

Diffusionsoffen und kapillaraktiv

Energetische Innenwand-sanierung

Gregor A. Scheffler und Torsten Schoch, Kloster Lehnin

Die energetische Aufwertung von Gebäuden richtet den Fokus immer stärker auf den Gebäudebestand, wo aufgrund vielfältiger Einschränkungen häufig nur von innen gedämmt werden kann. Eine Möglichkeit stellt dafür die kapillaraktive Innendämmung dar, weil sie bei gleichzeitigem Wärmeschutz die Konstruktion diffusionsoffen belässt. Der Beitrag erläutert die Wirkweise der kapillaraktiven Innendämmung und veranschaulicht die Umsetzung der Theorie in die Praxis anhand von Beispielen.

Heute dienen Sanierungsmaßnahmen nur noch selten der Reparatur des Bestehenden; vielmehr ist die Werterhöhung, die darauf abzielt, mittels Energieeinsparmaßnahmen das Wohnen in den bestehenden Gebäuden noch attraktiver zu gestalten, in den Fokus gerückt. Die im letzten Jahr eingeführte Novelle zur Energieeinsparverordnung hat das Anforderungsniveau bei der Sanierung bestehender Gebäude noch verschärft. Weitere Schritte werden zur Umsetzung des auf europäischer Ebene ausgehandelten Abkommens, den Energiebedarf bis 2020 um 20 % zu senken, folgen. Schon lange ist die Sanierung von Bestandsgebäuden nicht allein eine Sache von neuen Heizungen, neuen Fenstern und einem auf die Fassade aufgetragenen Dämmsystem (WDVS). Variationen von Fassadenkonstruktionen stellen den Planer vor die Herausforderung, gleichzeitig energetisch zu sanieren und die Fassadenvielfalt zu erhalten. Eine gute Möglichkeit, beides unter einen Hut zu bringen, ist eine Dämmung von innen.

Bei der Innendämmung gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten: diffusionsbremsende und diffusionsoffene, kapillaraktive Systeme.

Diffusionsdichte Kunststoffschäume oder Mineralwolle mit Dampfbremsfolie verhindern den Dampfdiffusionsstrom in die Wand hinein. Sie verhindern dadurch jedoch auch eine Austrocknung der bestehenden Wandkonstruktion nach innen, wie sie im Sommer sonst möglich wäre. Gleichzeitig erfordern sie hohe Ausführungsqualität, insbesondere im Bereich von Details und Anschlüssen. Kapillaraktive Systeme erlauben im Winter einen Dampfdiffusionsstrom in die Wand hinein, nehmen die anfallende Feuchtigkeit auf und transportieren sie kapillar an die Innenoberfläche zurück. Dadurch wird einerseits das Feuchteniveau in der Wand dauerhaft auf ein unkritisches Maß reduziert, andererseits bleibt die Wand diffusionsoffen und kann sowohl Feuchtespitzen aus der Raumluft abpuffern, als auch erhöhte Feuchtelasten der Bestandskonstruktion nach innen austrocknen.

Wirkweise der kapillaraktiven Innendämmung

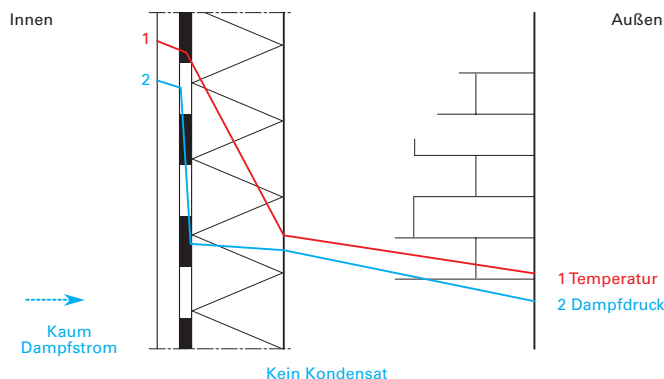
Eine Innendämmung wird häufig kritisch betrachtet, weil sie zu Feuchteproblemen führen kann. Ursache dafür ist der exponentielle Zusammenhang zwischen der Temperatur und dem Sättigungsdampfdruck. Für die Dampfdiffusion ist der Dampfdruckunterschied die treibende Kraft, wobei sich der Wasserdampf von hohen zu niedrigen Dampfdrücken bewegt. Bei Temperaturunterschied diffundiert der Dampf von hoher zu niedrigerer Temperatur, selbst wenn die relative Luftfeuchte auf beiden Seiten gleich ist. Bei einer Innendämmung liegt die Schicht mit dem größten Temperaturunterschied, die Wärmedämmung, an der Innenseite der Wand und ist damit dem Raumklima ausgesetzt. Schon allein auf-

grund des großen Temperaturunterschiedes stellt sich ein dem Temperaturverlauf folgendes Dampfdruckgefälle ein, das einen Dampfdiffusionsstrom in die Wand hinein zur Folge hat. Dieser Dampfdiffusionsstrom muss entweder unterbunden oder vom Dämmsystem aufgenommen werden.

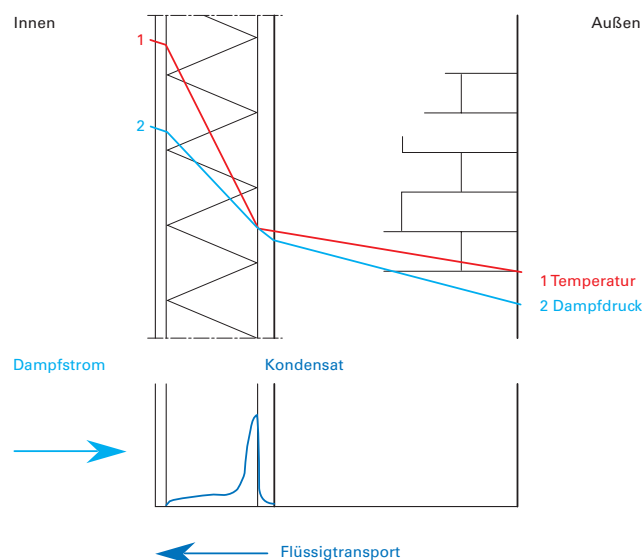
Für die diffusionsbremsende Innendämmung muss das System mit einer Dampfsperre auf der Rauminnenseite ausgeführt werden, um den Dampfdiffusionsstrom in die Dämmung zu unterbinden. Der Diffusionswiderstand der Dampfbremsfolie muss ausreichend groß sein, damit es nicht zu einer Kondensatbildung an der kalten Seite der Dämmung und damit zu einer möglichen Beeinträchtigung sowohl der Bestandskonstruktion, als auch des Dämmstoffes und dessen Dämmwirkung kommen kann. Eine solche Ausführung ist prinzipiell Stand der Technik, erfordert



Das Ytong Multipor Produktprogramm



Prinzipskizze zur Funktionsweise einer diffusionsbremsenden Innendämmung: Der Dampfdiffusionsstrom in die Konstruktion hinein wird durch die Dampfbremsschicht unterbunden. Eine Austrocknung nach innen ist damit kaum möglich



Prinzipskizze einer diffusionsoffenen, kapillaraktiven Innendämmung: Der Dampfdiffusionsstrom in die Konstruktion hinein wird explizit erlaubt. Das Feuchteniveau wird dauerhaft gering gehalten, eine Austrocknung nach innen ist problemlos möglich

jedoch große Sorgfalt bei der Ausführung, insbesondere bei Folienstößen, Anschlüssen (Fenster, Fußboden, Decke) und Durchbrüchen (Rohrleitungen, Steckdosen, etc.).

Die Diffusionsbremse gerät jedoch zum Nachteil dieser Konstruktionsweise, denn eine solche Wandkonstruktion kann kaum zur Abpufferung von Raumluftfeuchteschwankungen beitragen, die in Gebäuden ohne raumlufttechnische Anlagen nur über einen Fensterluftwechsel kompensiert werden können. Was die Wand zusätzlich dämmt, wird über den Lüftungswärmeverlust wieder verschenkt. Außerdem wird die Austrocknung der Bestandskonstruktion nach innen verhindert, die insbesondere bei Ziegel- und Fachwerkkonstruktionen benötigt wird.

Bei der diffusionsoffenen Innendämmung werden kapillaraktive Dämmplatten mit einem Klebemörtel auf die Bestandskonstruktion aufgebracht. Die Dämmplatten erfüllen drei bauphysikalische Eigenschaften: Sie sind wärmedämmend, diffusionsoffen und können Wasser in flüssiger Form transportieren. Diese so genannte Kapillaraktivität ist der Schlüssel zur Funktionsweise des Dämmsystems.

Die kapillaraktive Innendämmung funktioniert immer als Baustoffsystem, das aus dem diffusionsoffenen Dämmstoff und dem Klebemörtel besteht. Dieser sollte im Vergleich zum Dämmstoff eine höhere Wärmeleitfähigkeit, einen größeren Diffusionswiderstand und eine geringere Flüssigwasserleitfähigkeit aufweisen. Der Hintergrund für diese Eigenschaftskombination ist das Prinzip der kapillaraktiven Innendämmung. Im Winter stellt sich ein deutliches Temperaturprofil über der Dämmschicht ein, das für einen Dampfdiffusionsstrom in die Konstruktion hinein sorgt.

Wird dabei der Sättigungsdampfdruck erreicht, lagert sich Wasser innerhalb der Konstruktion an. Aufgrund der größeren Wärmeleitfähigkeit in Kombination mit dem größeren Diffusionswiderstand erzwingt der Klebemörtel die Kondensation innerhalb der Dämmung oder an der Schichtgrenze zwischen Dämmung und Klebemörtel. Auf diese Weise kann die Feuchtigkeit vom Dämmstoff aufgenommen und zur raumseitigen Wandoberfläche zurücktransportiert werden. Der kapillare Wassertransport folgt dem Kapillardruck- und damit dem Feuchtegehaltsgefälle. Der Dampftransport folgt dem Dampfdruckgefälle. Aufgrund dieser Tatsache, dass beide Transportmechanismen unterschiedlichen Kräften folgen, können sie gleichzeitig entgegengesetzt ablaufen. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen der Dampfdiffusion in die eine und dem Kapillartransport in die andere Richtung ein. Auf diese Weise wird das Feuchteniveau in der Wand gering gehalten und gleichzeitig das Raumklima positiv beeinflusst.

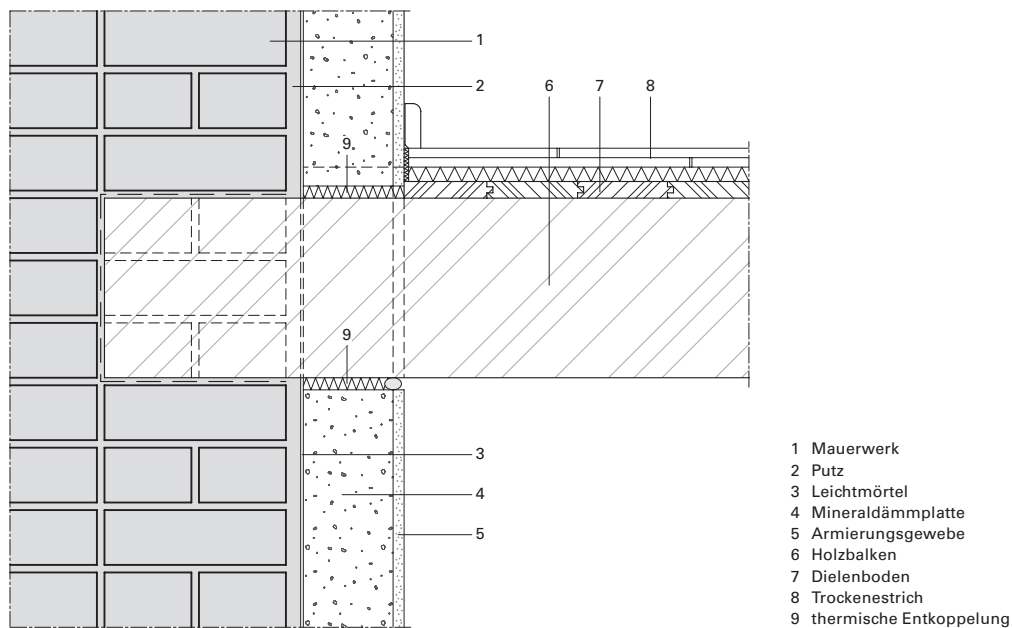
Der Diffusionswiderstand des Klebemörtels sollte zwar größer sein als der der Dämmung, die Größenordnung einer Dampfbremse braucht und sollte er jedoch nicht haben. Denn dann kann die Bestandskonstruktion im Sommer nicht nur nach außen, sondern durch das Innendämmsystem hindurch auch nach innen abtrocknen. Die zweite wichtige Eigenschaft, die der Klebemörtel mitbringen sollte, ist die Flüssigwasserleitfähigkeit. Diese sollte geringer sein als die der Dämmung, damit die an der Grenze von Kleber und Dämmung ausfallende Feuchtigkeit von der Dämmung und nicht vom Klebemörtel aufgenommen wird. Bei diffusionsoffenen, kapillaraktiven Innendämmsystemen ist es dem-

nach ausgesprochen wichtig, dass Dämmstoff und Klebemörtel gut aufeinander abgestimmt sind.

Rechnerischer Nachweis

Wandkonstruktionen bedürfen laut DIN 4108-3 eines Feuchteschutznachweises zur Begrenzung des Tauwasserausfalles innerhalb der Konstruktion. Dieser kann unter bestimmten Bedingungen, die an geringe Dämmstoffdicken gekoppelt sind, entfallen. Bei einer energetisch motivierten Innendämmung sollen heute deutlich größere thermische Widerstände erzielt werden. Aus diesem Grund ist für die meisten Anwendungen einer Innendämmung der Dampfdiffusionsnachweis nach dem in DIN 4108-3 genormten Glaserverfahren zu führen. Mit diesem Verfahren kann berechnet werden, ob und wo es unter stationären Winterbedingungen zu einem Tauwasseranfall innerhalb der Konstruktion kommt und wie groß die ausfallende Tauwassermenge ist.

Es handelt sich dabei jedoch um ein vereinfachtes Rechenverfahren, das nur Wärmeleitung und Dampfdiffusion unter stationären Randbedingungen berücksichtigt. Wärme- und Feuchtespeicherung werden ebenso vernachlässigt wie der Flüssig- oder Kapillartransport. Die Berücksichtigung veränderlicher Klimabedingungen ist nicht möglich. Daraus ergibt sich die Konsequenz, dass Konstruktionen, bei denen feuchtetechnisch nur die Dampfdiffusion relevant ist, mit dem Glaserverfahren nach DIN 4108-3 problemlos nachgewiesen werden können. Diffusionsbremsende Innendämmsysteme fallen in diese Gruppe. Dagegen lassen sich Konstruktionen, bei deren Funktionsweise der Flüssigtransport eine wichtige Rolle spielt, wie dies



Anschluss Holzbalkendecke

bei kapillaraktiven Innendämmsystemen der Fall ist, mit dem Glaserverfahren nach DIN 4108-3 nicht nachweisen. Für solche Konstruktionen müssen Verfahren angewendet werden, die zusätzlich den Flüssigtransport berücksichtigen. DIN 4108-3 lässt derartige Verfahren – es handelt sich dabei zumeist um numerische Simulationsverfahren – explizit zu. Die Anwendung solcher Simulationsverfahren unter Beachtung der WTA-Merkblätter 6-1 und 6-2 führt zu einem erfolgreichen Nachweis kapillaraktiver Innendämmsysteme. Erfolgreich im Sinne des Nachweises bedeutet dabei, dass die anfallende Feuchtemenge begrenzt ist, dass die angelagerte Feuchte wieder austrocknen kann und

sich die Konstruktion über mehrere Jahre hinweg nicht „aufschauelt“. Darüber hinaus lässt sich mit diesen Verfahren auch das feuchtetechnische Verhalten angrenzender Bauteile, wie beispielsweise einbindende Holzbalkendecken, in die Nachweisführung einbeziehen. Auf diese Weise kann Planungssicherheit nicht nur für den ungestörten Wandaufbau, sondern auch für die oft viel sensibleren Konstruktionsdetails erreicht werden.

Aus der Praxis

Trotz erfolgreicher rechnerischer Nachweise muss ein System in der Praxis funktionieren. Das Prinzip der diffusionsoffenen, kapillarak-

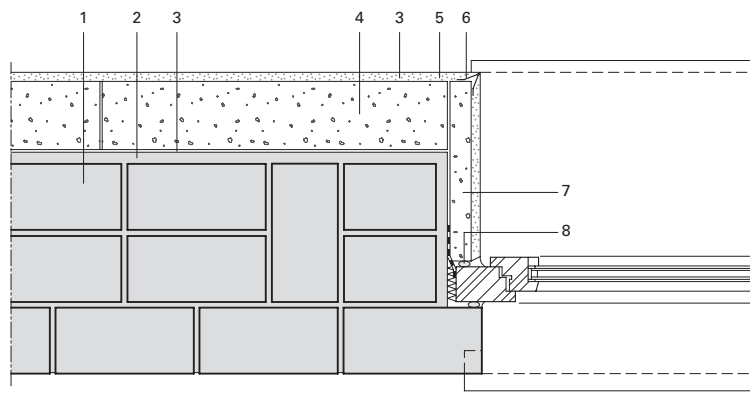
tiven Innendämmung weist eine Reihe von Vorteilen auf, die sich insbesondere in der Praxis bewährt haben. Dazu zählt die positive Wirkung auf das Raumklima ebenso wie die große Toleranz gegenüber Ausführungsfehlern. In Wiesbaden musste bei der Instandsetzung eines Mehrfamilienhauses wegen eines Feuchteschadens der in den frühen 1970er Jahren in Stahlbeton-Massivbauweise erbaute Bau entkernt und komplett saniert werden. Durch die Innendämmung sämtlicher Außenwände mit Mineraldämmplatten wurde das Gebäude an die energetischen Standards angepasst. Mit dem diffusionsoffenen Baustoff konnte die geringe Atmungsfähigkeit des Betons kompensiert und ein natür-



Untergrund vorbereiten, Schadstellen im Mauerwerk mit Füllmörtel schließen, Wandfläche ggfs. mit Ausgleichsputz planieren, Leichtmörtel auf Mineraldämmplatte auftragen, ansetzen, andrücken – fertig



Fotos (4): xella Deutschland


Fensteranschluss horizontal

- 1 Mauerwerk
- 2 Putz
- 3 Leichtmörtel
- 4 Mineraldämmplatte
- 5 Armierungsgewebe
- 6 Eckschutzschiene
- 7 Laibungsplatte
- 8 Vorlegeband, Versiegelung

liches und in Bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit ausgeglichenes Raumklima erreicht werden.

In Wölfersheim bei Frankfurt wurde ein Gutshof unter Berücksichtigung moderner Wärmedämmstandards zum Niedrigenergiehaus umgebaut. Da das alte Gutshaus unter Denkmalschutz steht, war eine Innendämmung die einzige Möglichkeit, den ungenügenden Wärmeschutz zu verbessern. Mit Mineraldämmplatten konnte der alte Backsteinbau so ausgestattet werden, dass er heute dem Niedrigenergiehausstandard entspricht.

Schloss Rothestein II (Baujahr 1894) und III wurde unter Berücksichtigung des Denkmalschutzes modernisiert. Die Schlösser liegen als so genannte Vorbauten vor dem Schloss Rothestein I und waren ursprünglich die Wohnhäuser der Baumeister und der höheren Angestellten. Aufgrund der erhaltenswerten Außenansicht kam nur eine Innendämmung in Frage.

Eine abgebrannte Weberei in Fulda wurde unter Einbeziehung von Resten der alten

Bausubstanz wieder aufgebaut. Die aus bauphysikalischen Gründen notwendige Innendämmung der alten, als historisch bedeutsam eingestuften Backsteinfassade, die in den Neubau einbezogen wurde, erfolgte mit nicht brennbaren Mineraldämmplatten gemäß Baustoffklasse A1 nach DIN 4102-1, mit denen die hohen Brandschutzanforderungen erfüllt werden konnten.

Fazit

Diffusionsoffene, kapillaraktive Innendämmsysteme haben den Vorteil, dass sie das Raumklima aufgrund ihrer Feuchtepuffereigenschaften positiv beeinflussen können. Sie ermöglichen das Austrocknen der Bestandskonstruktion nach innen und können bei der Ausführung durchaus als fehlertolerant bezeichnet werden. Leider ist bis heute kein einfacher rechnerischer Nachweis verfügbar, der die positiven Erfahrungen mit kapillaraktiven Dämmsystemen auch dem bauphysikalischen Laien zugänglich macht.

Autor



Dipl.-Ing. Torsten Schoch, Bauphysiker und Geschäftsführer der Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH, Kloster Lehnin

Autor



Dr.-Ing. Gregor A. Scheffler, Bauphysiker mit Schwerpunkt hygro-thermische Baustoffeigenschaften in der Abteilung Anwendungsforschung und Bauphysik, Xella Technologie- und Forschungsgesellschaft mbH, Kloster Lehnin

Informationen:
www.ytong-silka.de

**Dieses Gebäude war
 im 18. Jahrhundert das
 modernste der Stadt.**

**Das ist es
 jetzt wieder.**



Wer die energetische Aufwertung von Gebäuden plant, entscheidet mit Ytong Multipor für die Innendämmung immer richtig. Denn die natürlichen, massiven Mineraldämmplatten bieten die ideale Kombination aus exzellenter Wärmedämmung und Diffusionsoffenheit. Ein natürliches und in Bezug auf Temperatur und Feuchtigkeit ausgeglichenes und gesundes Wohnraumklima wird geschaffen. So erfüllt Ytong Multipor schon seit 10 Jahren als moderne Lösung für die Innendämmung immer wieder die Standards von übermorgen.

**Dämmsteine – immer
 wieder richtig.**