□ GEB Schwerpunkt **Wärmebrücken**

ÜBERSICHT

- **10 Detaillierte Wärmebrückenberechnung:** Was genau ist der Ψ-Wert, und wo liegen die Tücken bei der Berechnung und dem Nachweis?
- **00 ZF: inhalt auszeichnung:** schwerpunkt inhalt
- **00 ZF: inhalt_auszeichnung:** schwerpunkt_inhalt
- **00 ZF: inhalt_auszeichnung:** schwerpunkt_inhalt

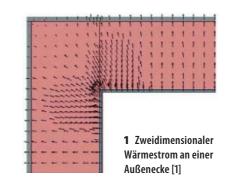
GEB Dossier

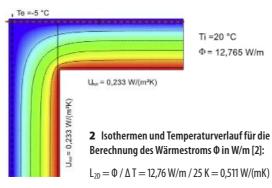
Weitere Beiträge zum Thema XXX finden Sie in unserem Dossier unter www.geb-info.de, Webcode XXXX Zur Übersicht über alle Dossiers gelangen Sie mit dem Webcode 1388.

Wie finde ich den richtigen ψ-Wert?

DETAILLIERTE WÄRMEBRÜCKENBERECHNUNG, TEIL 1 Für ein wirtschaftliches KfW-Effizienzhaus sind die zusätzlichen Wärmeverluste über die Wärmebrücken unbedingt detailliert zu berechnen. Selbst bei einem Gebäude nach EnEV führt ein solches Vorgehen energetisch zu einem wesentlich besseren Ergebnis. Dazu müssen indes die ψ-Werte und die Längen der Wärmebrücken bekannt sein. Was genau ist jedoch der ψ-Wert? Und was ist bei der Berechnung zu beachten, wenn die Wärmebrücken zum Beispiel sehr nahe beieinander liegen? Zentrale Fragen, die dieser erste Teil zu diesem weitläufigen Thema zu erläutern versucht. Johannes Volland

Beginnen wir mit einer Binsenweisheit: Wer den ψ-Wert exakt berechnen will, muss zunächst wissen, was der ψ-Wert genau ist. Im Gegensatz zum U-Wert, der als energetischer Kennwert eindeutig angibt, wieviel Wärme durch ein homogenes Bauteil von innen nach außen strömt, ist unter dem ψ-Wert ein Korrekturwert zu





verstehen, der eine bereits vorgenommene vereinfachte eindimensionale energetische Berechnung von Wärmeverlusten an einer Wärmebrücke berichtigt. Der ψ -Wert steht demnach nie für sich alleine, sondern ist stets im Zuge einer energetischen Berechnung zu ermitteln. Der ψ -Wert hängt von der Art und Weise ab, wie an einem Wärmebrückendetail die eindimensionalen Wärmeströme über den U-Wert und deren Fläche bereits berücksichtigt wurden, wenn neben den eindimensionalen Wärmeströmen (senkrecht zur Bauteiloberfläche) auch zweidimensionale Wärmeströme auftreten (Abb. 1).

Der zweidimensionale Wärmestrom ($L_{\rm 2D}$ -Wert) an einem Wärmebrückendetail lässt sich nur über ein Isothermenprogramm ermitteln. Für die Berechnung der Wärmeströme wird der Temperaturverlauf innerhalb des Wärmebrückendetails benötigt. Um die Temperaturen im gezeichnetem Detail zu berechnen, baut das Isothermenprogramm ein Gitternetz auf. Je nach Wärmeleitfähigkeit (λ -Wert) der Schichtmaterialien und der gewählten Innen- und Außentemperatur berechnet das Programm an den Gitternetzpunkten durch Iteration die vorhandene Temperatur. Über die unterschiedlichen Temperaturen an

den Gitternetzpunkten kann wiederum ein Wärmestrom berechnet werden (siehe auch [1]). Die Summe aller Wärmeströme im gezeichneten Detail ergibt den gesamten zweidimensionalen Wärmestrom Φ in W. Bezieht man den Wärmestrom auf einen Meter Kantenlänge ergibt sich die Einheit in W/m.

Für die in **Abb.1** gezeichnete Außenecke ergibt sich bei einem U-Wert der Außenwand von 0,233 W/(m²K) und einem Temperaturunterschied von 25 K ein Wärmestrom von Φ 12,76 W/m (**Abb.2**). Nachdem sowohl der ψ -Wert als auch der U-Wert temperaturunabhängige Werte sind, ist dieser Wärmstrom noch durch den Temperaturunterschied zwischen Innen und Außen zu teilen. Es ergibt sich dann der zweidimensionale Wärmestrom L_{2D} in W/(mK), also ein temperaturunabhängiger Wert.

Der ψ-Wert

Für die energetische Berechnung eines Gebäudes wird aber nicht der gesamte Wärmestrom $L_{\rm 2D}$ an einem Wärmebrückendetail benötigt. Der eindimensionale Wärmestrom L_0 über die flankierenden Bauteile des gezeichneten Details wurde schon über die berechneten Transmissionswärmverluste der Außenhülle berücksichtigt, sprich über die U-Werte und der dazu gehörigen Fläche. Der schon berechnete Transmissionswärmeverlust an einem Wärmebrückendetail muss nun über den tatsächlich vorhandenen Wärmestrom $L_{\rm 2D}$ korrigiert werden (Abb. 3). Dieser Korrekturwert ist dann der ψ -Wert:

 ψ -Wert = $L_{2D} - \Sigma U_i \cdot Ii$

Ψ-Wert = zusätzlich zu berücksichtigender Wärmestrom an einer

Wärmebrücke in W/(mK)

L_{2D} = gesamter zweidimensionaler Wärmestrom an einer Wärmebrücke W/(mK)

 $\Sigma U_i \cdot Ii = L_0 = \text{ schon berücksichtigter eindimensionaler Wärmestrom an einer } \\ \text{Wärmebrücke in W/(mK)}$

 $\Sigma U_i = W \ddot{a}$ Wärmedurchgangskoeffizient nach DIN EN ISO 6946 in W/(m²K)

 $li = \qquad \qquad Wirklänge \ in \ m$

Wirklange I

Das Isothermenprogramm berechnet sowohl den L_{2D}-Wert als auch den U-Wert entsprechend der gezeichneten Bauteilschich-



3 Erläuterung zur Berechnung des ψ-Wertes [1]

ten und deren λ -Werte. Dieser muss mit dem U-Wert in der energetischen Berechnung übereinstimmen (außer bei Bauelementen). Die Wirklänge li für die flankierenden Bauteile hängt von der Lage der Systemlinie ab, die in der energetischen Berechnung gewählt wurde. Diese Wirklänge ist dem U-Wert der Bauteile im Isothermenprogramm zuzuordnen und beeinflusst den ψ -Wert erheblich. Je länger die Wirklänge eines flankierenden Bauteils innerhalb des gestörten Bereiches ist, umso kleiner wird der ψ -Wert. Die Länge der flankierenden Bauteile eines Wärmebrückendetails ist so zu wählen, dass der gesamte gestörte Bereich der Wärmebrücke erfasst ist (>1 m; >3 mal Bauteildicke).

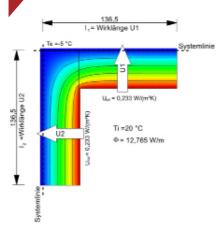
Systemlinie nach DIN 18599-1

Die Wirklänge hängt also von der Lage der Systemlinie ab, so wie sie in der energetischen Berechnung für die Hüllflächenberechnung gewählt wurde. Für Neubauten ist diese nach DIN 18599-1 zu bestimmen. Die Systemlinie liegt immer an der Außenkante Rohbau. Nur beim unteren Gebäudeabschluss liegt die Systemlinie auf der Rohbaudecke.

In **Abb. 4** ist am Beispiel einer Außenecke die Systemlinie und die darauf bezogenen Wirklängen li eingezeichnet. Nachdem bei einer Außenecke der bereits berücksichtigte eindimensionale Wärmestrom L_0 (0,636 W/(m²K)) größer ist als der tatsächlich vorhandene Wärmestrom $L_{\rm 2D}$ (0,511 W/(m²K)), ergibt sich hier ein negativer $\psi\text{-Wert}$, also eine Gutschrift. Geometrische Wärmebrücken, wie das Beispiel dieser Außenecke, haben in der Regel negativen $\psi\text{-Werte}$.

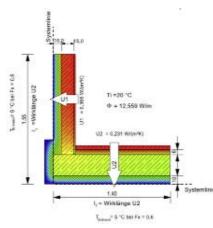
ψ-Wert für den Gleichwertigkeitsnachweis

Wird der ψ -Wert für den Gleichwertigkeitsnachweis nach DIN 4108-2 benötigt, sind die Wirklängen nach Beiblatt 2 Anhang 7



4 Korrekte Darstellung der Systemlinie und der darauf bezogenen Wirklängen für eine Außenecke nach DIN 18599-1 [2]. Die Systemlinie läuft entlang der äußeren Rohbaukante, zwischen Putz und Mauerwerk.

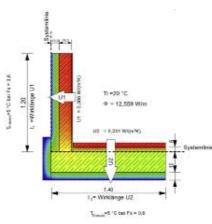
$$\begin{split} \psi\text{-Wert} &= L_{2D} - \Sigma U_i \cdot Ii = 12,765 \text{ W/m / 25 K} - \\ &\quad (0,233 \cdot 1,365 + 0,233 \cdot 1,365) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,511 - 0,636 \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= -0,126 \text{ W/(mK)} \end{split}$$



5 Berechnung des ψ -Werts mit Systemlinie unterhalb der Bodenplatte nach Bbl. 2:2006-03 [2]

Nachdem sich bei den Details in Abb. 5 und 6 die Kelleraußenwand und die Bodenplatte im Erdreich befinden, werden die eindimensionalen Wärmeströme L_0 mit dem Temperaturkorrekturfaktor F_x abgemindert. Vereinfacht darf der F_x -Wert für den Gleichwertigkeitsnachweis mit 0,6 angesetzt werden.

$$\begin{split} \psi\text{-Wert} &= L_{20} - \Sigma U_i \cdot \text{li} \cdot F_x = 12,559 \text{ W/m / 25 K} - \\ & (0,366 \cdot 1,55 \cdot 0,6 + 0,231 \cdot 1,40 \cdot 0,6) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,502 - (0,340 + 0,195) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= -0,032 \text{ W/(mK)} \end{split}$$

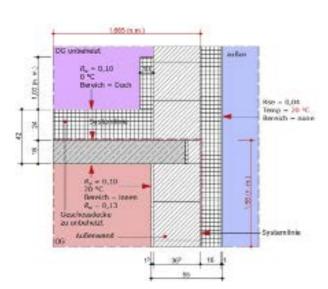


6 Berechnung des ψ -Werts mit Systemlinie oberhalb der Bodenplatte nach Bbl. 2:2017-11 [2]

$$\begin{split} \psi\text{-Wert} &= L_{2D} - \Sigma U_i \cdot li \cdot F_x = 12,559 \text{ W/m / 25 K} - \\ & (0,366 \cdot 1,20 \cdot 0,6 + 0,231 \cdot 1,40 \cdot 0,6) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,502 - (0,264 + 0,195) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,045 \text{ W/(mK)} \end{split}$$

zu bestimmen. Dort sind die Wirklängen für alle im Beiblatt 2 enthaltenen Details aufgeführt. Im Entwurf Bbl. 2:2017–11 sind die Wirklängen konform der Systemlinie nach DIN 18599–1 eingezeichnet. Das noch gültige Beiblatt 2 2006–03 enthält bei der Bodenplatte gegen Erdreich, wenn die Dämmung unterhalb der Bodenplatte liegt, eine abweichende Angabe der Wirklänge zur DIN 18599–1. Die Systemlinie verläuft dort unterhalb der Bodenplattendämmung. In **Abb.5** und **Abb.6** ist zu sehen, wie sich der ψ -Wert verändert, wenn die Systemlinie entweder auf der Bodenplatte verläuft oder unterhalb der Dämmung.

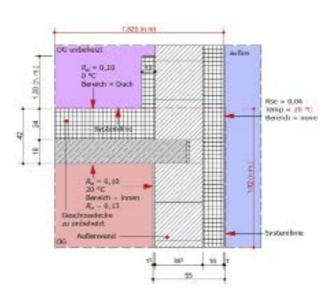
Der zweidimensionale Wärmestrom Φ ist mit 12,559 W/K bei beiden Details gleich groß. Jedoch unterscheidet sich der eindimensionale Wärmestrom auf Grund der unterschiedlichen Wirklängen der Kelleraußenwand.



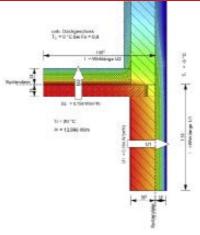
7 Anschluss oberste Geschossdecke an die Außenwand mit der Systemlinie am Bestandsgebäude [1]

Liegt die Systemlinie unterhalb der Bodenblatte (**Abb. 5**), wie im Bbl. 2:2006–03, Tab. 7, Bilder 2 und 3, dargestellt, ergibt sich ein eindimensionaler Wärmestrom L_0 (0,535 W/(m²K)), der wie bei der Außenwand größer ist als der tatsächlich vorhandene Wärmestrom L_{2D} (0,502 W/(m²K)). Dadurch ergibt sich auch hier ein negativer Wert, also eine Gutschrift. Der zulässig ψ -Wert nach Bbl. 2:2006–03 Bild 9 beträgt –0,03 W/(m²K). Das Detail in **Abb. 5** ist somit gleichwertig dem Bbl. 2:2006/03.

Liegt die Systemlinie oberhalb der Bodenplatte (**Abb. 6**), wie im Bbl. 2:2017–11, Tab. 7, dargestellt, ist der bereits berücksichtigte eindimensionale Wärmstrom L_0 kleiner. Er beträgt nun 0,459 W/(m²K)) und ist somit etwas kleiner als der tatsächlich vorhandene Wärmestrom $L_{\rm 2D}$ (0,502 W/(m²K)). Dadurch ergibt sich ein positiver Wert, also ein zusätzlich zu berücksichti-

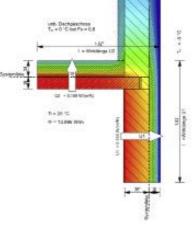


8 Anschluss oberste Geschossdecke an die Außenwand mit der Systemlinie an der Außenkannte Wärmedämmung [1]



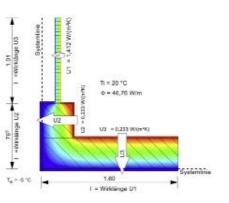
9 Die ψ-Wert-Berechnung für das Bild 7 [2]

$$\begin{split} \psi\text{-Wert} &= L_{20} - \Sigma U_i \cdot \text{li} = 13,996 \text{ W/m / 25 K} - \\ & (0,164 \cdot 1,58 + 0,159 \cdot 1,665 \cdot 0,8) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,56 - (0,259 + 0,212) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 0,088 \text{ W/(mK)} \end{split}$$



10 Die ψ-Wert-Berechnung für das Bild 8 [2]

 $\begin{array}{l} \psi\text{-Wert} = L_{2D} - \Sigma U_i \cdot \text{li} = 13,996 \text{ W/m / 25 K} - \\ & (0,164 \cdot 1,82 + 0,159 \cdot 1,825 \cdot 0,8) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} = 0,56 - (0,298 + 0,232) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} = 0,028 \text{ W/(mK)} \end{array}$



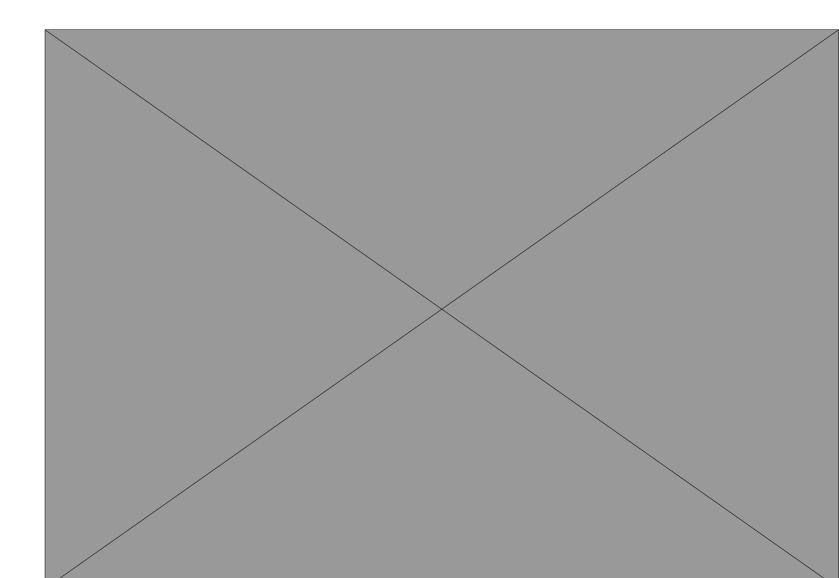
11 Die ψ-Wert-Berechnung für eine Außenecke mit Fenster [2]

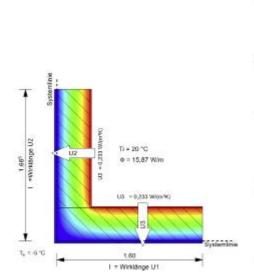
$$\begin{split} \psi\text{-Wert} &= L_{2D} - \Sigma U_i \cdot \text{li} = 46,76 \text{ W/m / 25 K} - \\ & (1,412 \cdot 1,01 + 0,233 \cdot 0,765 + 0,233 \cdot 1,60) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= 1,87 - (1,426 + 0,178 + 0,373) \text{ W/(mK)} \\ \psi\text{-Wert} &= -0,106 \text{ W/(mK)} \end{split}$$

gender Wärmestrom. Der zulässig ψ -Wert nach Bbl. 2:2017–11, Bild 8, beträgt 0,15 W/(m²K) – das Detail ist somit auch zu diesem Beiblatt gleichwertig.

ψ-Wert bei Bestandgebäuden

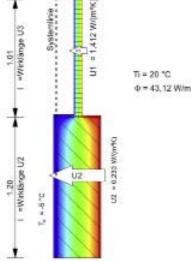
Bei Bestandsgebäuden sind die vorhandenen Hüllflächen zu berechnen. Werden die Hüllbauteile bei einer energetischen Sanierung außen gedämmt, verschiebt sich auch die Systemlinie zur Außenkante der Dämmung. Häufig wird dies in der energetischen Berechnung nicht berücksichtigt. Werden für das sanierte Gebäude dann die Wärmebrückenverluste detailliert berechnet, ist die Lage der Systemlinie zu beachten. Die beiden Abb.7 und Abb.8 zeigen einen Deckenanschluss an einen unbeheizten Dachraum im sanierten Zustand. Einmal mit der Systemlinie an der Außenkannte Bestandsgebäude (Oberkante Rohdecke und Außenkante Mauerwerk) und einmal, wo die





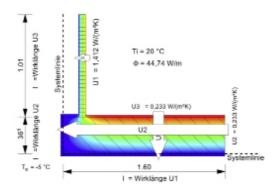
12 Die ψ-Wert-Berechnung für eine Außenecke [2]

 ψ -Wert = $L_{2D} - \Sigma U_i \cdot Ii = 15,87$ W/m / 25 K - $(0,233 \cdot 1,665 + 0,233 \cdot 1,60) \text{ W/(mK)}$ ψ -Wert = 0,365 - (0,388 + 0,373) W/(mK) ψ -Wert = -0,125 W/(mK)



13 Die ψ-Wert-Berechnung für den Fensteranschluss [2]

ψ-Wert = $L_{2D} - ΣU_i \cdot Ii = 43,12 \text{ W/m} / 25 \text{ K} (1,412 \cdot 1,01 + 0,233 \cdot 1,20) \text{ W/(mK)}$ ψ -Wert = 1,725 - (1,426 + 0,280) W/(mK) ψ -Wert = 0,020 W/(mK)



14 Die ψ-Wert-Berechnung eine Gebäudeecke mit Fensteranschluss direkt in der Ecke [2]

ψ-Wert = $L_{2D} - ΣU_i \cdot Ii = 44,74 \text{ W/m} / 25 \text{ K} (1,412 \cdot 1,01 + 0,233 \cdot 0,365 + 0,233 \cdot 1,60)$ W/(mK) ψ -Wert = 1,79 - (1,426 + 0,085 + 0,373) W/(mK) ψ -Wert = -0,094 W/(mK)

Systemlinie nach DIN 18599-1 an die Außenkannte der Dämmung verschoben wurde.

Wird die Hüllfläche nach Abb.7 berechnet, ergibt sich eine kleinere rechnerische Gebäudehülle als nach Abb. 8. Der absolute Wärmeverlust über die Gebäudehülle ist hier somit niedriger. Dies kann über die Berechnung der \u21c4-Werte wieder korrigiert werden. Die zusätzlichen Wärmeverluste über die Wärmebrücken sind bei der Variante nach Abb.7 größer als nach Abb. 8, weil die Wirklängen der flankierenden Bauteile kürzer sind. Die Summe aus dem Transmissionswärmeverlust über die Gebäudehülle, berechnet über den eindimensionalen Wärmestrom, plus dem zusätzlichen Wärmeverlust über die Wärmebrücken U_{WB} ist bei beiden Varianten gleich groß.

Umgang mit nahe beieinanderliegenden Wärmebrücken

Ebenfalls häufig diskutiert wird, wie mit Wärmebrücken umzugehen ist, die sehr nahe beieinander liegen, also wenn deren Abstand kleiner d_{min} ist bzw. kleiner als ein Meter. Streng genomen müssen nach DIN EN ISO 10211 Wärmebrücken, die sich gegenseitig beeinflussen, zusammen in einem geometrischen Modell berechnet werden. Nach dem die Länge des gestörten Bereiches einer Wärmebrücke im Vorfeld nicht bekannt ist, wird für den Einflussbereich einer Wärmebrücke die d_{min}-Regelung aus der DIN EN ISO 10211 herangezogen (d_{min} = Innenkante > 3 mal die Dicke des Bauteils). Dies kann in der Praxis eventuell zu sehr großen Wärmebrückenmodellen führen, was eine Vielzahl von zu berechnenden Wärmebrücken an einem Gebäude ergibt.

Ein häufiges Beispiel ist hierfür das Fenster in einer Gebäudeecke. Muss eine Gebäudeecke mit einem Fenster, das rund 40 cm von dieser Ecke entfernt ist, als eine Wärmebrücke berechnet werden? Oder kann dies auch in zwei Wärmebrücken aufgeteilt werden, also in Gebäudeecke und Fensterlaibung?

Um hierfür ein Gefühl zu bekommen, wann sich Wärmebrücken gegenseitig beeinflussen und ab welchen Abstand dies nicht mehr der Fall ist, ist es sinnvoll, dies rechnerisch auszuprobieren. Wird die Gebäudeecke mit Fenster als eine Wärmebrücke berechnet (Abb. 11), ergibt sich ein zusätzlicher Wärmestrom an diesem Detail von -0,106 W/(mK). Alternativ dazu wird einmal nur die Gebäudeecke (Abb. 12, Wärmestrom: -0,125 W/(mK)) und einmal nur der Fensteranschluss (Abb. 13, Wärmestrom: 0,020 W/(mK)) berechnet. Vergleicht man nun den \u2164-Wert der Außenecke mit Fenster mit den beiden Ψ-Werten der Gebäudeecke und des Fensteranschlusses ist erkennbar, dass der zusätzlich zu berücksichtigende Wärmestrom beider Berechnungsvarianten nahezu gleich ist:

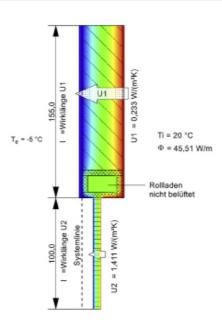
 ψ -Wert aus **Abb. 11** = -0.106 W/(mK) ψ -Wert aus Abb. 12+Abb. 13 = -0.125 + 0.020 = -0.105 W/(mK)

Auf die Länge der Wärmebrücke kommt es an

2: Hier bietet das GEB E-Paper zusätzliche Informationen und Funktionen an. Infos zum GEB E-Paper: www.qeb-info.de/epaper

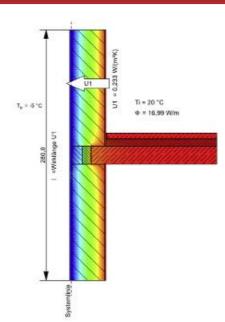
Ist das Fenster mehr als 40 cm von der Außenecke entfernt, beeinflussen sich die beiden Wärmebrücken Außenecke und Fensterlaibung nicht. Beide Wärmebrücken können folglich einzeln berechnet werden. Sitzt das Fenster jedoch direkt in der Gebäudeecke (Abb. 14), ergibt sich ein zusätzlicher Wärmestrom an diesem Detail von -0,094 W/(mK). Der ψ-Wert ist somit um 0,011 W/(mK) kleiner, als wenn die Ecke und Fensterlaibung getrennt berechnet werden. Ob dieser Fehler zu vernachlässigen ist, hängt von der Länge der Wärmebrücke ab - meistens wird dieser Unterschied aber so klein sein, dass er für die Berechnung keine Rolle spielt. Auch wenn das Fenster direkt in der Ecke sitzt, kann dieses Detail für die Berechnung der ψ-Werte in zwei Wärmebrücken geteilt werden.

Werfen wir noch den Blick auf einen Fensteranschluss mit Rollladenkasten an eine Geschossdecke. Als erstes wird der



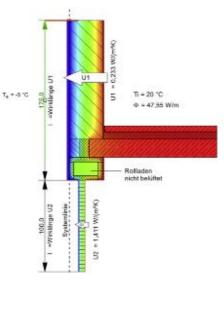
15 Anschluss Fenster mit Rollladen an Außenwand ohne Geschossdecke

 ψ -Wert = L_{2D} – Σ U_i · Ii = 45,51 W/m / 25 K – $(0,233 \cdot 1,55 + 1,411 \cdot 1,00) \text{ W/(mK)}$ ψ -Wert = 1,821 - (0,361 + 1,411) W/(mK) ψ -Wert = 0,048 W/(mK)



16 Anschluss Geschossdecke an Außenwand

 ψ -Wert = L_{2D} – Σ U_i · Ii = 16,99 W/m / 25 K – (0,233 · 2,80) W/(mK) ψ -Wert = 0,68 - (0,652) W/(mK) ψ -Wert = 0,027 W/(mK)



17 Anschluss Fenster mit Rollladen an Geschossdecke

 ψ -Wert = L_{2D} – Σ U_i · Ii = 47,55 W/m / 25 K – $(0,233 \cdot 1,75 + 1,411 \cdot 1,00) \text{ W/(mK)}$ ψ -Wert = 1,902 - (0,407 + 1,411) W/(mK) ψ -Wert = 0,083 W/(mK)

ψ-Wert für den Anschluss Fenster mit Rolllanden an Außenmauer ohne Decke berechnet (Abb. 15, ψ -Wert = 0,048 W/ (mK)), anschließend nur der Deckenanschluss an Mauerwerk ohne Fenster (**Abb. 16**, ψ -Wert = 0,027 W/(mK)).

Addiert man die \u03c4-Werte aus den beiden Berechnung ergibt sich ein \u03c4-Wert für den Anschluss Fenster mit Rollladen an Geschossdecke von $\psi = 0.048 + 0.027 = 0.075 \text{ W/(mK)}$. Berechnet man nun den ψ-Wert für den Anschluss Fenster mit Rollladen an Geschossdecke im einem Schritt (Abb. 17), ergibt sich ein ψ-Wert von 0,083 W/(mK). Somit ergibt sich auch hier nur ein geringer Unterschied von 0,008 W/(mK) gegenüber den Ergebnissen aus Abb. 15 und Abb. 16.

Aus den Vergleichsberechnung aus den Rechenbeispielen Fenster in Außenecke (Abb. 12 bis Abb. 14) und Anschluss Fenster mit Rollladenkasten an Geschossdecke (Abb. 15 bis Abb. 17) zeigt sich, dass nahe beieinander liegende Wärmebrückendetails durchaus getrennt berechnet werden können. Die Abweichungen bei den \u03c4-Werten sind gering. Genauer und sicherer ist natürlich die gesamte Betrachtung nahe beieinanderliegender Wärmebrücken. Für die Berechnung der f_{Rsi}-Werte sollten die Details (Abb. 14 und 17) als ein Detail untersucht werden.

Fazit

Neben den anzusetzenden Randbedingungen wie Temperaturen und Wärmeübergangswiderstände, auf die in der nächsten Ausgabe des Gebäudeenergieberaters genauer eingegangen wird, sind die Wirklängen der flankierenden Bauteile für die Berechnung der eindimensionalen Wärmeströme der entscheidende Faktor für den ψ -Wert. Für den detaillierten Wärmebrückennachweis ist die Systemlinie zur Bestimmung der Wirklängen so zu wählen, wie sie auch in der dazugehörigen energetischen Berechnung gewählt wurde. Wird der \u21c4-Wert

für den Gleichwertigkeitsnachweis benötigt, ist die Systemlinie nach den Angaben des Kap. 7 in Bbl.2 zu definieren.

Bei der Frage, wann nahe beieinanderliegende Wärmebrückendetails als ein Detail oder getrennt zu berechnen sind, hat sich gezeigt, dass die getrennte Berechnung für die untersuchten Details hinreichend genau ist. Ob dies für jede Wärmebrückenkombination gilt, ist im Einzelfall zu bestimmen.

Für den Schimmelpilznachweis nach DIN 4108-2 über die Berechnung der f_{Rsi}-Werte, müssen nahe beieinanderliegende Details als ein Detail berechnet werden.

Noch ein abschließender Hinweis: Die Korrekturfaktoren, die nach dem Entwurf Bbl.2 2017/11 für Bauelemente wie Fenster und Rollläden zu berücksichtigen sind, sind in die Berechnungen nach Abb. 13 bis Abb. 17 nicht eingeflossen.

Literatur und Ouellen:

[1] Volland Johannes, Michael Pils, Timo Skora, "Wärmebrücken erkennen – optimieren – berechnen – vermeiden", 2. Aufl. Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln,

[2] Berechnet mit Isothermenprogramm ZUB Argos Pro1

Johannes Volland

ist Bauingenieur und war von 2001-2002 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Hochschule München im FB Architektur als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätia. 2011 Gründung des eigenen Ingenieurbüros für energieeffizientes Bauen und Sanieren. Seit 2017 geprüfter Sachverständiger für hygrothermische Bauphysik sowie Vor-Ort-Kontrolleur im KfW-Qualitätssicherungssystem. Referent bei Seminaren und Autor mehrerer Fachbücher.