feuchtigkeit kann jedoch aufgrund der allseitigen „Einpackung“ nur sehr langsam wieder abgegeben werden. Die Kimmschicht wird auf der Außenseite durch ein Wärmedämmverbundsystem der Wand und der Perimeterdämmung sowie auf der Innenseite durch die oberseitige Fußboden- und Trittschalldämmung und den Fußbodenaufbau umschlossen.

Auf Grund dieser geometrischen Verhältnisse kann die erste Steinreihe die gespeicherte Feuchtigkeit nur schwer abgeben. Dadurch weist die Kimmschicht über sehr lange Zeit eine erhöhte Wärmeleitfähigkeit und damit ein erhöhtes Risiko für Schimmelpilzbildung und Bauschäden auf. Die rechnerische Wärmedämmleistung kann unter Umständen erst nach Jahren erreicht werden.

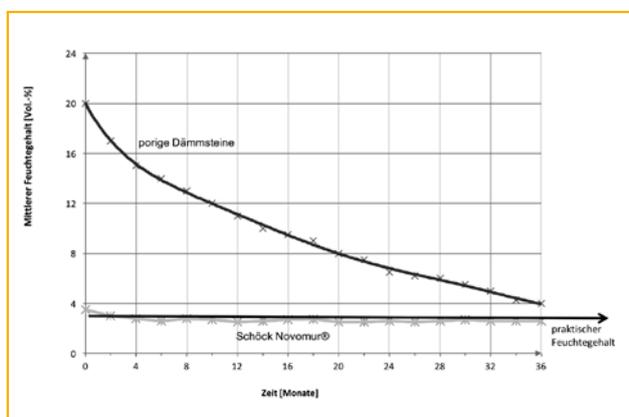


Abb. 8: Austrocknung feuchter Dämmsteine

FEM-Simulationen<sup>1)</sup> des Fraunhofer Instituts für Bauphysik zeigen, dass die tatsächliche Wärmeleitfähigkeit von porigen Dämmsteinen innerhalb der ca. 5 Jahre dauernden Austrocknungsphase sehr viel höher ist als der Rechenwert angibt. Im Vergleich hierzu ist die Wärmeleitfähigkeit von Schöck Novomur® und Novomur® light in dieser Phase nur leicht erhöht.

Die tragenden Wärmedämmelemente Schöck Novomur® und Schöck Novomur® light sind praktisch nicht kapillar saugend, nach DIN 4108 Teil 3 als wasserabweisend klassifiziert, und nehmen daher in der Bauphase nur eine vernachlässigbare Menge an Wasser auf. Damit ist die Gefahr der Durchfeuchtung des Mauersockels während der Bauphase nicht mehr gegeben. Mit Schöck Novomur® und Schöck Novomur® light ist die Wärmedämmung von Anfang an gegeben und die Gefahr von Bauschäden und Schimmelpilzbildung vermindert.

<sup>1)</sup> Fraunhofer Institut Bauphysik IBP Holzkirchen – Bericht HTB-5/2000

# Bauphysik

## Wärmebrücke am Gebäudesockel

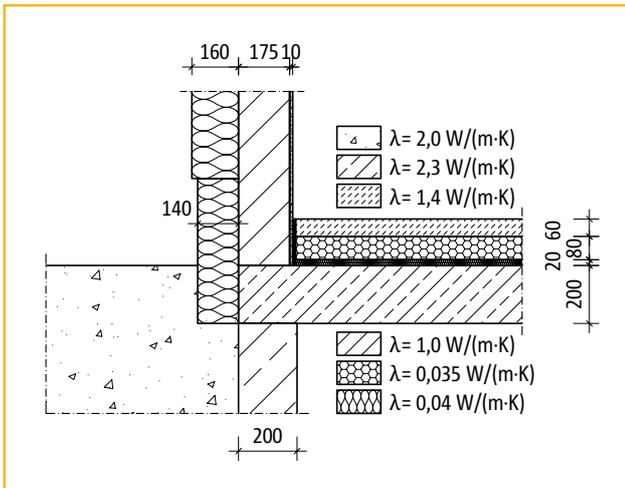


Abb. 9: Konstruktionsaufbau bei ungedämmtem Gebäudesockel

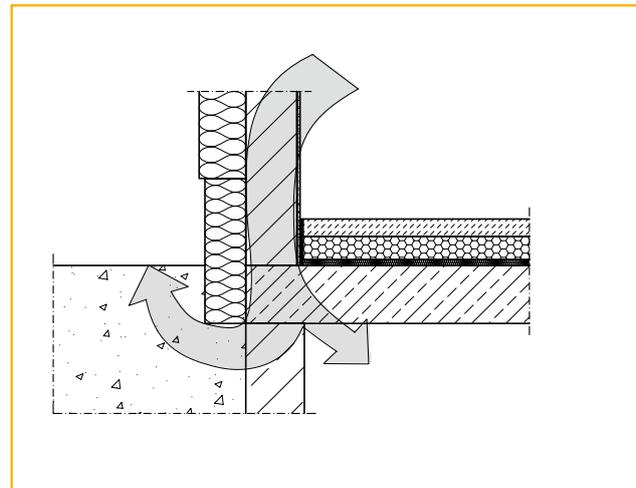


Abb. 10: Konstruktionsaufbau bei ungedämmtem Gebäudesockel

Mit der zunehmenden Verschärfung der Energieeffizienz von Gebäuden wird die Minimierung von Wärmebrücken immer entscheidender. Bei hoch-wärmedämmten Gebäuden (KfW-40-Standard, Passivhaus-Standard) beträgt derzeit der Wärmebrückenanteil am gesamten Transmissionswärmeverlust des Gebäudes ca. 17 %, wobei dieser Anteil hauptsächlich durch die Wärmebrücken „Fensterleibung“ (ca. 6 %), „Balkonanschlüsse“ (ca. 3 % bei auskragenden Balkonen) sowie „Außen- und Innenwandanschlüsse“ (ca. 8 %) 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 ( $\lambda \approx 1,0-2,3 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ), 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, s. Abb. 13) wird versucht, dieses kritische Detail zu entschärfen.

Dies gelingt jedoch nur unbefriedigend. So kann eine Einhaltung der kritischen Oberflächentemperatur  $>12,6 \text{ °C}$  durch zusätzliche flankierende Dämmmaßnahmen nicht sichergestellt werden, s. Abb. 14.

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.

# Bauphysik

## Dämmmaßnahmen im Vergleich

### Ungedämmter Gebäudesockel

Beim ungedämmten Gebäudesockel unterbricht das aufgehende Mauerwerk die Wärmedämmhülle des Gebäudes zwischen der Außenwanddämmung und der Dämmung über der Kellerdecke (s. Abb. 11). 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 (s. Abb. 12).

Das bedeutet:

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

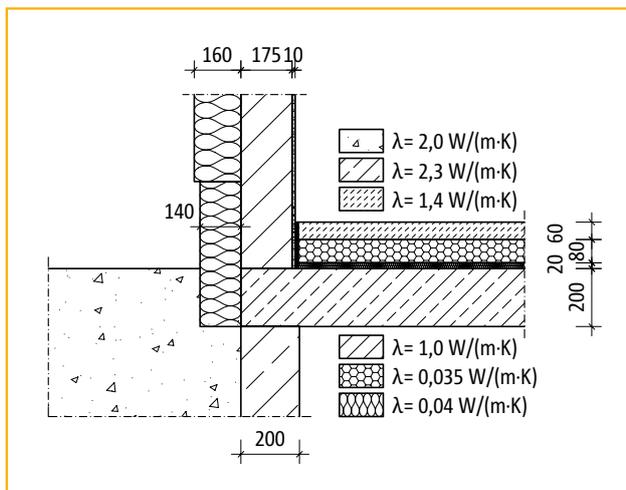


Abb. 11: Ungedämmter Gebäudesockel

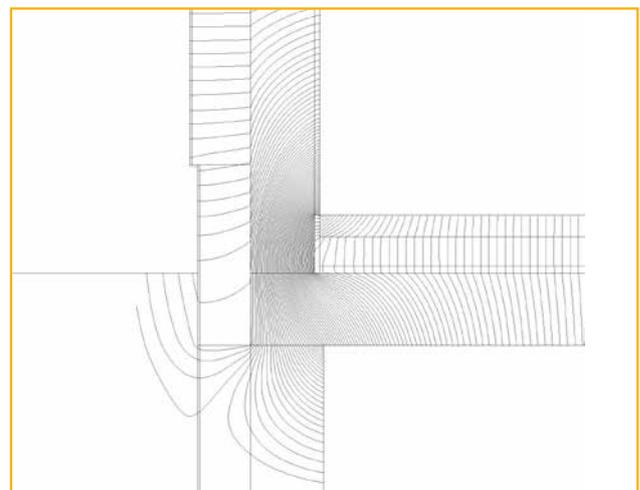


Abb. 12: Wärmestrom ungedämmter Gebäudesockel

### Konstruktive Dämmmaßnahmen

Zur Entschärfung der Wärmebrücke am Gebäudesockel wird häufig die Außenwanddämmung in Form einer Perimeterdämmung ins Erdreich weitergeführt (s. Abb. 13). Neben den nicht unerheblichen Kosten dieser Maßnahme ist auch die damit erzielbare Dämmwirkung unbefriedigend (s. Abb. 14). Insbesondere ist ab einer Tiefe  $h$  von ca. 0,5 m keine Erhöhung der Dämmwirkung durch weiteres Herunterziehen der Perimeterdämmung mehr feststellbar (s. Abb. 15).

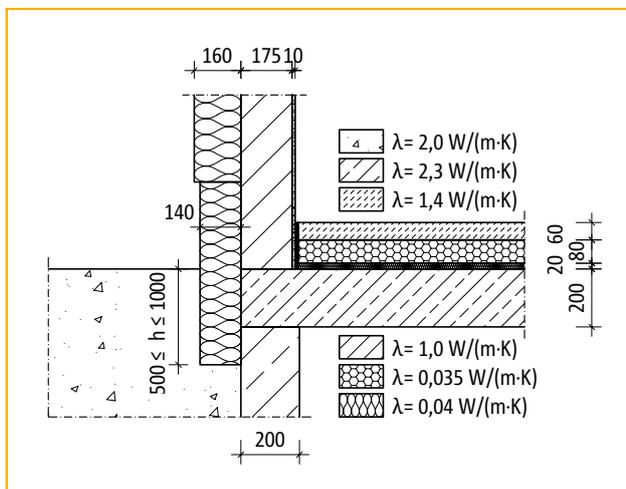


Abb. 13: Konstruktive Dämmmaßnahmen

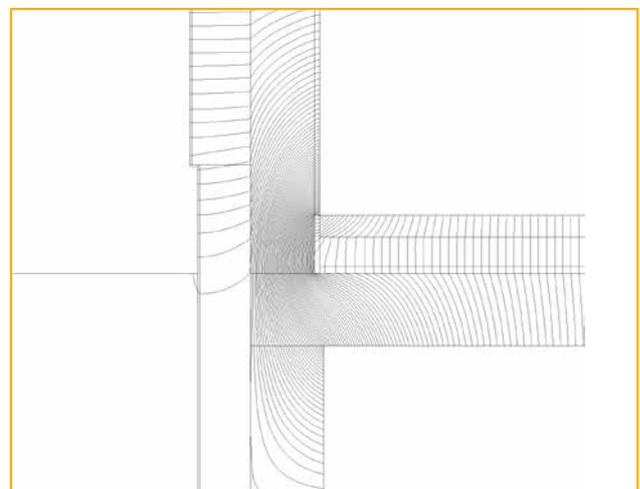


Abb. 14: Wärmestrom konstruktive Dämmmaßnahmen

# Bauphysik

## Dämmmaßnahmen im Vergleich

Wie bereits erwähnt ist ein Aufbringen einer Perimeterdämmung nur bis zu einer bestimmten Tiefe im Erdreich sinnvoll. Die folgende Abbildung zeigt, dass ab einer Tiefe von ca. 0,5 m nur noch eine geringe Verbesserung der Wärmedämmwirkung bei einer weiteren Erhöhung der Dämmtiefe erreicht wird.

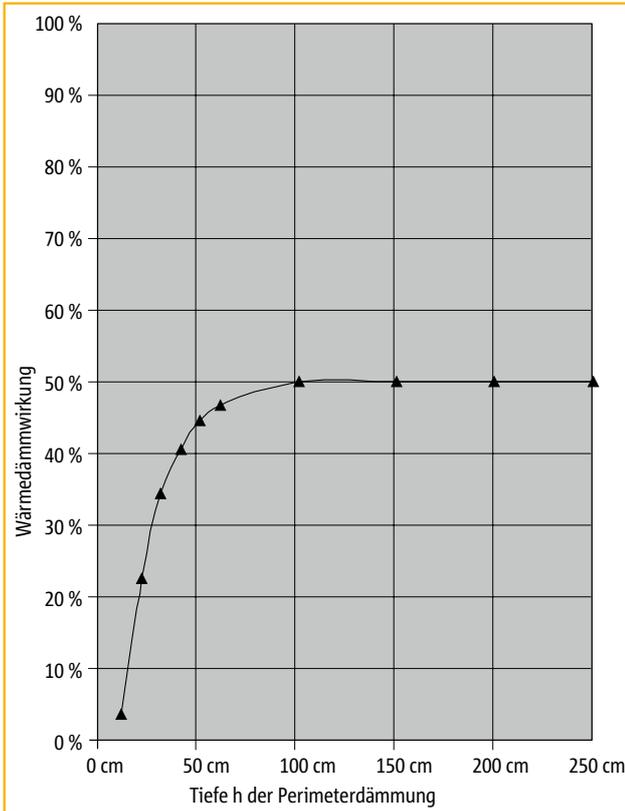


Abb. 15: Wärmedämmwirkung bei konstruktiver Dämmmaßnahme

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

# Bauphysik

## Dämmmaßnahmen im Vergleich

### Dämmung mit Schöck Novomur® und Novomur® light

Die tragenden Wärmedämmelemente Schöck Novomur® und Schöck Novomur® light schließen die Lücke in der Wärmedämmung zwischen Außenwanddämmung und der Dämmung über der Kellerdecke (s. Abb. 16). Dadurch entsteht eine durchgehende, sehr effiziente Wärmedämmung (s. Abb. 17).

Das bedeutet:

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

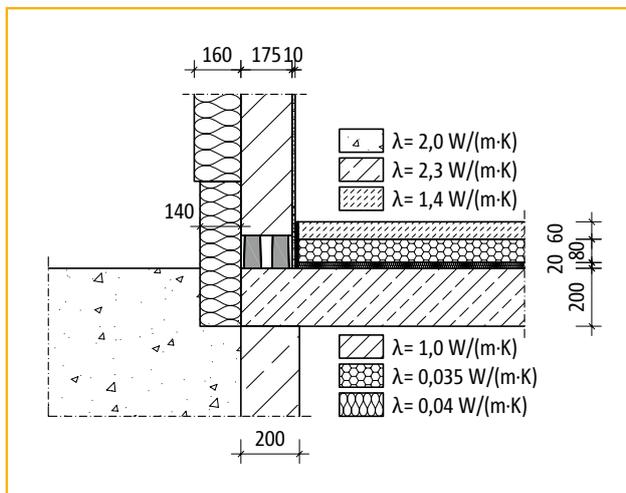


Abb. 16: Effiziente Wärmedämmung mit Schöck Novomur®

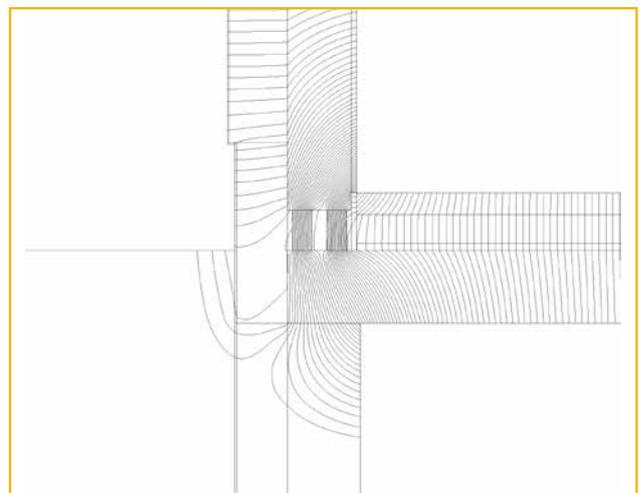


Abb. 17: Wärmestrom Schöck Novomur®

### Theoretisch ideal gedämmter Gebäudesockel

Zum Vergleich der Wärmedämmwirkung der beschriebenen Konstruktionsaufbauten ist zusätzlich der theoretische Idealfall einer vollständig geschlossenen Wärmedämmschicht angegeben (s. Abb. 18 und 19). Praktisch ist diese Maßnahme jedoch nicht umzusetzen.

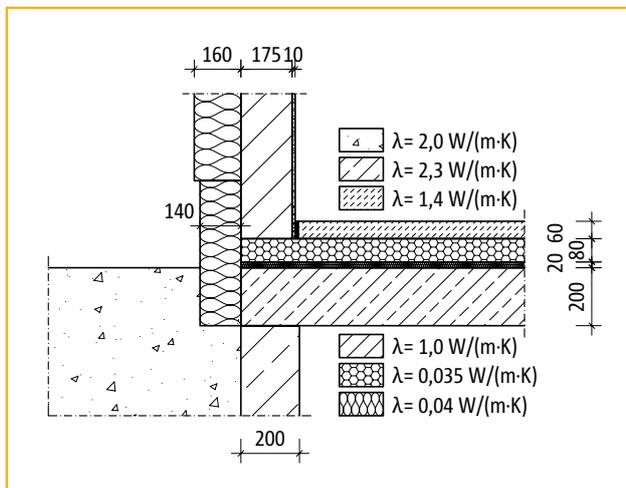


Abb. 18: Theoretisch ideal gedämmter Gebäudesockel

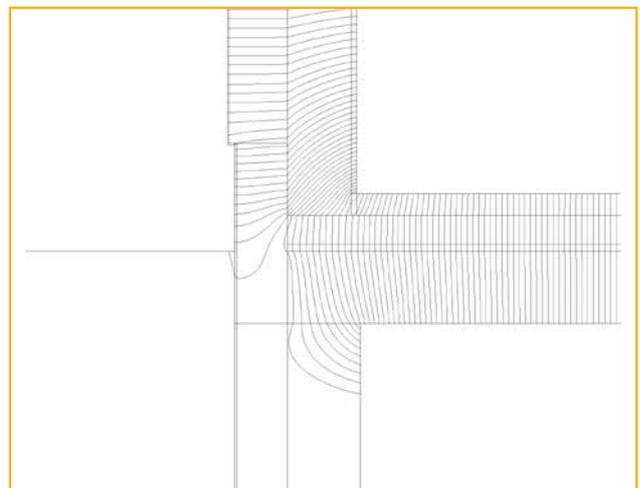


Abb. 19: Wärmestrom theoretisch ideal gedämmter Gebäudesockel

# Bauphysik

## Dämmmaßnahmen im Vergleich

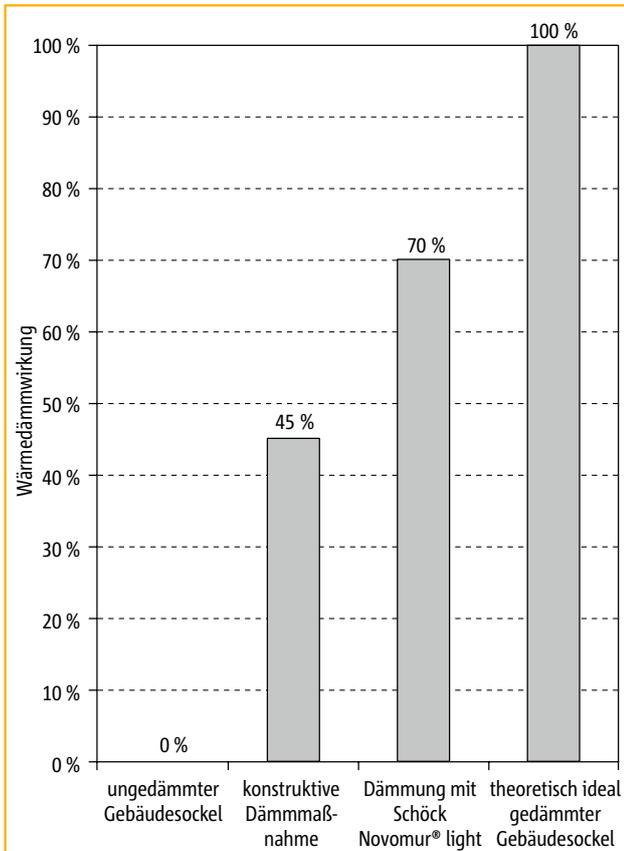


Abb. 20: Wärmedämmwirkung der beschriebenen Konstruktionsaufbauten im Vergleich

Im Vergleich zum theoretisch ideal gedämmten Gebäudesockel wird deutlich, dass Schöck Novomur® 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 Novomur® 70 % der Dämmwirkung erreicht wird.

Des Weiteren nimmt Schöck Novomur® 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.

# Bauphysik

## Herleitung $\lambda_{eq}$

Die Besonderheit an der Wärmebrücke Gebäudesockel besteht darin, dass Wärme und Lastabtragung in die gleiche Richtung erfolgen. Wie einleitend erklärt gibt es viele Faktoren bei der Ausführung des Gebäudesockels, die den Wärmetransport beeinflussen. Dabei ist hier besonders hervorzuheben, dass die Wärme vom Erdgeschoss sowohl vertikal in die darunter liegenden Bereiche fließt (in einen ggf. unbeheizten Keller/Tiefgarage sowie in das angrenzende Erdreich), als auch horizontal vom Erdgeschoss durch die Wand und ggf. das angrenzende Erdreich strömt.

Dies passiert auch im Novomur® Dämmelement, auch durch dieses finden horizontale und vertikale Wärmeströme statt, siehe Abb.21.

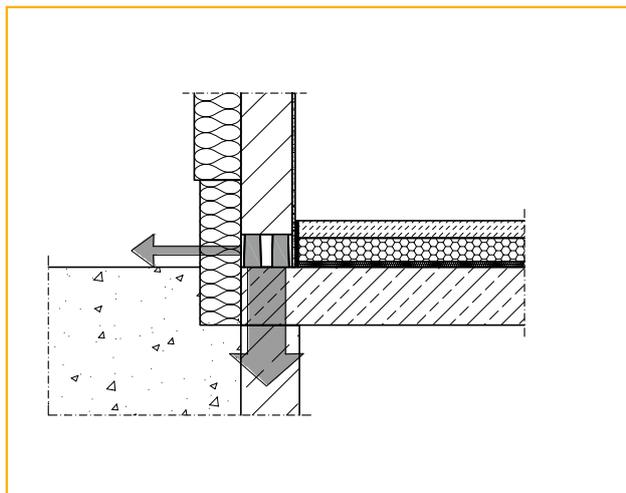


Abb. 21: Wärmefluss durch Schöck Novomur®

### Worin besteht der Unterschied zu rein horizontalen Wärmebrücken?

Betrachtet man rein horizontale Wärmebrücken, z.B. einen Balkonanschluss, so treten hier nur horizontale Wärmeströme von Innen nach Außen auf da es mit dem Außenbereich nur einen kalten Bereich gibt. Beim Gebäudesockel gibt es zusätzlich unbeheizte Keller oder Tiefgaragen sowie das angrenzende Erdreich wodurch ein vertikaler als auch ein horizontaler Wärmefluss entsteht.

### Wärmeleitfähigkeit von inhomogenen Produkten

Das Novomur® Dämmelement ist in seinem Aufbau inhomogen. Es besteht aus einer Trag- sowie Dämmstruktur die über den Querschnitt inhomogen angeordnet sind, s. Abb. 34. Daher ist der Wärmetransport durch das Material horizontal und vertikal unterschiedlich. Durch den inneren Aufbau des Schöck Novomur® ist die horizontale Wärmeleitfähigkeit deutlich niedriger als die vertikale.

# Bauphysik

## Herleitung $\lambda_{eq}$

Der  $\lambda$ -Wert des Produktes wird benötigt, um den Wärmestrom durch die Wärmebrücke zu berechnen. Der Wärmestrom durch die Wärmebrücke, der in Form eines  $\psi$ -Wertes dargestellt wird (weitere Informationen im Abschnitt Wärmeschutznachweis), kann mit entsprechender bauphysikalischer Software errechnet werden. In dieser Software kann jedoch nur ein  $\lambda$ -Wert für ein Material angegeben werden, daher geben wir Ihnen Empfehlungen um den Wärmestrom ihres Gebäudesockels zu ermitteln.

### Rechenwert $\lambda_{eq}$ unter Berücksichtigung der Inhomogenität

Die einfachste Methode ist, den vertikalen  $\lambda$ -Wert des Produktes zu verwenden, da dies den schlechteren Wert darstellt, und damit das Ergebnis konservativ ist.

Eine genauere Möglichkeit ist, den Einfluss der horizontalen und vertikalen Wärmeströme zu betrachten. Betrachte man nun die möglichen Aufbauten der Konstruktion so stellt sich eine Regelmäßigkeit für den Einfluss von horizontalen und vertikalen Wärmeströmen ein. Dabei teilt sich der Wärmestrom vereinfacht zu 90% in vertikaler und zu 10% in horizontaler Richtung auf. (Dieses Ergebnis wurde durch eine umfangreiche Parameterstudie validiert.) Aus diesem Verhältniswert ergibt sich nun ein sehr genauer Rechenwert für  $\lambda_{eq}$ :

$$\lambda_{eq} = 0,9 \cdot \lambda_v + 0,1 \cdot \lambda_h$$

$$\lambda_{eq,Novomur} = 0,248 \frac{W}{m \cdot K}$$

$$\lambda_{eq,Novomur\ light} = 0,182 \frac{W}{m \cdot K}$$

Dieser Wert kann nun verwendet werden um damit in einer geeigneten Software den Wärmedurchlasswiderstand,  $\psi$ -Wert für eine Konstruktion zu ermitteln. Für weitere, detailliertere Betrachtungen nachfolgend die mittlere Wärmeleitfähigkeit in vertikaler und horizontaler Richtung.

Schöck Novomur® Elementbreite [cm]	mittlere Wärmeleitfähigkeit [W/ (m · K)]	
	vertikale Richtung	horizontale Richtung
11,5 - 24,0	$\lambda_v = 0,266$	$\lambda_h = 0,088$

Abb. 22: Wärmeleitfähigkeit Novomur®

Schöck Novomur® light Elementbreite [cm]"	mittlere Wärmeleitfähigkeit [W/ (m · K)]	
	vertikale Richtung	horizontale Richtung
11,5 - 24,0	$\lambda_v = 0,193$	$\lambda_h = 0,083$

Abb. 23: Wärmeleitfähigkeit Novomur® light

# Bauphysik

## Wärmeschutznachweis

### Energieeinsparverordnung und Wärmebrücken

Durch das Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) am 01. Februar 2002 wurde der Niedrigenergiehaus-Standard bei Neubauten verbindlich eingeführt. Dieses hohe Wärmedämmniveau zwingt zu einer besonderen Beachtung von Wärmebrücken, da eine sehr gute Wärmedämmung der Gebäudeaußenhülle nur mit einer gleichzeitigen Vermeidung bzw. Dämmung von Wärmebrücken zu erreichen ist. So wird auch erstmalig in der Energieeinsparverordnung die explizite Berücksichtigung von Wärmebrücken bei der Ermittlung des Heizenergiebedarfs gefordert.

Der spezifische Transmissionswärmeverlust  $H_T$  ist gemäß EnEV wie folgt zu ermitteln:

$$H_T = \sum F_i \cdot U_i \cdot A_i + H_{WB}$$

$\sum F_i \cdot U_i \cdot A_i$  beschreibt den Wärmeverlust über die flächigen Bauteile (Wände, Decken etc.) mit  $U_i$  als Wärmedurchgangskoeffizienten (früher: „k-Wert“) der Wand  $i$  mit der außenmaßbezogenen Fläche  $A_i$  und den Temperatur-Reduktionsfaktoren  $F_i$ .  $H_{WB}$  ist der Anteil am Transmissionswärmeverlust, der durch Wärmebrücken verursacht wird.

#### Fall 1: Ohne Wärmebrückennachweis

Ohne weitere Nachweise der Wärmebrücken gilt:

$$H_{WB} = \Delta U_{WB} \cdot A_{ges} \text{ mit: } \Delta U_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}), A_{ges} = \sum A_i \text{ (Gesamtfläche der Gebäudeaußenhülle).}$$

D. h. ein pauschaler Zuschlagswert  $\Delta U_{WB}$  wird zum mittleren U-Wert der Gebäudehülle addiert (Maluswert wegen Nichtberücksichtigung der Wärmebrücken). Dieser U-Wert-Zuschlag entspricht in etwa einer Erhöhung des mittleren U-Wertes von immerhin 30 %.

#### Fall 2: Wärmebrückennachweis nach Beiblatt 2 DIN 4108

Im Beiblatt 2 zur DIN 4108 werden Ausführungsbeispiele von Mindest-Dämmmaßnahmen bei Wärmebrücken aufgeführt. Entsprechen die Anschlussdetails diesen Ausführungsbeispielen, so wird der pauschale Zuschlagswert  $\Delta U_{WB}$  auf  $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  reduziert, was einer 15 %-igen Erhöhung des mittleren U-Wertes entspricht.

#### Fall 3: Genauer Nachweis der Wärmebrücken

Werden wirksame Dämmmaßnahmen bei Wärmebrücken eingesetzt (z. B. Schöck Novomur® und Schöck Isokorb®), so ergeben sich deutlich geringere Werte für  $H_{WB}$ . In diesen Fällen bietet sich ein genauer Nachweis der Wärmebrücken über den Wärmebrückenverlustkoeffizient  $\psi$  nach DIN EN 10211 an. Dann gilt:

$$H_{WB} = \sum F_j \cdot \psi_j \cdot l_j + \sum F_k \cdot \chi_k$$

Die Größe  $\psi_j$  stellt den (außenmaßbezogenen) Wert des längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten  $\psi_j$  (auch „Wärmebrückenverlustkoeffizient“ genannt) der linienförmigen Wärmebrücke  $j$  mit der Länge  $l_j$  dar.  $\chi_k$  ist der Wärmebrückenverlustkoeffizient der punktförmigen Wärmebrücke  $k$ . Da beim Wärmeschutznachweis der EnEV außenmaßbezogene Flächen zu verwenden sind, müssen außenmaßbezogene  $\psi$ -Werte angesetzt werden.

# Bauphysik

## Wärmeschutznachweis

Nachweisstufen	1. Ohne Wärmebrückennachweis	2. Pauschale Berücksichtigung von Wärmebrücken gemäß Beiblatt 2 DIN 4108	3. Genaues Wärmebrückennachweisverfahren
Beschreibung	Die Wärmebrücken am Gebäude werden nicht einzeln nachgewiesen bzw. entsprechen nicht den Ausführungsbeispielen nach Beiblatt 2 DIN 4108.	Die Wärmebrücken-Dämmmaßnahmen entsprechen den Ausführungsbeispielen nach Beiblatt 2 DIN 4108.	Die Wärmebrückendetails sind in einschlägigen Wärmebrückenatlanten enthalten bzw. die Wärmebrücken werden mit Hilfe von FE-Programmen berechnet.
Rechnerischer Nachweis	$H_{WB} = 0,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_{ges}$	$H_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) A_{ges}$	$H_{WB} = \sum F_j \cdot \psi_j \cdot l_j + \sum F_k \cdot \chi_k$
Verschlechterung des mittleren U-Wertes der Gebäudehülle um	ca. 30 %	ca. 15 %	ca. 5 % (bei gut gedämmten Wärmebrücken)

Abb. 24: Nachweisstufen von Wärmebrücken gemäß EnEV

Nach Abb. 24 verschlechtert sich das Wärmedämmniveau eines Gebäudes von ca. 95 % auf ca. 85 % bzw. 70 %, falls auf einen genauen Nachweis gut gedämmter Wärmebrückendetails verzichtet wird. Dies muss dann durch zusätzliche, mit Aufwand und Kosten verbundenen Gegenmaßnahmen (z. B. Erhöhung der Dämmstoffstärke der Außenwand) kompensiert werden. Der Wärmebrückennachweis nach Stufe 3 kann mit Hilfe der Novomur®  $\lambda_{eq}$  - Werte sehr einfach durchgeführt und der Transmissionswärmeverlust minimiert werden.

### Beitrag von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten zum Jahres-Primärenergiebedarf in kWh/(m² · a)

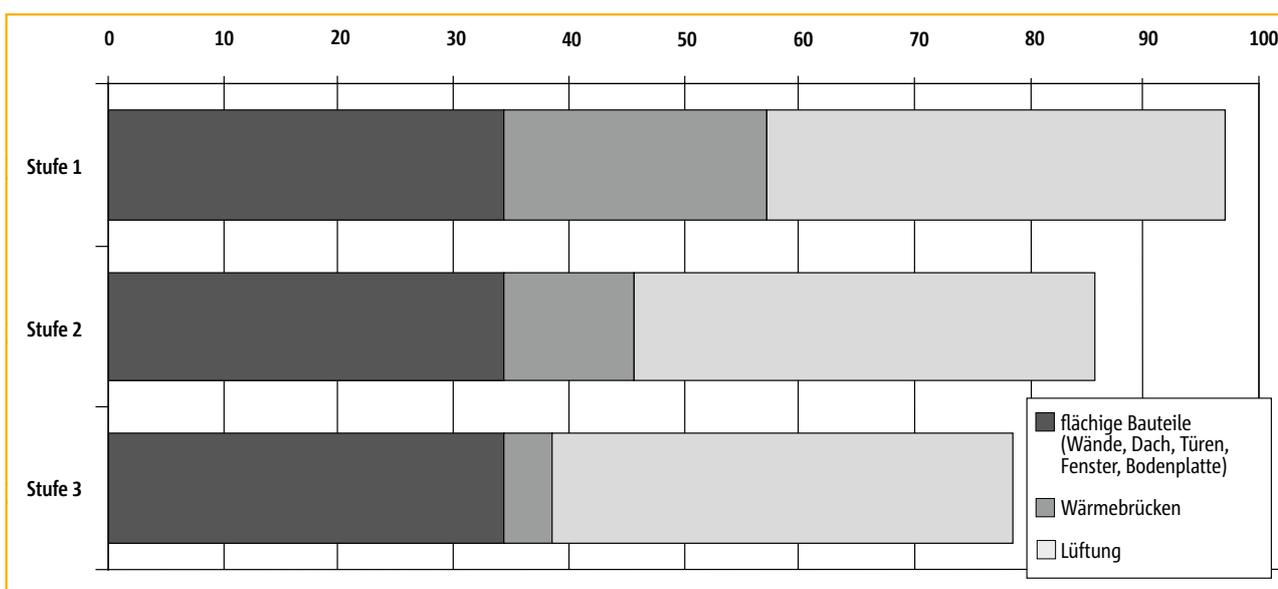


Abb. 25: Auswirkungen des Wärmebrückeneinflusses auf die Heizenergiebilanz nach EnEV am Bsp. eines typischen Mehrfamilienhauses in Abhängigkeit von der Nachweis-Stufe (Quelle: „Bauphysik“, Heft 1, 02/2002)

# Bauphysik

## Brandschutz

### Brandschutztechnische Anforderungen bei Mehrfamilienhäusern

Die brandschutztechnischen Anforderungen an die Wände von Gebäuden werden durch die jeweiligen Landesbauordnungen der einzelnen Bundesländer bestimmt.

Als allgemeine Anforderung an Außenwände ist in § 28 Abs. 1 MBO die Begrenzung der Brandausbreitung gestellt. Diese muss ausreichend lange gewährleistet werden.

Die brandschutztechnischen Anforderungen an tragende Wände von Wohngebäuden nicht geringer Höhe (d. h. oberstes Fußbodenniveau liegt mindestens an einer Stelle mehr als 7 m über Geländeoberfläche) lauten nach der Musterbauordnung mindestens feuerbeständig, d. h. mindestens R90. In konkreten Bauten sind aber in jedem Fall die Bestimmungen in der gültigen Landesbauordnung zu beachten.

### Feuerwiderstandsklassen REI30 und REI90

Die Einstufung in die Feuerwiderstandsklassen REI30 und REI90 von raumabschließenden Wänden nach DIN EN 13501-2 bzw. DIN EN 1996-1-2 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-2/NA bleibt bei Verwendung von Schöck Novomur® / Novomur® light bestehen, wenn der Einbau wie folgt ausgeführt wird:

- Element innerhalb des Deckenaufbaus einbauen, sodass die Oberkante (OK) der tragenden Wärmedämmelemente unterhalb der Oberkante des Estrichs liegt.
- Alternativ beidseitiges Verputzen der Elemente mit mindestens 15 mm dickem Putz gemäß DIN EN 1996-1-2, Abschnitt 4.2 (1) oder
- Beidseitiges Anordnen von min. 12,5 mm dicken Gipskarton-Feuerschutzplatten-Streifen (GKF) nach DIN 18180 mind. elementhoch
- Alternativ können einseitig der Putz oder die Gipskarton-Feuerschutzplatten-Streifen durch Verblendmauerwerk ersetzt werden.

Die Einstufung R30 und R90 von nicht raumabschließenden Wänden nach DIN EN 13501-2 bzw. DIN EN 1996-1-2 in Verbindung mit DIN EN 1996-1-2/NA geht beim Einbau von Schöck Novomur®/Novomur® light nicht verloren. Brandschutztechnische Zusatzmaßnahmen sind nicht erforderlich.

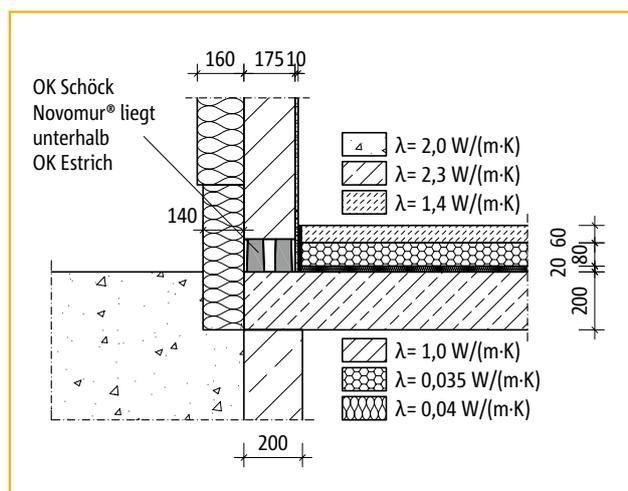


Abb. 26: REI30 bzw. REI90-Ausbildung bei brandschutztechnischem Raumabschluss

# Bauphysik

## Brandschutz/Schallschutz

### Brandwände

Schöck Novomur® darf im Allgemeinen nicht bei Brandwänden eingesetzt werden.

Wird Schöck Novomur® beidseitig durch einen geeigneten Estrichaufbau eingefasst, so kann im Einzelfall über ein entsprechendes brandschutztechnisches Gutachten die Eignung für den Einsatz bei Brandwänden bestätigt werden.

### Schallschutz

Nach den Ergebnissen der schalltechnischen Messungen im Prüfstand wird das Luftschalldämmverhalten einer Wand mit eingebautem Schöck Novomur® nicht beeinträchtigt (s. 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.

# Schöck Novomur®/Novomur® light

Tragendes, wasserabweisendes Wärmedämmelement zur Vermeidung von Wärmebrücken am Gebäudesockel

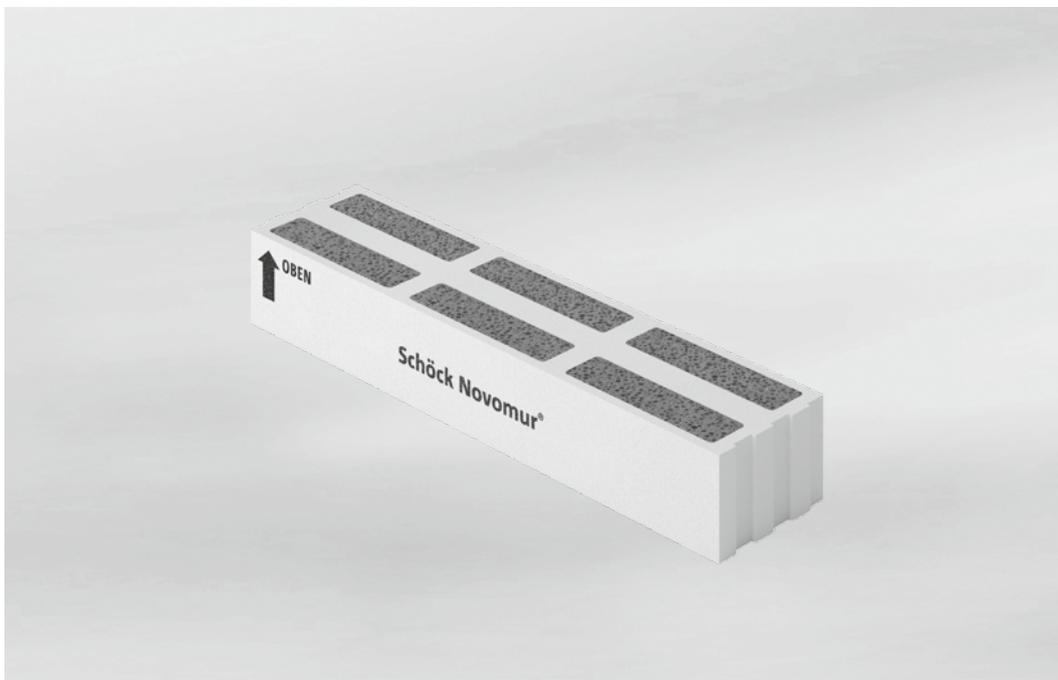


Abb. 27: Schöck Novomur® Typ 20 - 17,5

#### Einsatzgebiet:

Erste oder letzte Steinschicht in Mauerwerkswänden

- ▶ Novomur®: Steifestigkeitsklasse 20
- ▶ Novomur® light: Steifestigkeitsklasse 6
- ▶ Einfache Bemessung nach DIN EN 1996-3/NA für Gebäudehöhen ≤ 20 m
- ▶ Einsatz bei Dünnbett- und Normalmörtel
- ▶ Hohe Planungssicherheit: bauaufsichtlich zugelassen, wärmetechnisch geprüft, brandschutztechnisch geprüft, feuchtetechnisch geprüft
- ▶ Einstufung nach DIN 4108 Teil 3 als wasserabweisend

## Inhalt

## Seite

Einbausituation	20
Abmessungen/Gewichte/Baustoffe	21
Bemessung	22 - 23
Einbauhinweise	24



# Schöck Novomur®/Novomur® light

## Abmessungen/Gewichte/Baustoffe

Schöck Novomur® Typ	Steinfestigkeitsklasse	Elementbreite [mm]	Höhe [mm]	Länge [mm]	Gewicht [kg]
20 - 11,5	20	115	113	750	9,3
20 - 15		150			12,1
20 - 17,5		175			14,1
20 - 20		200			16,1
20 - 24		240			19,3

Abb. 32: Novomur® Typenübersicht

Schöck Novomur® light Typ	Steinfestigkeitsklasse	Elementbreite [mm]	Höhe [mm]	Länge [mm]	Gewicht [kg]
6 - 11,5	6	115	113	750	6,8
6 - 15		150			8,9
6 - 17,5		175			10,4
6 - 20		200			11,9
6 - 24		240			14,2

Abb. 33: Novomur® light Typenübersicht

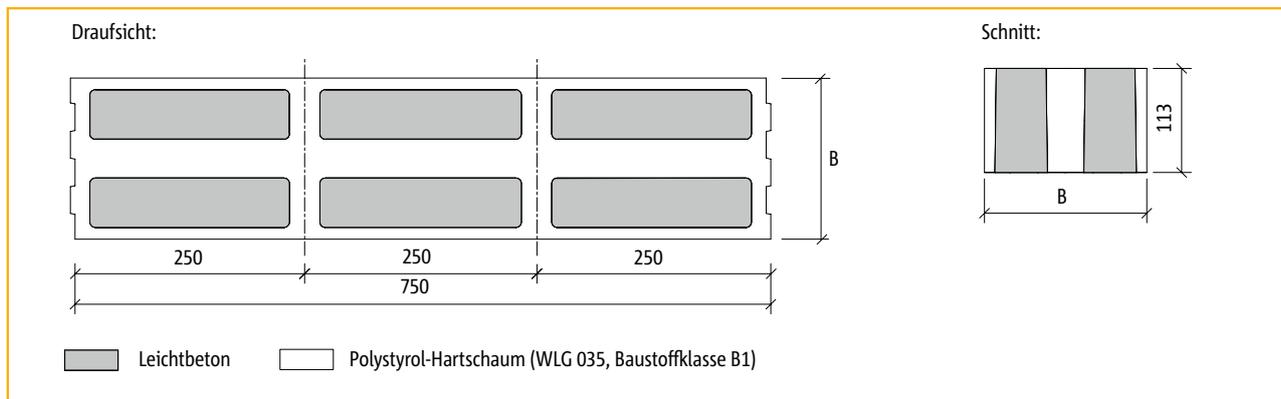


Abb. 34: Abmessungen Schöck Novomur®/Novomur® light

Novomur® /  
Novomur® light

# Novomur®/Novomur® light

## Bemessung

Novomur® Druckfestigkeit $f_k$			
Druckfestigkeitsklasse der Kalksandsteine bzw. Vollziegel	Charakteristischer Wert $f_k$ der Druckfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> für Mauerwerk mit		
	Normalmauermörtel der Mörtelgruppe		Dünnbettmörtel
	II a	III	
12	4,2	4,2	4,7
16	4,4	4,4	5,5
20	5,0	5,0	6,3
28	5,0	5,0	6,3

Abb. 35: Druckfestigkeit  $f_k$  Novomur®

Novomur® light Druckfestigkeit $f_k$			
Druckfestigkeitsklasse der Kalksandsteine bzw. Vollziegel	Charakteristischer Wert $f_k$ der Druckfestigkeit in N/mm <sup>2</sup> für Mauerwerk mit		
	Normalmauermörtel der Mörtelgruppe		Dünnbettmörtel
	II a	III	
≥ 12	2,6	2,6	3,1

Abb. 36: Druckfestigkeit  $f_k$  Novomur® light

aufnehmbare Normalkraft Mauerwerk in Kombination mit Novomur®/ Novomur® light $n_{Rd}$ [kN/m] = $T^{1)} \cdot f_k$ [N/mm <sup>2</sup> ]							
lichte Wandhöhe h [m]	Wanddicke t [cm]	Zwischenauflager	Endauflager				
			Geschossdecke				Dachdecke
			vollauffliegende Decke a/t = 1,0				a/t = 1,0
			Deckenspannweite lf [m]				
			≤ 4,5	5,0	5,5	6,0	≤ 6,0
2,50	11,5	36	36				21
	15,0	57	57			51	28
	17,5	71	71	67	59	33	
	20,0	80	80	77	68	37	
	24,0	102	102	92	81	45	
2,75	11,5	32	32				21
	15,0	54	54			51	28
	17,5	69	69	67	59	33	
	20,0	77	77	77	68	37	
	24,0	99	99	92	81	45	
3,00	24,0	96	-	-	-	-	45

Zwischenwerte dürfen nicht interpoliert werden. <sup>1)</sup>T = Tafelwert

Abb. 37: Bemessungstafel Mauerwerk in Kombination mit Novomur®/Novomur® light

### Hinweise zur Anwendung der Bemessungstafel

- ▶ Schöck Novomur® ist nach dem vereinfachten Nachweisverfahren nach DIN EN 1996-3/NA , zu bemessen.
- ▶ Schöck Novomur® darf nur in der untersten oder obersten Schicht des Mauerwerks eingesetzt werden.
- ▶ Gemäß den vereinfachten Berechnungsmethoden nach DIN EN 1996-3/NA, NDP zu 4.1 (1)P darf auf einen rechnerischen Nachweis der räumlichen Steifigkeit verzichtet werden, wenn bei Gebäuden die Geschossdecken als steife Scheiben bzw. nachgewiesenen ausreichend steife Ringbalken ausgeführt sind und in Längs- und Querrichtung des Gebäudes genügend aussteifende Wän-

# Novomur®/Novomur® light

## Bemessung

de vorhanden sind. Ansonsten ist die nachfolgend beschriebene geringere Schubtragfähigkeit rechnerisch zu berücksichtigen.

- ▶ Wird ein Schubnachweis der Wände nach DIN EN 1996-1-1, A. 6.2, in Verbindung mit DIN EN 1996-1-1/NA, NCI zu 6.2 geführt, so darf für  $V_{Rdlt}$  nur 50 % des sich aus der Gleichung NA.19 bzw. NA.24 ergebenden Wertes, jedoch höchstens der sich mit  $f_{vk}$  bzw.  $f_{vt}$  mit  $0,2 \text{ N/mm}^2$  ergebende Wert in Rechnung gestellt werden. Der kleinere Wert ist maßgebend.
- ▶ Bei Gebäuden in Erdbebengebieten der Zonen 2 und 3 nach DIN 4149-1:2005-04 dürfen Wände mit Schöck Novomur®/Novomur® light nicht für die Gebäudeaussteifung berücksichtigt werden.
- ▶ Für die Ermittlung der Knicklänge darf nur eine zweiseitige Halterung der Wände in Rechnung gestellt werden.
- ▶ Bei Mauerwerk, das rechtwinklig zu seiner Ebene belastet wird, dürfen Biegezugspannungen nicht in Rechnung gestellt werden. Ist ein rechnerischer Nachweis der Aufnahme dieser Belastungen erforderlich, so darf eine Tragwirkung nur senkrecht zu den Lagerfugen unter Ausschluss von Biegezugspannungen angenommen werden.

### Bemessungsbeispiel Außenwand

Novomur® 20 - 17,5  
Mauerwerk Kalksandstein Druckfestigkeitsklasse 20  
Dünnbettmörtel

Wandstärke 17,5 cm  
Lichte Höhe 2,75 m  
Deckenspannweite 5,5 m

Tafelwert aus Abbildung 37: 67  
 $f_k$  aus Abbildung 35:  $f_k = 6,3 \text{ N/mm}^2$

$$n_{Rd} = 67 * 6,3 = 422 \text{ kN/m}$$

# Novomur®/Novomur® light

## Einbauhinweise

### Allgemeine Hinweise

- ▶ Das Mauerwerk ist stets als Einsteinmauerwerk auszuführen.
- ▶ Schöck Novomur® ist entsprechend seiner Kennzeichnung stets mit der Oberseite nach oben anzuordnen.
- ▶ Schöck Novomur® kann mit bauüblichen Werkzeugen abgelängt werden. Die verwendeten Teilstücke müssen mindestens einer Rasterlänge entsprechen, d. h. mindestens 250 mm lang sein. Teilstücke dürfen nicht aneinander gereiht werden.
- ▶ Schlitze und Aussparungen, die den tragenden Querschnitt schwächen, sind nicht zulässig.
- ▶ Schöck Novomur® darf nicht übereinander vermauert werden.
- ▶ Nach DIN 18195 Teil 4 ist eine Abdichtungsmaßnahme (Folie) erforderlich.
- ▶ Bei nichttragenden Außenwänden von zweischaligen Außenwänden darf ein etwaiger Überstand der gemauerten Außenschale abweichend von DIN EN 1996-2/NA, NCI Anhang NA D, Abschnitt NA.D1 (4) über dem Wärmedämmelement höchstens 10 mm betragen.
- ▶ Der Einbau von Schöck Novomur in der Außenschale von zweischaligem Mauerwerk darf nur vor Feuchtigkeit geschützt erfolgen.

### Einbau oberhalb der Kellerdecke

- ▶ Schöck Novomur® ist in einem Mörtelbett aus Normalmörtel der MG IIa bzw. III knirsch aneinander zu versetzen.
- ▶ Nach dem Setzen der Elemente ist so lange zu warten, bis der Mörtel für die Weiterarbeit ohne Gefahr für die Standsicherheit der Elemente ausreichend abgebunden ist.
- ▶ Beim Einsatz von Mauerwerk aus Kalksand-Plansteinen im Dünnbettverfahren sind die Elemente hinsichtlich ihrer Lage, insbesondere bezüglich einer ebenen und waagrechten Lagerfläche, auszurichten.

### Einbau unterhalb der Kellerdecke

- ▶ Es ist eine vollflächige Auflagerung der Decke auf Schöck Novomur® sicherzustellen.
- ▶ Beachtung der DIN 18195 Bauwerksabdichtung.





## Impressum

Herausgeber: Schöck Bauteile GmbH  
Vimbucher Straße 2  
76534 Baden-Baden  
Tel.: 07223 967-0

Ausgabedatum: Oktober 2016

Copyright: © 2016, Schöck Bauteile GmbH  
Der Inhalt dieser Druckschrift darf auch  
nicht auszugsweise ohne schriftliche  
Genehmigung der Schöck Bauteile GmbH  
an Dritte weitergegeben werden.  
Alle technischen Angaben, Zeichnungen  
usw. unterliegen dem Gesetz zum Schutz  
des Urheberrechts.

Technische Änderungen vorbehalten  
Erscheinungsdatum: Oktober 2016

Schöck Bauteile GmbH  
Vimbucher Straße 2  
76534 Baden-Baden  
Telefon: 07223 967-0  
Fax: 07223 967-450  
schoeck@schoeck.de  
www.schoeck.de

