

Zur Definition des innenliegenden Diffusionswiderstands s_{di}

Einleitung

Innendämmungen werden in aller Regel mit Tauwasserbildung im Bauteilinneren in Verbindung gebracht. Der klassische Nachweis nach DIN 4108-3 Wärmeschutz im Hochbau Teil 3 „Klimabedingter Feuchteschutz“ erfolgt auf Basis des sogenannten Glaserverfahrens. Jedoch werden in dieser Norm Innendämmungen auch als nachweisfrei gestellt, sofern bestimmte Bedingungen an den zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstand und dem damit verbundenen Diffusionswiderstand eingehalten werden. Einen vergleichbaren Weg verfolgt das vereinfachte Nachweisverfahren nach WTA-Merkblatt 6-4 „Innendämmung nach WTA: Planungsleitfaden“: Auch hier werden in Abhängigkeit vom eingebrachten Wärmeschutz Mindestdiffusionswiderstände angegeben, damit eine Tauwasserbildung innerhalb der Konstruktion ausgeschlossen werden kann.

Physikalische Grundlagen

Je mehr Wärmedämmung auf der inneren Seite der Außenwandkonstruktion aufgebracht wird, desto kälter wird der Bereich direkt hinter der Dämmschicht. Genau in diesem Bereich ist mit einem möglichen Tauwasserausfall zu rechnen. Die Höhe der Dämmwirkung lässt sich einfach mit Hilfe des zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstand ΔR_i des Innendämmsystems beschreiben.

Ein hoher Diffusionswiderstand begrenzt die Wasserdampfmenge, die während der Tauperiode vom warmen Innenraum in die kalten Bereiche der Konstruktion eindringen kann. Je höher der Diffusionswiderstand s_{di} der inneren Schichten ist, desto geringer wird die sich ausbildende Tauwassermenge sein. Die normative Definition nach aktueller DIN 4108-3 lautet für diese Größe „Diffusionswiderstand der Wärmedämmschicht einschließlich der raumseitigen Bekleidung“.

Zur Überprüfung der nachweisfreien Konstruktionen nach DIN 4108-3 bzw. für die Anwendung des vereinfachten Nachweisverfahrens nach WTA-Merkblatt 6-4 werden diese beiden charakterisierenden Größen ΔR_i und s_{di} herangezogen. Siehe hierzu auch Bild 1 (entnommen aus dem WTA-Merkblatt 6-4).

Zur Festlegung, bis zu welchem Bereich der Wärmedurchgangswiderstand und insbesondere der Diffusionswiderstand berechnet werden muss, ist die Lage der Tauebene (berechnet nach Glaser) ausschlaggebend. An dieser Stelle ist von einem erhöhten Kondensationsrisiko auszugehen. Das bedeutet für eine einfache Abschätzung des Tauwasserrisikos, dass der Wärmedurchlasswiderstand ΔR_i und der Diffusionswiderstand s_{di} von der inneren Oberfläche bis zur sogenannten Tauebene maßgeblich sind.

Die für diese „Tauebene“ berechnete Tauwassermenge wird umso größer sein, je größer der eingebrachte Wärmedurchlasswiderstand ΔR_i und umso kleiner sein, je größer der zusätzlich eingebrachte Diffusionswiderstand s_{di} des

Innendämmsystems ist. Wenn nun diese beiden Größen beispielsweise für eine vollflächig verklebte Mineralschaumplatte berechnet werden sollen, so bedeutet dies, dass der Kleber des Innendämmsystems nicht bei der Berechnung von ΔR_i und s_{di} berücksichtigt wird. Obwohl der Kleber zum System gehört, hätte zum Beispiel eine Änderung der Kleberschichtdicke keinen Einfluss auf die Lage der „Taubene“. Zur Abschätzung der Tauwassermenge, die von innen in die Konstruktion eindiffundiert, spielt daher diese Schicht keine Rolle. Anders würde es naturgemäß mit einer neuen inneren Putzoberfläche aussehen. Diese reduziert durch ihren zusätzlichen Diffusionswiderstand den möglichen Kondensatausfall.

In Bild 1 (freundlicherweise von der WTA e.V. zur Verfügung gestellt) sind diese prinzipiellen Zusammenhänge dargestellt. Maßgeblich zur Berechnung des Wärmedurchgangswiderstands ΔR_i und des Diffusionswiderstands der inneren Schichten s_{di} und damit zur Charakterisierung des Tauwasserrisikos eines Innendämmsystems ist der Bereich von innerer Oberfläche bis zur Tauebene innerhalb der Konstruktion.

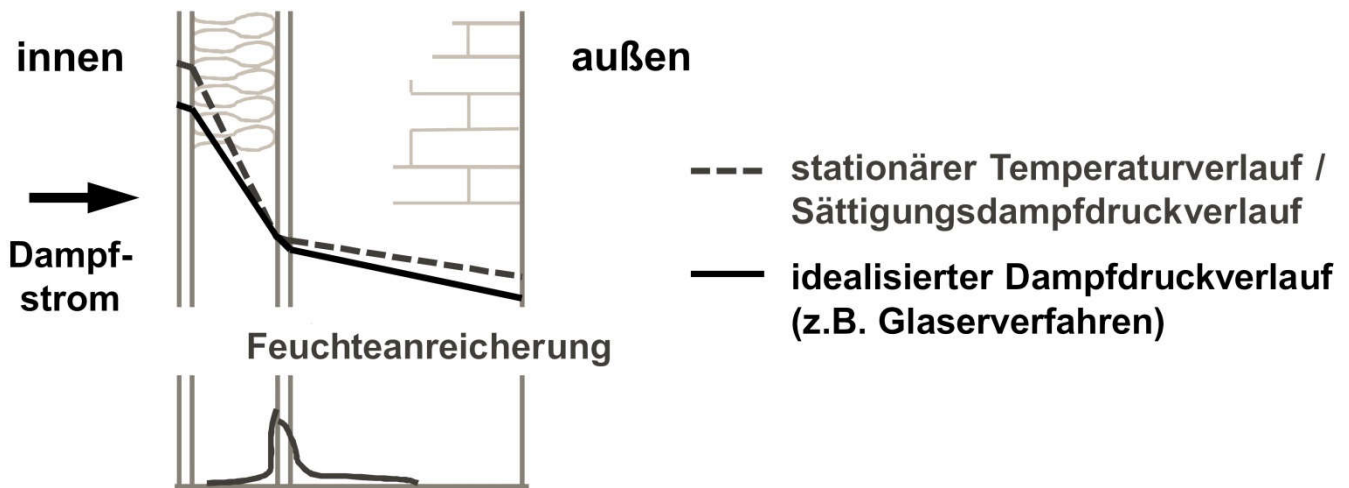


Bild 1: Schematische Darstellung des Winterfalls einer innengedämmten Wandkonstruktion. Deutlicher Temperaturabfall innerhalb der Innendämmung, der die Wasserdampfdiffusion in die Konstruktion hinein begünstigt, in dessen Folge es zu einer Feuchteanreicherung innerhalb der Konstruktion kommen kann. (Quelle: WTA-Merkblatt 6-4 Innendämmung nach WTA 1: Planungsleitfaden)

Bestimmung des Wärmedurchlasswiderstands ΔR_i

Bei der Berechnung des zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstands ΔR_i reicht in aller Regel die Berücksichtigung der Wärmedämmschicht aus. Die wärmetechnischen Auswirkungen von oberflächennahen Putzschichten, Dampfbremsen und so weiter sind sehr gering. Lediglich bei extrem dünnen Dämmschichtdicken (nachweisfreie Konstruktionen nach DIN 4108-3 mit $\Delta R_i < 0,5$ ($\text{m}^2\text{K/W}$)) kann eine Berücksichtigung beispielsweise eines Leichtputzes sinnvoll sein, sofern dessen Wärmedurchlasswiderstand $\Delta R_{\text{Putz}} > 0,05$ ($\text{m}^2\text{K/W}$) betragen sollte. Am Beispiel der oben genannten Mineralschaumplatte wäre zur Bestimmung des zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstands ΔR_i lediglich die Dämmstoffschicht zu berücksichtigen.

Bestimmung des Wasserdampfdiffusionswiderstands s_{di}

Die Berechnung des Diffusionswiderstands der inneren Schichten s_{di} umfasst alle Schichten des Systems bis hin zur sogenannten Tauebene. Dies umfasst in aller Regel den Dämmstoff sowie alle oberflächennahen Schichten, die den Abschluss zur Raumseite hin bilden. Selbstverständlich müssen auch eventuell eingesetzte diffusionsbremsende oder diffusionshemmende Schichten mit berücksichtigt werden. Am Beispiel der oben genannten Mineralschaumplatte wären für die Berechnung des Diffusionswiderstands der inneren Schichten s_{di} die Diffusionswiderstände der Dämmung, des Oberflächenspachtels und ggf. zusätzlich aufgebrachtener Farbbeschichtungen zu addieren.

Allgemeiner Hinweis

Bei unterschiedlichen Innendämmsystemen sind durchaus verschiedene Bereiche innerhalb der Konstruktion unterschiedlich stark mit Kondensat beaufschlagt. Bei diffusionshemmenden Innendämmsystemen ist in aller Regel die Diffusion von innen nach außen so stark eingeschränkt, dass es auf Grund von Diffusionsprozessen zu keinem nennenswerten Tauwasserausfall kommt. Kapillaraktive, vollflächig verklebte Innendämmsysteme weisen in aller Regel relativ diffusionsdichte Kleber auf, so dass in diesen Systemen die mögliche Kondensatbildung im äußeren Bereich innerhalb des Dämmstoffs erfolgt.

Besonderheiten bei feuchtevariablen Dampfbremsen

Innerhalb des vereinfachten Nachweisverfahrens nach WTA-Merkblatt 6-4 werden bei der Verwendung einer feuchtevariablen Dampfbremse höhere Wärmedurchlasswiderstände zugelassen. Damit wird das insbesondere in der Sommerperiode vorhandene hohe Abtrocknungspotential berücksichtigt. Im Rahmen der nachweisfreien Konstruktionen nach DIN 4108-3 bzw. des vereinfachten Nachweisverfahrens sind jedoch keine saisonal verschiedenen Diffusionswiderstände vorgesehen, vielmehr ist mit einem konstanten Diffusionswiderstand zu rechnen.

In DIN EN 1931 werden Randbedingungen für die Messung von Diffusionswiderständen für Dampfbremsen festgelegt. Dieser sogenannte stationäre Diffusionswiderstand wird im Feuchtegefälle 0 – 75 % r.F. bestimmt und wird für die allgemeine Charakterisierung von Dampfbremsen herangezogen. Dieser Wert ist für eine Beurteilung nach DIN 4108-3 bzw. für das vereinfachte Nachweisverfahren zu verwenden.

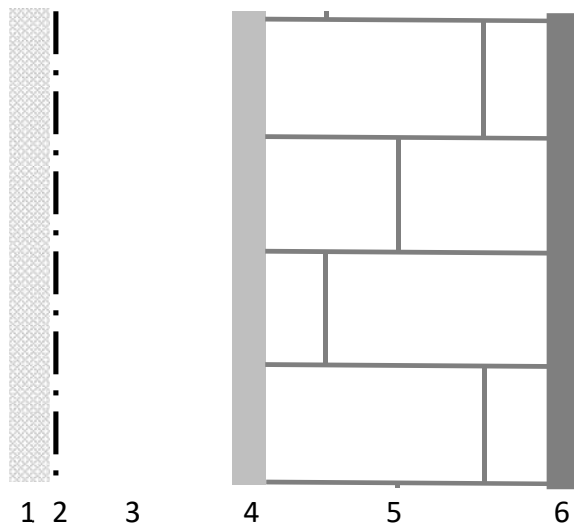
Die DIN 4108-3 definiert in ihrer neuesten Ausgabe erstmals normative Forderungen an feuchtevariablen Dampfbremsen: Im hohen Feuchtebereich (90 % r.F.) muss ein solche Dampfbremse diffusionsoffen sein ($s_d < 0,5$ m), im trockenen Feuchtebereich (< 50 % r.F.) muss der Diffusionswiderstand über 2 m liegen. Nur für Dampfbremsen, die diese Anforderungen erfüllen, kann der erhöhte erlaubte Wärmedurchlasswiderstand im vereinfachten Nachweisverfahren in Ansatz gebracht werden.

Hinweise zum Berechnungsverfahren der FVID-Bewertungshilfe

Bei der Anwendung der FVID-Bewertungshilfe muss nach Definition und Eingabe des zu bewertenden Bauteils die Schicht ausgewählt werden, die - von innen nach außen betrachtet - der Tauwasserebene folgt. Dies ist in aller Regel die „innerste Bestandsschicht oder die Kleberschicht der Innendämmung“. Alle Schichten, die innerhalb liegen, tragen zum zusätzlich eingebrachten Wärmedurchlasswiderstand ΔR_i sowie zum Diffusionswiderstand der inneren Schichten s_{di} bei und sind somit bei der Berechnung zu berücksichtigen. Die Berechnung des eingebrachten Wärmedurchlasswiderstands ΔR_i auf Basis aller Schichten führt zu einem höheren Durchlasswiderstand im Vergleich zur alleinigen Berücksichtigung der Dämmschicht und führt damit implizit zu einer höheren Sicherheit bei der Verwendung des vereinfachten Nachweises nach WTA.

Gleichzeitig überprüft die Bewertungshilfe den zur Anwendung des vereinfachten Nachweises nach WTA-Merkblatt notwendigen Mindestwärmedurchlasswiderstand der Bestandskonstruktion $R_{vorh.}$. Hier wird die „innerste Bestandsschicht bzw. Kleberschicht der Innendämmung“ mit berücksichtigt. Im Falle eines verklebten Innendämmsystems erfolgt in dem Sinne ein systematischer Fehler, da die Kleberschicht erst neu eingebracht wird. Physikalisch betrachtet trägt die Kleberschicht jedoch in einem sehr geringen Maße zur Erhöhung des vorhandenen Wärmedurchlasses bei, die Kondensatbildung tritt bei diesen Systemen in jeden Fall innenseitig des Klebers auf.

Beispiel



Bauteilschichten von innen nach außen:

- 1) raumabschließende Gipskartonplatte ($s_d = 0,1$ m)
- 2) feuchtevariable Dampfbremse (Vario Duplex, nach DIN EN 1931 $s_d = 2,04$ m, $s_{d, 90\%} = 0,3$ m, $s_{d, trocken} = 5$ m)
- 3) 6 cm Mineralwolle ($\mu = 1$, $\lambda = 0,04$ W/(mK))
- 4) alter Innenputz auf Kalkzementbasis
- 5) Mauerwerk
- 6) zementöser Außenputz

Soll dieses Innendämmsystem mit Hilfe des vereinfachten Nachweisverfahrens für Innendämmsysteme nach WTA-Merkblatt 6-4 nachgewiesen werden, müssten folgende Größen berechnet werden:

$$\Delta R_i = s_3 / \lambda_3 = 0,06 / 0,04 = 1,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$$

$$s_{di} = s_{d1} + s_{d2} + s_{d3} = 0,1 + 2,04 + 0,06 \times 1 = 2,2 \text{ m}$$

Mit diesen beiden Zahlenwerten würde nun der vereinfachte Nachweis nach WTA-Merkblatt 6-4 erfolgen können (bitte die dort genannten zusätzlichen Anforderungen berücksichtigen). In diesem Falle könnte das vereinfachte Nachweisverfahren bis zu einem zusätzlichen Wärmedurchlasswiderstand von $2,5 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ verwendet werden, da hier eine feuchtevariable Dampfbremse Anwendung fand.

Bei der Verwendung der FVID-Bewertungshilfe würde nach Auswahl bzw. Eingabe der entsprechenden Bauteilschichten die Auswahl der „innersten Bestandsschicht bzw. Kleberschicht der Innendämmung“ erfolgen. In dem vorliegenden Beispiel wäre dies der alte Innenputz (Bauteilschicht 4). Die Bewertungshilfe würde nun automatisch alle Bauteilschichten innerhalb dieser Schicht für die Berechnungen von ΔR_i sowie s_{di} berücksichtigen, gleichzeitig wird anhand der Schichten 4 bis 6 der vorhandene Wärmedurchlasswiderstand $R_{vorh.}$ berechnet und angezeigt.

Impressum

Herausgeber:



Fachverband Innendämmung e.V. (FVID)
Geschäftsstelle
Kettenhofweg 14-16
D-60325 Frankfurt am Main
Kontakt: +49 (0)69 / 97 12 13 13
post@fvid.de
www.fvid.de

Bearbeitung:

Dr. Anatol Worch, Fa. Saint-Gobain, Leiter der FVID-Arbeitsgruppe „Technik“, Leiter der WTA-Arbeitsgruppe „Innendämmung“

Bildnachweis:

Bild 1: Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (WTA)

Stand:

Februar 2019

Hinweise:

Die technischen Informationen dieser Schrift entsprechen zum Zeitpunkt der Drucklegung dem Erkenntnisstand in Wissenschaft und Praxis. Sie sind unverbindlich und begründen kein vertragliches Rechtsverhältnis und keine Nebenverpflichtungen. Sie entbinden den Nutzer nicht davon, Materialien sowie deren Planung und Anwendung auf die Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck selbst zu prüfen. Die allgemeinen Regeln der Bautechnik müssen eingehalten werden. Eine Haftung für den Inhalt dieser technischen Information kann trotz sorgfältigster Bearbeitung und Korrektur nicht übernommen werden. Mit Erscheinen dieser technischen Information sind frühere Ausgaben ungültig.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben bei auch nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten.

Aktuellste Informationen und weitere Veröffentlichungen des Fachverbands Innendämmung e.V. (FVID) können auf www.fvid.de bezogen werden.