

Wärmebrücken

Schwachstellen in der Wärmedämmung der Gebäudehülle können den Wärmeschutz erheblich reduzieren und erhöhen die Gefahr der Schimmelpilzbildung durch Tauwasser. Diese Schwachstellen, über die im Vergleich zu den ungestörten benachbarten Bauteilbereichen zusätzliche Wärmeenergie transportiert wird, werden physikalisch als Wärmebrücken bezeichnet.

Wärmebrücken weisen einen besonders hohen Wärmestrom auf, so dass während der Heizperiode die Oberflächentemperatur an der Innenseite von Außenbauteilen örtliche begrenzt stark absinkt. Dies kann dazu führen, dass sich hier Tauwasser bildet oder eine Kapillarkondensation auftritt und somit die Grundlage für das Entstehen und Wachsen von Schimmelpilzen gegeben ist.

Bei Gebäuden mit sehr gut gedämmten Bauteilen können im ungünstigsten Fall zusätzliche Wärmeverluste in der Größenordnung von 20 – 40 % entstehen, im Vergleich mit den Verlusten, die über die ungestörten Bauteile auftreten. Da es sich dabei um einen instationären Vorgang handelt, sind beide Effekte (Wärmestrom/Oberflächentemperatur) unabhängig voneinander und müssen deshalb gesondert betrachtet werden.

Wärmebrücken kommen zustande weil:

- an dieser Stelle entweder Stoffe mit höherer Wärmeleitfähigkeit verwendet wurden, z.B. Stahlbetonpfeiler in hochdämmendem Mauerwerk ohne ausreichende Wärmedämmung an der Außenseite.
- weil eine ungünstige geometrische Form vorliegt, z.B. Eckenbereich oder Gebäudekanten wo die Außenoberfläche erheblich größer ist als seine Innenoberfläche.

- Außenwände unterschiedlich abgedeckt sind, z.B. Möblierung, Gardinen usw. oder Außenbauteileflächen vor denen Heizkörper stehen und dadurch fast immer zu höheren Wärmeverlusten neigen.
- Luftundichtheiten, insbesondere bei Windanströmung zur Absenkung der Bauteiltemperaturen führen, z.B. durch Beschädigungen der Dampfsperre oder der Luftdichtheitsschicht im Dachbereich oder im Mauerwerk durch z.B. offene Fugen in Verbindung mit nichtfunktionsfähigen Luftdichtheitsschichten.

In der Baupraxis wird die massestrombedingte (= luftströmungsbedingte) Wärmebrücke unter dem Begriff Luftdichtheit behandelt.

Bei den vorliegend beschriebenen Fällen spricht man von:

- konstruktionsbedingten Wärmebrücken
- geometrisch bedingten Wärmebrücken
- umgebungsbedingten Wärmebrücken
- massestrombedingte Wärmebrücken

Als besonders kritische Bereichsbeispiel sind hier zu nennen:

- auskragende Betonplatten
- Fensterlaibungen
- Fenstersturz

Anforderungen

Im Rahmen des Nachweisverfahrens der Energieeinsparverordnung ist für die Bestimmung des Jahresheizwärmebedarfs vorgegeben, wie der verbleibende Einfluss der Wärmebrücken bei dem Berechnungsverfahren zu berücksichtigen ist. Wärmebrückeneffekte sind gem. DIN EN 832 bzw. EN ISO 13789 zu erfassen.

Zu den bei ungenügender Beachtung dieses Punktes in der Planung und Ausführung eines Gebäudes auftretenden Wärmebrückenverlusten kommen noch die Folgen von

Tauwasserausfall und Schimmelbildung durch deutlich abgesenkte Temperaturen der Innenoberflächen hinzu.

Deshalb sind – ungeachtet der Energieeinsparung – Wärmebrücken auch aus Sicht des Baurechts zu vermeiden bzw. die Ausbildung von Details so zu planen, dass die Innenoberflächentemperatur möglichst deutlich über der kritischen Grenze von 12,6 °C liegt. Wenn alle Oberflächentemperaturen eines Wohnraums über 12,6 °C (entspricht einer zu Grunde gelegten Luftfeuchte nach DIN EN ISO 13788 für Schimmelpilzbildung auf der Bauteiloberfläche von 80 % [DIN 4108-2,2001-03]) liegen, kann bei üblicher Wohnnutzung kein Schimmel entstehen. Für Wände und Decken, die an Außenluft grenzen wird einheitlich ein R-Wert von mind. 1,2 W/(m²·K) gefordert.

In den Wärmebrückenkatalogen, aufgestellt nach DIN EN ISO 10211 mit der heute marktüblichen Software zur Wärmebrückenberechnung, wird neben Ψ (einer Art „längenbezogenen U-Wert“) in den ausgedruckten Grafiken auch die Stelle mit der niedrigsten Oberflächentemperatur markiert. Für diese Stelle wird ein sogenannter „Temperaturfaktor f_{Rsi} “ bestimmt, der die folgende Forderung der DIN 4108-2:2001-03 einhalten muss

$$\text{Temperaturfaktor } f_{Rsi} = \frac{(\text{Temperatur}_{\text{Innenoberfläche}} - \text{Temperatur}_{\text{außen}})}{(\text{Temperatur}_{\text{Raum}} - \text{Temperatur}_{\text{außen}})} \geq 0,70$$

Es handelt sich also um eine konstante, bauteilspezifische Größe, die unabhängig von dem aktuell herrschenden Temperaturunterschied zwischen drinnen und draußen ist. Dieser Faktor kann nur mit Berechnungsprogrammen für zwei- bzw. dreidimensionale Wärmeströme ermittelt werden (sh. Wärmebrückenatlanten).

Nicht mehr ausschließlich der U-Wert der Wandbauteile ist also das Maß für eine Feststellung von Wärmebrücken, vielmehr soll gewährleistet sein, dass zur Vermeidung von Wärmebrücken nirgendwo ein Temperaturfaktor von $f_{Rsi} = 0,70$ unterschritten wird.

Es gibt Veröffentlichungen, nach denen es möglich sein soll, dass der f_{Rsi} -Faktor vor Ort mittels Thermohygrometer oder Infrarot-Thermographie unter Angabe bestimmter Randbedingungen gemessen werden kann. Da es sich um instationäre Vorgänge handelt, d.h. dass der Wärmestrom und die Oberflächentemperaturen von veränderlichen äußeren Bedingungen beeinflusst werden, ist vor dieser Methode zu warnen! Es kann zu Abweichungen kommen, die eine exakte Festlegung von Tauwasserausfall nicht zulassen.

Im Rahmen der Berechnungsverfahren der EnEV kann der Einfluss von Wärmebrücken auf den Energiebedarf des Gebäudes auf drei Arten berücksichtigt werden:

- mittels eines pauschalen Zuschlags ΔU_{WB} nach DIN 4108-6 bzw. EnEV von 0,10 $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ zu den U-Werten aller Bauteile der Hüllfläche. Dieser Ansatz liegt „auf der sicheren Seite“. Somit wird vom Planer keine besondere Beachtung der Wärmebrückenproblematik verlangt.
- beachtet der Planer die Ausführungsempfehlungen des Beiblatts 2 zur DIN 4108 darf mit $\Delta U_{\text{WB}} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ gerechnet werden. Diese Variante ist immer beim (vereinfachten) Heizperiodenbilanzverfahren für den öffentlich-rechtlichen Energiebedarfsnachweis gemäß EnEV zu verwenden.
- ausdrückliche Berücksichtigung mittels Wärmebrückenverlustkoeffizienten $[\Psi] =$ längenbezogener U-Wert = WB-Verlustkoeffizient.

Dieser gibt, analog zum U-Wert, an, wie viel Watt pro laufendem Meter Wärmebrücke und pro 1 K Temperaturdifferenz zusätzlich verloren gehen. Die Wärmebrückenverlustkoeffizienten können z.B. aus Wärmebrückenkatalogen entnommen werden oder mehrdimensional für die einzelnen Wärmebrücken separat berechnet werden. Wichtig dabei ist: in diesem Fall sind alle Wärmebrücken des Gebäudes einzeln zu berücksichtigen. Eine Mischung mit pauschalisierten Verfahren ist nicht zulässig.

Beispiel für Wand mit Fenster:

Die Wärmebrückenverluste werden im Rahmen der gesamten spezifischen Wärmeverluste H_{T} über eine Wand mit einem Fenster nach der Formel

$$H_{\text{T}} = U_{\text{Wand}} \cdot A_{\text{Wand}} + U_{\text{Fenster}} \cdot A_{\text{Fenster}} + \sum_i \Psi_i \cdot l_i$$

berücksichtigt.

U = Wärmedurchgangskoeffizienten

A = Bauteilflächen

Ψ = längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient (hier: Laibung + Fensterbrett)

i = der Index i bezeichnet das jeweilige Bauteil bzw. eine zweidimensionale Wärmebrücke. Hier bezeichnet i die komplette Fensterlaibung inkl. Fensterbrett.

Die angegebene Formel gilt in diesem Beispiel für eine Wand mit Fenster und gilt analog auch für weitere Betrachtungen.

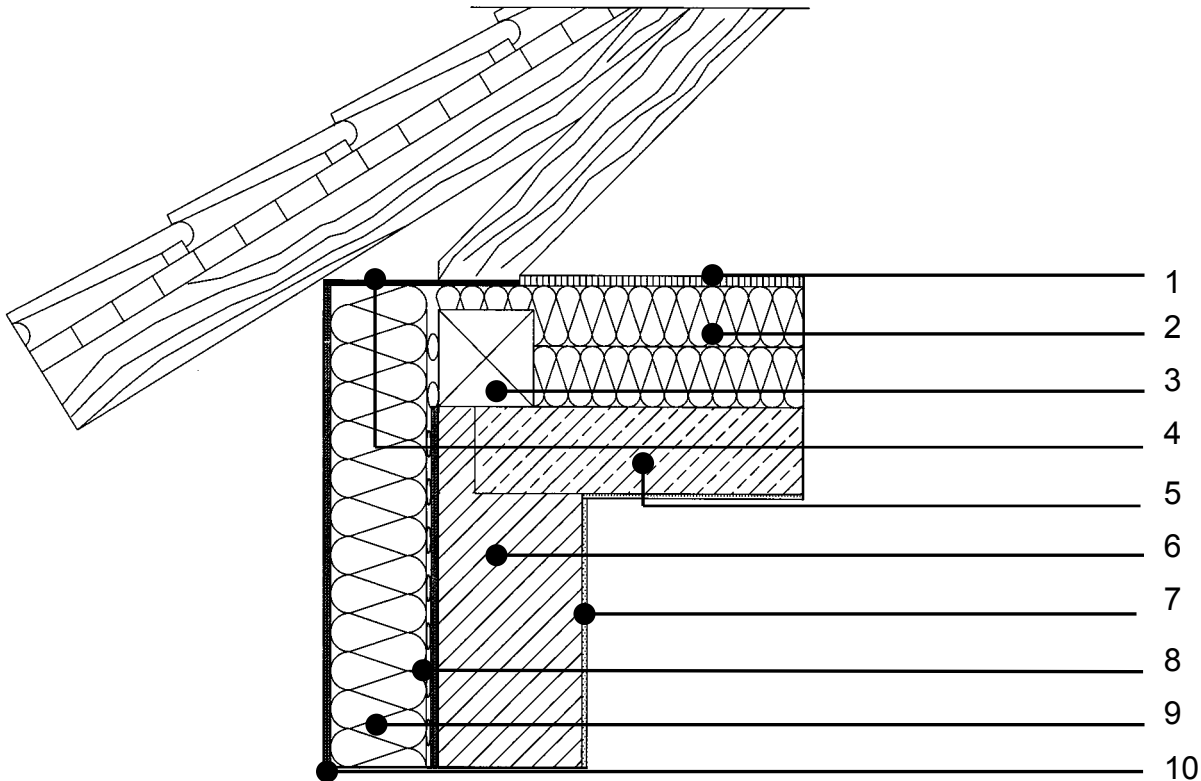
Hinweis:

Beispiele für Wärmebrückenberechnungen sind in den Dateien der Rubrik „Konstruktionen und Bauteildatenbank“ im Unterpunkt „Bauteilanschlüsse“ in der Wissensdatenbank zu finden.

Dipl.-Ing. (FH) H. Anton, FIW München

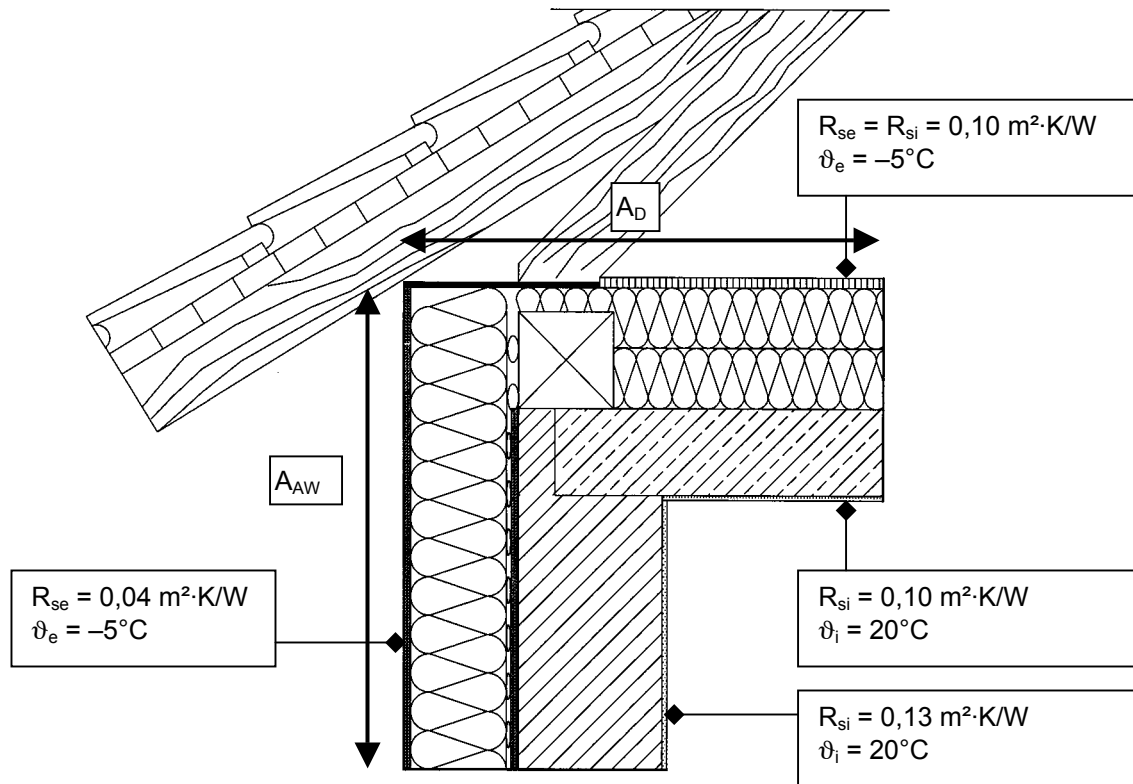
Beispiel mit Randbedingungen für die Ψ -Wert und f_{Rsi} -Wert-Berechnung

Dämmung der obersten Geschossdecke aus Beton und Außenwand mit WDVS



- 1 Spanplatte als oberseitige Abdeckung 21 mm; $\lambda = 0,16 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 2 Wärmedämmung auf der Oberseite 250 mm; WLG 035; $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ verlegt in zwei Lagen
- 3 Fußpfette
- 4 Spachtelmasse
- 5 Betondecke 18 cm; $\lambda = 2,3 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 6 Mauerwerk 300mm; Annahme: $\lambda = 1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 7 Innenputz 10 mm; $\lambda = 0,70 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 8 Kleber, Ausgleichsschicht und Außenputz alt $\lambda = 0,87 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 9 Wärmedämmung WLG 035 $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- 10 Außenputz neu $\lambda = 1,0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ oder Silikonharzputz

Randbedingungen für die ψ -Wert Berechnung:



Randbedingungen für die f_{Rsi} -Wert Berechnung:

