



Der unterschätzte Faktor

WÄRMEBRÜCKENKONZEPT NACH KfW Wer bei der KfW Fördergelder beantragt, muss für die Gebäudehülle ein Wärmebrückenkonzept vorlegen. Eine durchaus sinnvolle Forderung, da der negative Einfluss der Wärmebrücken umso größer wird, je besser ein Gebäude gedämmt ist. Oftmals sind die Wärmebrücken sogar das Zünglein an der Waage, um den angepeilten energetischen Standard zu erreichen – da kann es sich durchaus lohnen, anstatt des pauschalen Zuschlags die Wärmebrücken detailliert und einzeln zu berechnen. Johannes Volland

□ Sowohl bei Neubauten als auch bei der Sanierung von energieeffizienten Gebäuden spielt die Planung und Beurteilung von Wärmebrückendetails eine bedeutende Rolle. Je energieeffizienter Gebäude werden, umso anfälliger werden diese für energetische Schwachstellen. Da die EnEV dichte Gebäudehüllen fordert, resultiert daraus die Gefahr von hohen Feuchtigkeitswerten in den Räumen, und in der Folge kann sich an den Wärmebrücken Schimmelpilzbefall bilden. Seit geraumer Zeit ist das ein häufig auftretendes Schadensbild – sowohl bei neuen und gut gedämmten Gebäuden als auch bei sanierten Altbauten.

Es reicht also nicht aus, die Gebäudehülle gut zu dämmen und mit einer effizienten Anlagentechnik auszustatten. Mindestens ebenso wichtig ist die sorgfältig geplante Gebäudehülle mit Augenmerk auf die energetisch optimierten Details. Die Gebäudehülle muss in jedem Fall schadenfrei bleiben – auch bei einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit als es die DIN 4108-2 zulässt.

Aus diesem Grund fordert die KfW bei den von ihr geförderten Projekten vom Energieberater ein Wärmebrückenkonzept. Es gehört neben dem Luftdichtheits- und Lüftungskonzept ist zu den wichtigsten Aufgaben, die der Energieberater im Rahmen seiner Tätigkeit als Energieeffizienzexperte erbringen muss. Wie hat aber dieses Wärmebrückenkonzept genau auszusehen? Ist dieses auch bei Einzelmaßnahmen zu erbringen oder nur bei Effizienzhausförderungen? Müssen Wärmebrücken berechnet werden oder reicht es aus, auf diese hinzuweisen?

Musterdetails vom DIN und der KfW

Beim Wärmebrückenkonzept geht es darum, dass sich der Fachplaner oder Energieberater Gedanken darüber macht, ob es bei der Sanierung eines Bauteils oder im Neubau Wärmebrückendetails gibt, die nach den Anforderungen der DIN 4108-2 tauwa^{re} ausgeführt werden müssen. Das Beiblatt 2 der DIN 4108-2 und das „Infoblatt KfW Wärmebrücken-

empfehlung“ enthält Musterdetails, die nach DIN 4108-2 tauglich und wasserfrei sind. Der Sachverständige ist nach § 7 der EnEV verpflichtet, die Details so zu planen, dass der Wärmeverlust über die Wärmebrücken so gering wie möglich gehalten wird.

Außerdem muss der Sachverständige festlegen, wie er den Einfluss der Wärmebrücken bei der Berechnung der Wärmeverluste berücksichtigt. Der Fachbeitrag zeigt auf, wie sich ein Wärmebrückenkonzept in die Praxis umsetzen lässt.

Pauschale oder detaillierte Berechnung?

Beim Neubau und der Sanierung zum Effizienzhaus ist zu klären, wie die Wärmeverluste über die Wärmebrücken in der Energiebilanz berücksichtigt werden. Prinzipiell kann der Energieberater zwischen drei Möglichkeiten wählen, die Energieverluste bei der Energiebilanzierung anzusetzen. Dies kann geschehen

- ohne weiteren Nachweis, entweder pauschal mit $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ oder, zum Beispiel bei einer überwiegenden Innendämmung mit einbindender massiver Geschoss-

decke gemäß Anlage 3 Nr. 8.1 EnEV, pauschal mit $\Delta U_{WB} = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$;

- pauschal mit $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ bzw. 0,03 (siehe Entwurf Beiblatt 2 DIN 4108), sofern der Nachweis der Gleichwertigkeit nach Beiblatt 2 der DIN 4108 geführt wird;
- oder aber mit den berechneten Werten aus einer detaillierten Wärmebrückenberechnung.

Der Einfluss des Wärmebrückenfaktors fällt umso größer aus, je energieeffizienter das Gebäude ist. Der Energieberater muss daher den Bauherrn darüber informieren, dass der Ansatz des Wärmebrückenfaktors mitentscheidend für die Höhe der Förderung und des Effizienzhausstandards sein kann. Den Einfluss der Berechnungsart – also ob man die Pauschale ansetzt oder den Wert aus der detaillierten Erhebung, zeigt das nachfolgende Beispiel eines Einfamilienhauses, bei dem das Passivhausniveau bzw. der Effizienzhaus 40-Standard erreicht werden sollte (Abb. 1).

Bei einer vordefinierten Konstruktion konnte mit einem pauschalen Wärmebrückenfaktor $\Delta U_{WB} = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ kein

1 Beispielgebäude für die verschiedenen Ansätze zur Berechnung der Wärmeverluste über die Wärmebrücken

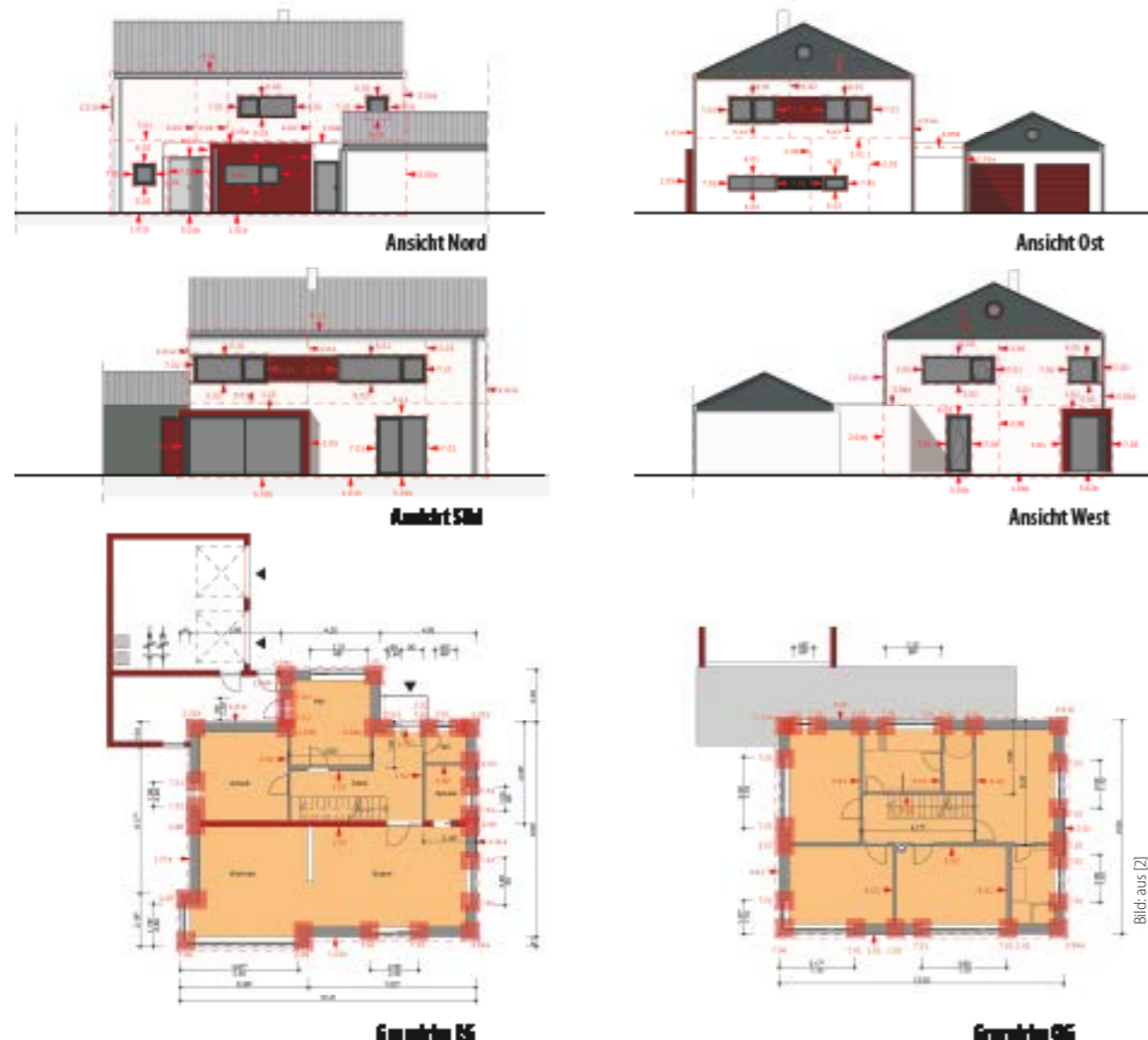


Bild: Johannes Volland

2 Bei einem Fenstertausch muss zunächst geprüft werden, welchen U-Wert die Außenwand des Bestandsgebäudes hat – in dem Rechenbeispiel sei das Baujahr 1980

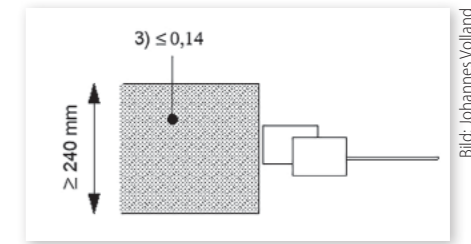


Bild: Johannes Volland

3 Fensteranschlussdetail (Prinzip) entsprechend Beiblatt 2 der DIN 4108-2 (Entwurf 2017:11), Abb. 226

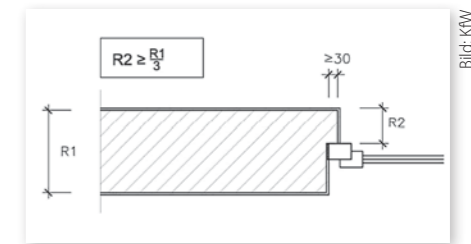


Bild: KfW

4 Fensteranschluss nach Infoblatt KfW-Wärmebrückenbewertung Nr. 1.5.1

Effizienzhausstandard erreicht werden. Erfolgt stattdessen ein Gleichwertigkeitsnachweis und einem Wärmebrückenfaktor von $\Delta U_{WB} = 0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ wird das Effizienzhausniveau 55 erreicht. Eine detaillierte Berechnung der Wärmeverluste über die Wärmebrücken ergibt bei diesem Gebäude einen Wärmebrückenfaktor von $0,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ (Holztafelbau). Mit diesem Wärmebrückenfaktor wird das Effizienzhausniveau 40 erreicht.

Durch die detaillierte Wärmebrückenberechnung verringert sich der rechnerisch ermittelte Transmissionswärmeverlust H_T um rund 38%. Kein anderer Faktor in der Energiebilanzierung beeinflusst das Endergebnis so entscheidend wie der Ansatz des Wärmebrückenfaktors. Energieberater sollten daher in jedem Fall mit dem Bauherrn klären, ob er an einer detaillierten Wärmebrückenberechnung interessiert ist und welche Honorarkosten dadurch entstehen. Er sollte ihm weiterhin aufzeigen, dass durch eine solche Berechnung Fördergelder generiert werden können und sich die Wirtschaftlichkeit darstellen lässt.

Nachweis der Oberflächentemperaturen nach DIN 4108-2

Wärmebrückendetails müssen nach DIN 4108-2 schimmelpilzfrei sein – dies ist bei der Planung und Ausführung unbedingt zu beachten. Dazu muss der Planer die von ihm konstruierten Details mit den Vorschlägen aus dem Beiblatt 2 vergleichen. Ist das Detail nicht im Beiblatt 2 enthalten oder entspricht es nicht dem dort dargestellten Prinzip, ist der f_{Rsi} -Wert mit Hilfe eines Isothermenprogramms zu berechnen. Der f_{Rsi} -Wert darf nicht $< 0,7$ sein, um eine Oberflächentemperatur von $> 12,6^\circ \text{C}$ zu garantieren (siehe DIN 4108-2 Punkt 6).

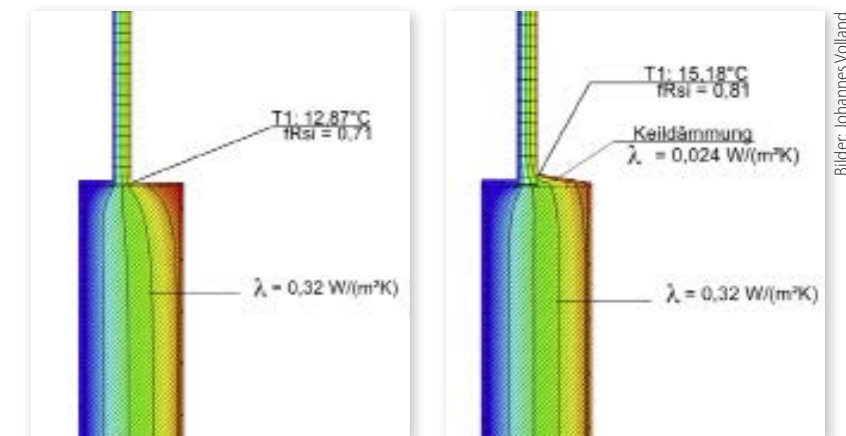
Wärmebrückenkonzept bei Einzelmaßnahmen – Fenstertausch

Sollen bei einem Bestandsgebäude die Fenster erneuert werden (Abb. 2), ist zunächst zu prüfen, welchen U-Wert die bestehende Außenwand

aufweist. Der U-Wert der neuen Fenster sollte, falls keine Lüftungsanlage eingebaut wird, höher sein als der U-Wert der Außenwände. Die Feuchtigkeit der Luft im Gebäude schlägt sich als erstes an der kältesten Stelle der Gebäudehülle nieder. Geschieht dies am Fenster, ist bis zu einer bestimmten Feuchtemenge kein gravierender Bauschaden zu befürchten – daher ist es immer besser, wenn sich an diesen Stellen anstatt an der Wand die niedrigsten Temperaturen einstellen.

Dazu ein Beispiel: Die Außenwand eines Gebäudes aus dem Jahr 1980 weist nach [1] einen U_{AW} -Wert von $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ auf (λ -Wert Stein ca. $0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$). Der U_w -Wert des Fensters muss demnach $> 0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ sein.

Auch beim Fenstertausch ist zu prüfen, ob die Fensteranschlüsse nach DIN 4108-2 schimmelpilzfrei sind. Nachdem der λ -Wert des Bestandsmauerwerks größer als $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ ist und auch ein Mauerfalz fehlt, ist das Bestandsdetail nicht gleichwertig mit dem Beiblatt 2 (Abb. 3) bzw. mit dem Infoblatt KfW-Wärmebrückenbewertung (Abb. 4).



Bilder: Johannes Volland

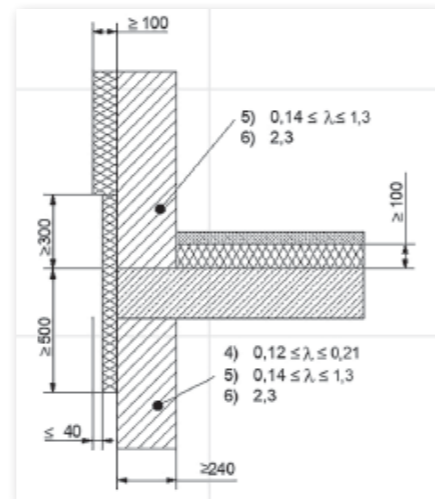
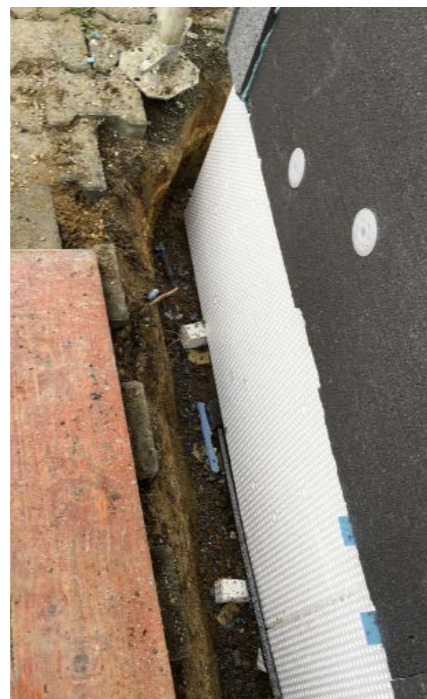
5, 6 Oberflächentemperatur an einer Fensterlaibung bei einem Bestandsgebäude ohne Laibungsdämmung (links) und mit Laibungsdämmung (rechts)

Um sicherzustellen, dass nach Einbau des neuen Fensters an der Fensterlaibung unter genormten Klimaverhältnissen nach DIN 4108-2 keine Schimmelpilzgefahr besteht, muss die Fensterlaibung mit einem Isothermenprogramm berechnet werden. Nach **Abb. 5** ergibt sich ein $f_{R,si}$ -Wert von 0,71, der gerade noch dem zulässigen Normenwert von $>0,7$ entspricht. Das bedeutet, dass sich unter genormten Klimaverhältnissen (20°C Innentemperatur, 50% relative Luftfeuchtigkeit, -5°C Außentemperatur) nach DIN 4108-2 an der Fensterlaibung kein Schimmel bildet. Sinkt jedoch die Innentemperatur geringfügig oder steigt die relative Luftfeuchtigkeit im Raum über 50% an, kann es schon zu Schimmelbefall kommen. Es wird daher empfohlen, an den Wärmebrücken immer einen $f_{R,si}$ -Wert von mehr als 0,8 anzustreben. Überdies kann mit einer keilförmigen Fensterlaibungsdämmplatte die Temperatur an der Innenkante auf 15,2°C angehoben werden (**Abb. 6**).

Wärmebrückenkonzept bei Einzelmaßnahmen – WDVS

Auch beim Anbringen eines Wärmedämmverbundsystems (WDVS) müssen die einzelnen WB-Details so ausgeführt werden, dass nach Aufbringen der Dämmplatten kein Schimmelpilzgefahr droht. Das „Handbuch für Energieberater“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie zeigt anhand vieler Prinzipskizzen, wie die einzelnen Details bei einer energetischen Sanierung ausgeführt werden sollen.

Aber auch wer seine Details nach den Vorgaben des Beiblatt 2 plant, baut normgerecht. Am besten, man stellt die Musterdetails in einen Dokument zusammen und bespricht sie mit der ausführenden Firma vor Ort. Bei solchen Besprechungen zeigt sich häufig, dass manche notwendigen Leistungen, wie das Aufgraben des Sockels oder das Abstemmen der Fensterlaibung, von der ausführenden Firma im Angebot gar nicht berücksichtigt worden sind. Die nachfolgenden Beispiele an einem Bestandsgebäude (hier Baujahr 1970) zeigen auf, welche Detailpunkte beim Anbringen eines WDVS besonders zu beachten sind.



7, 8 Sockelausbildung mit WDVS in der Praxis (links) und von mir nachgezeichnet entsprechend Bild 49 in Beiblatt 2 zur DIN 4108-2 (2017:11)

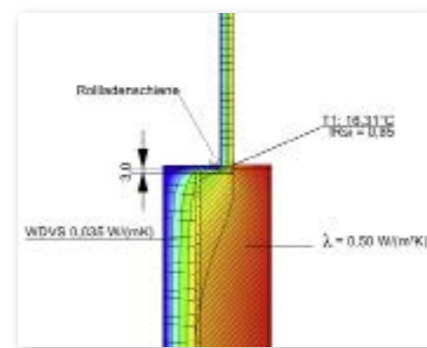
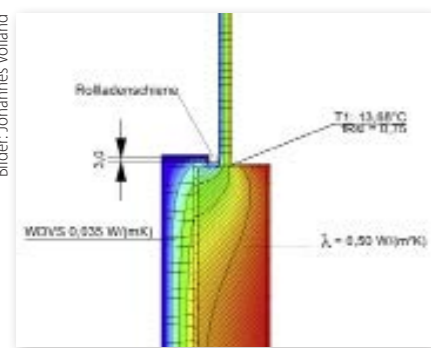
Bilder: Johannes Volland

Sockeldetail

Falls die Oberkante der Bodenplatte nicht mehr als 50 cm über dem Erdreich liegt, muss im Bereich des Sockels das Erdreich aufgedigelt werden, damit die Sockeldämmung normgerecht gemäß Beiblatt 2 in einer Breite von 50 cm angebracht werden kann (**Abb. 7, 8**).

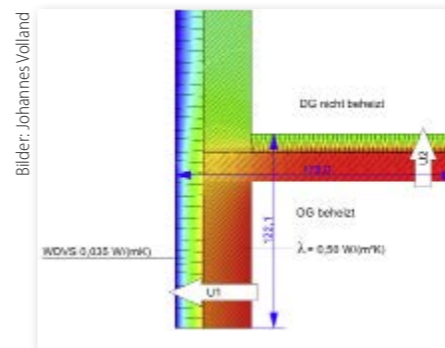
Fensteranschlüsse

Bleiben die bestehenden Fenster und Rollläden beim Anbringen eines WDVS unangetastet, endet die Laibungsdämmung unmittelbar vor der Rollladenschiene. Im Bereich der Rollladenschiene verbleibt somit eine Wärmebrücke, die dazu führt, dass sich an der inneren Fensterlaibung niedrige Oberflächentemperaturen einstellen (**Abb. 9**). Der $f_{R,si}$ -Wert liegt hier zwar mit 0,75 über dem einzuhaltenden Wert von 0,7, aber unter dem empfohlenen Wert von 0,8. Stemmt man jedoch die Fensterlaibung seitlich auf, kann die Laibungsdämmung hinter die Rollladenschiene geführt werden. Dieser zusätzliche Aufwand hat einen verbesserten $f_{R,si}$ -Wert von 0,85 zur Folge (**Abb. 10**). Somit ist auch bei einem etwas ungünstigeren Innenraumklima Schimmelpilzfreiheit im kritischen Fensterlaibungsbereich gegeben.



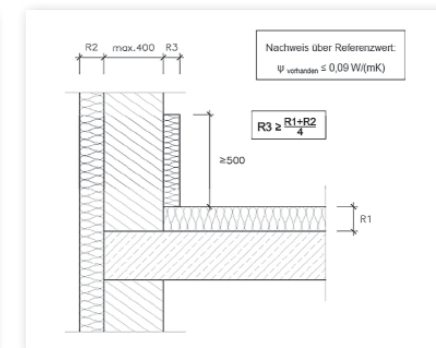
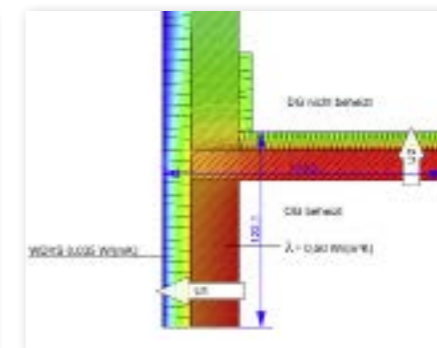
9, 10 Isothermenverlauf bei Laibungsdämmung bis zur Rollladenschiene (links) und hinter der Rollladenschiene

Bilder: Johannes Volland



11, 12 Geschossdeckenanschluss an Giebelwand ohne Flankendämmung (links) und mit Flankendämmung (rechts)

Bilder: Johannes Volland



13 Anschluss der Geschossdecke an die Giebelwand nach KfW-Wärmebrückenbewertung Nr. 1.10.1

Bild: KfW

Oberste Geschossdecke zum unbeheizten Dachraum

Ist der Dachraum des Gebäudes unbeheizt, ist beim Anbringen des WDVS die Wärmebrücke „Anschluss oberste Geschossdecke an Außenwand“ zu beachten. Zwar verringert das WDVS die Wärmeverluste über die Außenwand an die Außenluft, jedoch stellt die in die Außenwand einbindende Geschossdecke innenseitig eine Wärmebrücke dar (**Abb. 11**), über die Wärme in den unbeheizten Dachraum abfließen kann. Dieser Wärmeverlust lässt sich mit einer rund 50 cm breiten Flankendämmung auf der Innenseite der Außenwand minimieren. Wie **Abb. 12** zeigt, reduziert sich der ψ -Wert für ein solches Beispieldetail von 0,113 W/(mK) auf 0,045 W/(mK). Im Infoblatt KfW-Wärmebrückenbewertung ist dieses Detail unter der Nr. 1.10.1 aufgeführt (**Abb. 13**). Prinzipiell gilt diese Lösung auch im Sockelbereich, wenn die Kellerdecke unterseitig gedämmt ist.

Anschlüsse von Anbauten

Bei Anbauten wie Garagen, Vordächer, Gartenhäuser usw. kann man die Wärmedämmung im Dachbereich meist nicht wärmebrückenfrei anschließen. Hier muss überlegt werden, welcher Aufwand gerechtfertigt ist, um den Einfluss der Wärmebrücke zu minimieren. Wichtig ist, dass an diesen Wärmebrücken kein Tauwasser- bzw. Schimmelpilzrisiko besteht. Vordächer sollten nach Möglichkeit demontiert werden, damit die Wärmedämmung in diesen Bereich durchlaufen kann. Vor dem erneuten Befestigen der Vordächer sind in der Dämmung geeignete druckfeste Platten vorzusehen. Außerdem ist zu beachten, dass oberhalb von angrenzenden Dächern im Spritzwasserbereich eine Perimeterdämmung anzubringen ist.

Ausblick

Im November 2017 erschien der Entwurf zum neuen Beiblatt 2 der DIN 4108, in dem etwa 250 Details enthalten sind, die eine schimmelpilzfreie Ausführung von Wärmebrücken zeigen. Ebenso finden sich im „Infoblatt KfW Wärmebrückenempfehlung“ und im „Handbuch für Energieberater“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie viele Details und Prinzipskizzen für sachgemäß geplante Wärmebrücken. Das Fachbuch „Wärmebrücken erkennen“ [2] erläutert ebenfalls ausführlich, wie diese berechnet und optimiert werden können. Der Energieberater findet also genügend Unterstützung, um ein Wärmebrückenkonzept zu erstellen.

Fragt man bei der KfW schriftlich nach, wie denn nun dieses Wärmebrückenkonzept genau auszusehen hat, bekommt man unter anderem folgende Info:

„Unter der Planung zur Minimierung von Wärmebrücken (Wärmebrückenkonzept) ist zu verstehen, dass der Sachverständige bei der Konzeptionierung eines Effizienzhauses den für das jeweilige Gebäude und für den jeweils angestrebten Effizienzhausstandard geeigneten Ansatz bestimmt und die entsprechenden Nachweise führt. Der Einfluss von Wärmebrücken ist nach den Maßgaben des jeweils angewendeten Berechnungsverfahrens zu berücksichtigen. Weiterführende Hinweise zur Berücksichtigung von Wärmebrücken sind der Liste der Technischen FAQ (Anlage zu den Merkblättern) unter FAQ Nummer 4.00ff zu entnehmen.“ Und weiter: „Der Sachverständige bestimmt bei der Konzeptionierung eines Effizienzhauses den für das jeweilige Gebäude und für den jeweils angestrebten Effizienzhausstandard geeigneten Ansatz und führt die entsprechenden Nachweise. ... Sinngemäß kann dies auch für Einzelmaßnahmen erfolgen. Bei der Durchführung von Einzelmaßnahmen ist es ausreichend, für die betroffenen Bauteilanschlüsse Konstruktionsprinzipien zur wärmebrückenminimierten Ausführung zu bestimmen. [...] Der Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken nach DIN 4108-2 ist zur Vermeidung von Tauwasserbildung mindestens zu gewährleisten.“

Literatur und Quellen

- [1] Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand vom 7. April 2015
- [2] Volland, Johannes, Michael Pils, Timo Skora, „Wärmebrücken erkennen – optimieren – vermeiden“, 2. Aufl., Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 2016

Johannes Volland

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



Bild: XXX