

Klare Trennung

Passivhaus-Serie, Teil 2: Wärmeentkoppelte Fußpunkte

In BAUHANDWERK 7-8/2003 haben wir Ihnen im ersten Teil unserer Passivhaus-Serie hochwärmegedämmende Außenwand-Konstruktionen vorgestellt. Im zweiten Teil geht es nun ins Detail: Wie können Fußpunkte im Massivbau und im Holzbau passivhaus-tauglich ausgeführt werden? Ganz einfach: Hier bedarf es einer klaren Trennung zwischen der Bodenplatte oder Kellerdecke und der gedämmten Gebäudehülle.



Foto: Gerrit Horn

Eine Kimmsschicht aus Bimssteinen (an der roten Farbe gut zu erkennen) trennt das aufgehende Mauerwerk von der „kalten“ Bodenplatte

Dipl.-Ing. Gerrit Horn,
Zimmermeister und
Architekt, Kaiserslautern

Die hochwärmegedämmte Hülle eines Passivhauses steht entweder auf einer Bodenplatte oder auf einem gedämmten oder ungedämmten Keller. Diese drei Grundvarianten erweitern sich bei der Frage nach der Lage des Dämmstoffes: ob oberhalb oder unterhalb des untersten Gebäude-Abschlusses gedämmt werden soll, oder sogar teilweise oberhalb und unterhalb.

Üblicherweise wird im herkömmlichen Bauablauf die Wämedämmung auf der Bodenplatte oder auf der Kellerdecke ausgeführt. Bei der Planung eines Passivhauses ist allerdings davon auszugehen, dass die Dicke der Dämmschicht ein Mehrfaches üblicher Dämmstärken unterhalb des Estrichs beträgt. Zwanzig bis dreißig Zentimeter dicke Dämm-

schichten sind üblich, wenn man nicht auf die teure Variante mit Vakuumdämmpaneelen zurückgreifen will; denn mit einer Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_R \leq 0,002$ W/mK können mit etwa 2 cm Dämmschicht Konstruktionen mit einem U-Wert um $0,1$ W/m²K erreicht werden, und zwar bei üblichen Bodenaufbauhöhen.

Packt man jedoch mehr als zwanzig Zentimeter Dämmung auf die Bodenplatte oder auf die Kellerdecke, dann müssen auch alle Anschlussdetails, zum Beispiel bei der Hauseingangstür oder der Terrassentür sowie die Sockelabdichtung neu durchdacht werden. Letzteres trifft insbesondere beim Holzbau zu. Wandert dieses dicke Dämmpaket jedoch unter die Bodenplatte oder Kellerdecke, so gilt es wiederum ganz andere Details zu klären: Wie wird die Dämmung an der Kellerdecke dauerhaft befestigt und wie wird die Verkleidung ausgeführt? Unter einer Bodenplatte muss die Dämmung in der gewünschten Dicke als Perimeterdämmung zugelassen und ausreichend druckfest für die Platten Gründung sein. Liegt die Bodenplatte im frostgefährdeten Bereich, so muss zudem durch eine Kiesfilterschicht die frostsichere Gründung sichergestellt werden.

Dämmung auf der Bodenplatte oder Kellerdecke

Bei dieser Ausführungsvariante müssen aufgehende massive Wände, die die Dämmschicht durchstoßen, in der Dämmebene thermisch getrennt werden. Das erfolgt beispielsweise durch eine Kimmsteinlage aus einem Steinmaterial mit geringerer Wärmeleitfähigkeit λ als der Standardstein der aufgehenden Wände.

Die Kalksandsteinindustrie bietet hierfür den „ISO-Kimmstein“ an. Dieser ist auch für die schlanke, fünfzehn Zentimeter starke Wand aus KS-Quattroststeinen verfügbar. Am grauen Farbton kann der Bauleiter leicht erkennen, ob der Maurerbetrieb auch tatsächlich die ISO-Kimmsteine für die erste Steinschicht verwendet hat. Mit einem λ -Wert von $0,33$ W/mK hat dieser Spezialstein nur ein Drittel des Wärmedurchgangs eines „normalen“ KS-Plansteins ($0,99$). Dadurch wird diese Wärmebrücke deutlich entschärft. Wie stark sich die Verwendung der thermischen Trennung auswirkt, zeigt sich anhand einer Innenwand im Erdgeschoss eines nicht unterkellerten Passivhauses mit 150 Quadratmeter Wohnfläche: Wird mit dem herkömmlichen Bimsbetonstein (mit $\lambda = 0,54$ W/mK) ab der Bodenplatte durchgemauert, so



Foto: Krokiewicz

summiert sich bei 20 laufenden Metern Innenwand der Energieverlust über die Bodenplatte auf etwa 150 kWh pro Jahr, das sind mit etwa 1 kWh/m²a fast sieben Prozent des Passivhausgrenzwertes von 15 kWh/m²a. Wird nun die unterste Steinlage in der Dämmebene mit einem Bimsstein mit einer schlechteren Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 0,18 \text{ W/mK}$ gemauert, so verringert sich der Wärmebrückenverlust um fast zwei Drittel, auf etwa 0,37 kWh/m²a.

Die Kimmsteinlage im Bild auf Seite 42 ist anhand der rötlichen Färbung des Bimssteines deutlich zu erkennen.

Anstelle des Bimssteines können aber auch andere gering wärmeleitende Produkte eingesetzt werden. So wird zum Beispiel mit dem „Schöck Isomur“ ein druckfestes Bauteil für diesen speziellen Einsatzbereich angeboten (Bild auf Seite 45).

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung der „Puren-Dämmbrücke“. Man kann bei einem Wärmebrückenkoeffizienten von ψ (sprich „Psi“) = 0,019 W/m fast von einer „wärmebrückenfreien Konstruktion“ ausgehen. Nur ungefähr 16 kWh werden pro Jahr im Beispielhaus über den Fußpunkt der Innenwände verbraucht, das ist ein Fünftel des ursprünglichen Verlustes und macht im Jahr etwa 0,1 kWh bezogen auf den Quadratmeter aus. Diese Dämmbrücke mit relativ hoher Druckfestigkeit wurde das erste mal im „großen Stil“ beim ersten mehrgeschossigen Passivhaus im Sozialen Wohnungsbau in Kassel-Marbachhöhe eingesetzt.

Anhand dieser Beispiele wird die Notwendigkeit der thermischen Trennung deutlich – bei Außenwandanschlüssen tritt der Effekt noch deutlicher hervor.

Bei Betonwänden kann die

Wärmebrücke auch mit einer in der Schalung eingelegten Polystyrol-Hartschaumdämmung auf einzelne Punkte verringert werden. Der Architekt Zweier hat diesen Weg beim Passivhaus Wolfurth gewählt (siehe Bild auf Seite 42).

Natürlich muss der Fußpunkt der Außenwände ebenfalls luftdicht ausgeführt werden. Im Massivbau stellt der Innenputz die luftdichte Ebene dar. Der luftdichte Übergang zwischen Putz und Bodenplatte beziehungsweise Kellerdecke muss sichergestellt werden, da der Beton die horizontale untere luftdichte Ebene darstellt. Das Mauerwerk steht üblicherweise auf einer Mauersperrbahn, die auch vom Innenputz nicht überbrückt werden sollte. Diese Fuge ist nicht luftdicht! Also muss diese Stelle unbedingt mit einer geeigneten handwerklichen Lösung dauerhaft abgedichtet werden.

Vorsicht, Fußpunkt! Dieses Detail ist bei Passivhäusern eine sensible Sache. Hier ist gewissenhafte Arbeit auf der Baustelle gefragt



Verschiedene Ausführungen der Kimmschicht im Passivhausbau (von links): Innenwand mit Kimmschicht aus Bims, daneben eine Betonwand mit in die Schalung eingelegter Polystyrol-Hartschaumdämmung

Wird eine bitumöse Schicht, zum Beispiel eine Schweißbahn unterhalb des Estrichaufbaus verlegt, so muss dieser vollflächig an den Innenputz angeschlossen werden. Das Bild auf der gegenüberliegenden Seite zeigt einen solchen Anschluss während der Blower-Door-Messung. Das Luftgeschwindigkeitsmessgerät (Thermoanemometer) zeigt deutliche Luftströmungen am stumpfen Stoß zwischen Putz und Schweißbahn. Diese hätte höher hinauf geführt werden müssen, so dass sich Putz und Bitumen überlappen.

Bei Holz-Passivhäusern hingegen ist die Dämmung auf der Bodenplatte bezüglich thermischer Trennung wesentlich leichter auszuführen: Die Holzelemente selbst sind gleichmäßig gut gedämmt, und die Schwachstelle unter dem Rähm der Erdgeschosswände „verschwindet“ im unteren Drittel der Dämmebene. Schwieriger ist es im Holzbau, die Höhen zu überbrücken, die durch die starke Dämmschicht entstehen. Grundsätzlich wird im Holzbau aus Gründen des Holzschutzes empfohlen, mit Holzbauteilen mindestens dreißig Zentimeter Abstand zu der Oberkante des Außenterrains zu halten. Kommen jetzt noch mindestens



dreißig weitere Zentimeter Bodendämmung im Erdgeschoss hinzu, so befindet man sich bereits über einen halben Meter oberhalb des Bodens. Das steht dem allgemeinen Trend, barrierefrei zu Bauen, grundsätzlich entgegen. Hierfür müssen architektonisch ansprechende und handwerklich wie wirtschaftlich umsetzbare Lösungen gesucht werden: Im Holzbau bietet es sich an, beispielsweise die Terrasse in Form eines aufgeständernten Holzrostes auf das Niveau der Erdgeschoss-Räume „anzuheben“. Als Alternative dazu bietet es sich an, unter der Bodenplatte zu dämmen – so kann das Erdgeschoßniveau in Bodennähe bleiben.

Dämmung unter der Bodenplatte

Gerade im Holzbau bietet diese zweite Ausführungsvariante große Vorteile: Die Bodenplatte kommt als zusätzliche Masse in den Leichtbau. Das bringt Pluspunkte für die sommerliche Behaglichkeit, wobei man diesen Effekt nicht überbewerten sollte, denn: Maßgeblich für ein angenehmes Sommerklima sind Fenstergrößen und Fensterausrichtung und deren Verschattungsmöglichkeiten. Dennoch verbessert eine

„innenliegende Bodenplatte“ die Möglicheit, die kühlere Nachtluft in den Tag „hinüberzuretten“. Damit dieser Effekt auch wirklich zum tragen kommen kann, sei hier empfohlen, auf eine Dämmschicht im Estrichaufbau zu verzichten. Diese würde die Bodenplatte wieder thermisch entkoppeln. Da ja genug Dämmung unter der Betonplatte liegt, könnte die Bodenplatte beim Betonieren zudem gleich mit einem Flügelglätter – wie bei Industrieböden üblich – geglättet werden. Die Mehrkosten dafür liegen deutlich unter den Kosten für einen Estrich. Diese Ausführung bringt zudem einen weiteren Vorteil mit sich: Die Bauzeit wird verringert, da ein Arbeitsgang wegfällt – das Gebäude muss zum Zeitpunkt der Estricharbeiten nicht vollständig von den anderen Gewerken geräumt werden und es wird nicht zusätzlich Feuchte durch den nassen Estrich in den von Anfang an trockenen Bau gebracht. Dazu empfiehlt es sich natürlich grundsätzlich, auch in den oberen Geschossen auf Nassestriche zu verzichten und statt dessen Trockenstriche zu verlegen. Natürlich müssen dann auch die Wandbefestigungen, die nicht in den Boden aufbau „abtauchen“, genauestens durchdacht werden.



Fotos (4): Gerrit Horn



Der Idealfall hierfür ist eine Installationsebene, in der Winkel und Schwerlastanker verschwinden.

Bleibt die Frage: Welche Dämmung kommt unter der Bodenplatte zum Einsatz und wie wird dieses Bauteil frostsicher ausgeführt?

Letzteres zu erst: Ob massiv oder in Holz gebaut wird, die Frostsicherheit muss gewährleistet sein. Mittlerweile gibt es Bodenplattendämmssysteme mit fertiger Randdämmung – auch speziell für Passivhäuser.

Im Randbereich des Baukörpers wird die kapillarbrechende Kiesfilterschicht bis zur frostfreien Tiefe von mindestens 80 cm unter die Geländeoberkante geführt.

Als Dämmstoff kommt in erster Linie PS-Hartschaum in Frage (z.B. Styrodur, Jackodur usw.). Darüber hinaus wird auch immer wieder Foamglas vorgeschlagen, jedoch ist dieser Dämmstoff zumindest für kleinere Objekte meiner Meinung nach nicht wirtschaftlich unter der Bodenplatte einzusetzen.

Schließlich muss – wie immer – die Zulassungsfrage geklärt werden, und das heißt: In welcher Dämmstärke maximal unter der Bodenplatte mit dem gewählten Material gedämmt werden darf und wieviel

Lagen erlaubt sind. Bei der Planung sollte auch berücksichtigt werden, welche Plattendicken in der Region überhaupt verfügbar sind, denn oftmals sind die in den Herstellerunterlagen aufgeführten Abmessungen gar nicht zu bekommen. Gerade bei Polystyrol muss das Material nach der Herstellung mehrere Wochen lagern, bevor es verarbeitet werden darf. Dadurch kann es Lieferprobleme und Abweichungen vom Bauzeitenplan geben.

Zu empfehlen ist die Verwendung von Platten mit Stufenfalz zur Vermeidung von Wärmebrücken an den Plattenstößen. Bei mehrlagigen Dämmschichten muss der Handwerker zudem auf eine stoßversetzte Verlegung achten.

Voll gedämmte Kellerdecke im Holzbau

Je nach Landesbauordnung und Gebäudeklasse gibt es auch die Möglichkeit, die Kellerdecke komplett in Holz auszuführen. Dadurch kann die gesamte Deckenstärke zum Dämmen herangezogen werden. Die Deckenstärke verringert sich dadurch.

Dazu eignet sich besonders ein Beton-Fertigteilkeller, in dessen Wandkrone die Decke für horizontale und

vertikale Lasten befestigt wird. Dabei müssen die Randabstände der Schwerlastanker eingehalten werden, weshalb die Wand nicht zu schlank geplant werden sollte.

Da zum Keller hin in der Regel kein Schallschutz erforderlich ist, kann auf der Holzdecke der Bodenbelag ohne zusätzlichen Estrich verlegt werden. Auf diese Weise können sinnvoll Kosten gespart werden.

Warme Füße

Oben gezeigte Lösungen für den Fußpunkt der Passivhausaußenwand zeigen die Vielfalt der Möglichkeiten auf, die gebaut werden können. Die vielen bereits gebauten Passivhäuser verwöhnen die Bewohner auch ohne Fußbodenheizung mit warmen Füßen, da der Wärmeabfluss zum kalten Keller oder zum Erdreich kaum vorhanden ist. Die Oberflächentemperatur des Bodens erreicht fast Raumtemperatur: Ideal für alle, die sich gerne ohne Hausschuhe bewegen.

So zeigt auch die hier behandelte Thematik, dass das Passivhaus die Anforderung „hoher Komfort bei gleichzeitig niedrigstem Energieverbrauch“ bestens erfüllen kann.

Links eine weitere Alternative für die Passivhaus-Kimmerschicht: Das druckfeste „Iso-mur-Element“ von Schöck

Daneben: Test des Anschlusses Schweißbahn/Innenputz – das Thermoanemometer zeigt deutliche Luftströmungen, da die Bahn höher hätte hinaufgeführt werden müssen, so dass sich Putz und Schweißbahn überlappen