



## Neue Wege in der Innendämmung

Abb. 1



- ▶ **Wärmeschutz für Gebäude mit erhaltenswerter oder denkmalgeschützter Fassade**
- ▶ **Neue Baumaterialien regulieren Feuchte der Außenwand**
- ▶ **Kapillaraktive Innendämmung und feuchteadaptive Dampfbremsen erlauben das Trocknen nach innen**

*Dresdener Gründerzeithaus mit innengedämmter Fassade  
(Quelle: TU Dresden)*

**D**ie Wärmedämmung von Gebäuden verfolgt mehrere Ziele: Die Reduktion des Heizenergieverbrauchs, die Sicherung der Behaglichkeit im Winter wie im Sommer, aber auch die Vermeidung von Schimmelpilzbefall und feuchtebedingten Bauschäden.

Neben der Außendämmung der Gebäudehülle durch ein Wärmedämmverbundsystem oder hinterlüftete Fassade kommt die Innendämmung von Außenwänden in Betracht. Durch Außendämmung lassen sich Wärmebrücken leichter vermeiden, da die Dämmung lückenfrei um die Gebäudehülle geführt werden kann. Müssen ohnehin Arbeiten an der Außenfassade vorgenommen werden, wie ein Neuanstrich oder eine Fassadensanierung, so ist eine Außendämmung im Allgemeinen vorzuziehen.

Soll jedoch das äußere Erscheinungsbild eines Gebäudes nicht verändert werden und die Fassade im Originalzustand erhalten bleiben, kommt nur die Dämmung von innen in Frage. Innendämmung empfiehlt sich auch für unregelmäßig beheizte Räume, wie Kirchen oder Versammlungsräume, die in Kombination mit Luftheizsystemen rasch beheizbar sein sollen. Oder auch für Keller, die für Wohnzwecke

umgebaut werden, da hier bei einer Außendämmung kostspielige Aushubarbeiten anfallen würden. Insgesamt ist die Innendämmung finanziell weniger aufwändig als die geschlossene Thermohülle für die Außenwand und sicher eine interessante Alternative für diejenigen, die in Eigenleistung und schrittweise sanieren möchten.

Die Innendämmung kann dabei helfen, Schimmelpilzbefall in Innenräumen zu vermeiden. Wenn sich beispielsweise nach dem Einbau von wärmeschutzverglasten Fenstern Raumfeuchte nicht mehr an der Fensterscheibe, sondern an der raumseitigen, kalten Außenwand niederschlägt, kann eine Innendämmung für hinreichend warme Wandoberflächen sorgen. Andererseits birgt gerade die Innendämmung die Gefahr, durch Diffusion der Raumluftfeuchte in die Außenwandkonstruktion und nachfolgende Kondensation an der kalten Seite der Dämmschicht Bauschäden zu verursachen. Zur Vermeidung von Tauwasserschäden werden häufig Dampfbremsfolien eingesetzt, die die Feuchtebelastungen der Wand reduzieren. Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie hat das Institut für Bauklimatik der TU Dresden die Wirksamkeit einer kapillaraktiven Innendämmung ohne Dampfbremse erprobt.

## ► Bauphysikalische Aspekte

Die nachträgliche Innendämmung reduziert den Wärmefluss von innen nach außen und verändert das ursprüngliche Temperaturgefälle in der Außenwand. Dadurch dringt Frost im Winter häufiger und tiefer in die Wand ein. Gefährdete wasserleitende Rohre müssen gut wärmeisoliert sein, um Frostschäden und Tauwasserbildung zu vermeiden.

Probleme können dann entstehen, wenn Wasserdampf der Innenraumluft durch das Dämmmaterial diffundiert und an oder in der kalten Außenwand kondensiert. An der Grenzschicht zwischen dem äußeren Bauteil und Dämmung kann Schimmelpilzbildung die Folge sein. Aber auch anfallendes

Tauwasser im Bauteil selbst kann Bauschäden durch Materialzerstörung, Schimmelpilzbildung und Frostabsprengung nach sich ziehen.

Eine entscheidende Größe für die Gefährdung durch Tauwasser ist das Baumaterial der Außenwand. Außenwandmaterialien wie Ziegel und Kalkputz sind in der Lage, anfallendes Tauwasser durch Kapillareffekte zu verteilen. Dies unterstützt den Trocknungsprozess und verhindert ein langfristiges Anhäufen von Feuchte im Bauteil. Dagegen sind Wände gefährdet, bei denen sich aufgrund fehlender Kapillarleitung Feuchtigkeitszentren ausbilden können. Problematisch sind auch schlagregengefährdete

Wände wie dünnes Ziegelmauerwerk und Fachwerkwände, da die Gefahr besteht, dass sich von außen eindringendes Wasser zwischen Außenwand und Innendämmung abscheidet. Grundsätzlich gilt: Je feuchteempfindlicher und wärmeleitender die Wand, umso mehr Sorgfalt muss auf Verhinderung von Tauwasser verwandt werden.

Um Wärmebrücken zu vermeiden, ist die Dämmung auch in die Fenster- und Tür- einlaibung hineinzuführen. Besonders in Raumecken besteht die Gefahr erhöhter Wärmeverluste und der Bildung feuchter Stellen. An einbindenden Innenwänden sollte daher mit Dämmkeilen gearbeitet werden.

## ► Feuchteadaptive Dampfbremse

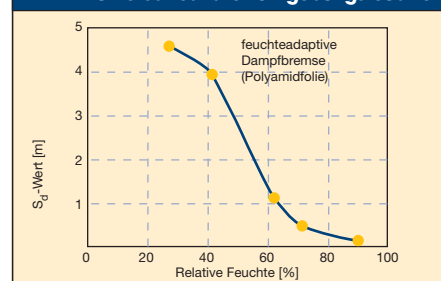
Eine Möglichkeit, um Tauwasserschäden zu verhindern, ist der Einsatz einer raumseitigen Dampfdiffusionsbremse. Unerwünschte Dampfdiffusion aus der Raumluft zum Bauteil kann durch Dämmmaterial mit hohem Wasserdampfdiffusionswiderstand, wie extrudiertem Polystyrol, reduziert werden oder auch durch das lückenfreie Aufbringen einer dampfbremsenden Folie auf die Dämmschicht.

Eine sich „intelligent“ anpassende Dampfbremsefolie, die sowohl den winterlichen Tauwasserschutz als auch den sommerlichen Trocknungsprozess nach innen erlaubt, hat das Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelt. Die Polyamidfolie zeichnet sich durch einen jahreszeitlich variablen Dampfdiffusionswiderstand aus, d. h. abhängig von der relativen Umgebungsfeuchte wirkt die Folie dampfdicht oder diffusionsoffen (Abb. 2). Im Winter, wenn die relative Luftfeuchte im Haus im Mittel unter 50 % liegt,

ist die Sperrwirkung der Folie am höchsten. Tauwasserbildung wird unterbunden. Unter sommerlichen Bedingungen dagegen, bei relativen Raumluftfeuchten von meist über 60%, sinkt der Dampfdiffusionswiderstand stark ab. Das prädestiniert die feuchteadaptive Dampfbremse besonders für feuchtegefährdete Bauteile wie Fachwerkwände, für die die sommerliche Trocknung nach innen auch nach einer Innendämmmaßnahme erhalten bleiben soll.

Um die Funktion der feuchteadaptiven Folie optimal nutzen zu können, muss darauf geachtet werden, dass ausschließlich dampfdurchlässige Dämmstoffe und Bauteilschichten auf der Raumseite eingesetzt werden. Da sonst der Vorteil des angepassten Dampfdiffusionswiderstandes ungenutzt bliebe. Keine Anwendung finden sollte die Folie in Räumen, in denen die relative Raumluftfeuchte im Winter über längere Zeiträume über 60 % liegt. Dies betrifft

Abb. 2 Dampfdiffusionswiderstand bei unterschiedlicher Umgebungsfeuchte



nicht die kurzzeitigen Spitzen in Küchen und Bädern, sehr wohl aber Produktionshallen, Großküchen und Schwimmbäder.

Die Folie ist physiologisch unbedenklich, von hoher Reißfestigkeit und schwer entflammbar. Gegenüber Gasen und flüchtigen organischen Verbindungen zeigt sie sich sehr dicht, so dass sie darüber hinaus Schutz vor möglichen Radon- und Holzschutzmittel-emissionen bietet.

## ► Kapillaraktive Innendämmung

Faserdotierte Wärmedämmplatten aus Calciumsilikat setzen der Wasserdampfdiffusion nur geringen Widerstand entgegen. Da sie über eine hohe kapillare Saugfähigkeit verfügen, können sie anfallendes Tauwasserkondensat gut verteilen und zeitweise speichern. Mit abnehmender Feuchtigkeitsbelastung kann die Feuchtigkeit wieder rasch abgegeben werden. Calciumsilikat ist darüber hinaus durch seinen pH-Wert gegen Schimmelpilze resistent, besitzt hervorragende Brandschutz Eigenschaften und lässt sich problemlos recyceln. Die TU Dresden hat die Wirkung einer kapillaraktiven Innendämmung ohne Dampfbremse an zwei Referenzgebäuden, einem Gründerzeithaus und den Fachwerkwänden eines Umgebendehauses, untersucht.

### Dresdener Gründerzeithaus

Das Dresdener Gründerzeithaus (1895) wurde in den Jahren 1995 bis 1997 umfassend saniert. Während die hofseitige Außenwand durch eine hinterlüftete Vorhangsfassade mit 50 mm Calciumsilikatplatten gedämmt wurde, kam für die denkmalgeschützte straßenseitige Fassade nur eine Innendämmung in Betracht. Die Außenwand besteht im Erdgeschoss aus Ziegelmauerwerk mit einer Sandsteinverkleidung und im ersten und zweiten Obergeschoss aus Ziegelmauerwerk mit Klinkerlochverblendern. Innenseitig wurde mit 30 mm faserdotierten Calciumsilikatplatten gedämmt.

Messtechnisch wurde, neben den meteorologischen Daten am Standort, das Wärme- und Feuchteverhalten der Außenwandkonstruktion erfasst. Parallel dazu wurden Simulationsrechnungen mit dem Programm DIM der TU Dresden durchgeführt: Der Feuchtegehalt der Außenwand lag während einer Sommer- und zweier Winterperioden in allen Schichten unter 3 Vol.-%. Nur im kalten Winter 1996/1997 bildete sich an der kalten Seite der Innendämmung etwas Kondensat (<50g/m<sup>2</sup>), das sich in die Calciumsilikatschicht und den alten Innenputz verteilte (Abb. 3). Im Holz des Balkenkopfes wurde der kritische Holzfeuchtewert von 10 Vol.-% nicht überschritten (Abb. 4). Die Temperaturen an der kalten Seite der Innendämmung lagen anhaltend über 0 °C und

Abb. 3 Feuchtefeldentwicklung in der Außenwand (Quelle: TU Dresden)

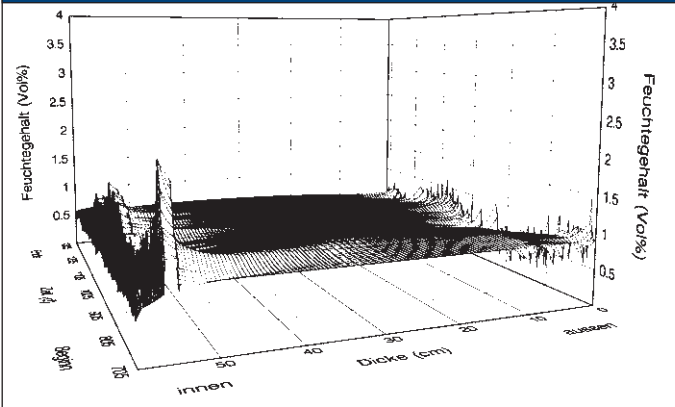
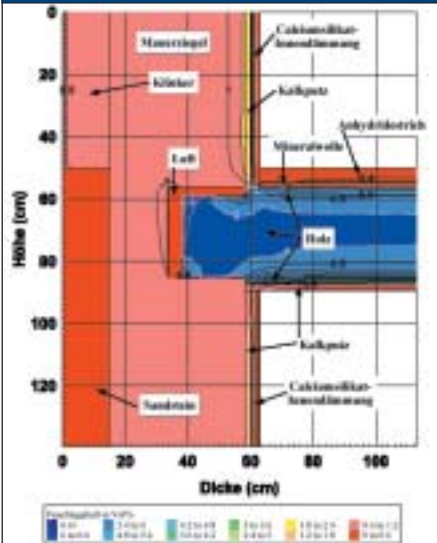


Abb. 4 Feuchtefeld im Außenwandbereich an einem Wintertag (Quelle: TU Dresden)



die Wärmestromdichten schwankten zwischen  $25 \text{ W/m}^2$  im Winter und  $-2 \text{ W/m}^2$  im Sommer. Daraus errechnen sich für die Heizperiode effektive Wärmedurchgangskoeffizienten von  $U = 0,64 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  im Erdgeschoss und  $U = 0,61 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  im ersten Obergeschoss.

Der spezifische Heizwärmebedarf konnte von  $175 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$  auf  $88 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$

Abb. 5 Substitution der Strohlehmausfachung (Quelle: TU Dresden)



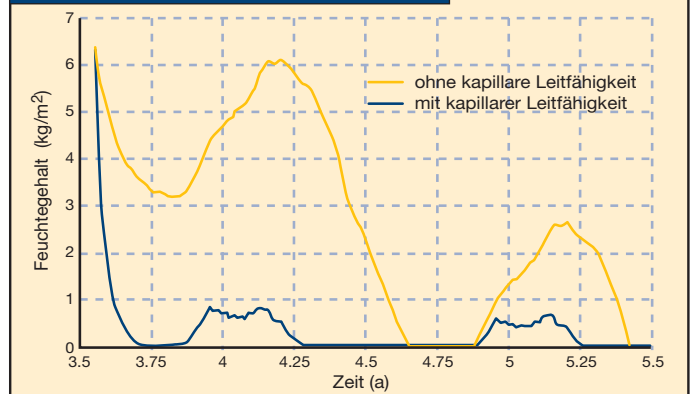
gesenkt werden. Dieser Wert liegt zwar noch 23 % über dem zulässigen Wert der Wärmeschutzverordnung, andererseits wird durch die Sanierungsmaßnahme langfristig eine hygrisch intakte Gebäudehülle garantiert.

### Fachwerkhaus in Ebersbach

Die nachträgliche Innendämmung von Fachwerkhäusern sollte auf keinen Fall zu einer schädlichen Kondensatbildung im Inneren der Konstruktion führen und sollte zusätzlich das Austrocknen der Außenwand nach Regen nach innen erlauben. An einem Fachwerkhaus (Typ Umgebindehaus) in Ostsachsen wurde die Wirkung verschiedener Dämmmaterialien an einer Fachwerkwand – mit ursprünglichem Strohlehm bzw. dem Ersatz Leichttonmörtel - untersucht.

In der Fachwerkwand wurde in drei Feldern die Strohlehmausfachung durch Leichttonmörtel ersetzt und innenseitig mit Calciumsilikat versehen (Abb. 5). Dazu wurde der Leichttonmörtel gegen die innere Calciumsilikatplatte gespritzt, die zwecks besserer Haftung des Mörtels oberflächlich hydrophobiert wurde. Dies führte aber zu einem hygrisch kritischen Zustand der Konstruktion, da Einbaufeuchte des Mörtels und innere Tauwasserbildung kulminierte und die Saugwirkung der Calciumsilikatschicht durch die Hydrophobierung blockiert war. Gute Ergebnisse erzielte man dagegen mit nicht-hydrophobierten Calciumsilikatplatten. Die Dämmschicht leitete die Einbaufeuchte des Leichtmörtels ab und war auch in der Lage, eindringende Regenfeuchte aufzunehmen und zu verteilen. Mit Leichttonmörtel und Calciumsilikatdämmplatten ließ sich für die Fachwerkwand ein mittlerer U-Wert von  $0,6 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  erreichen. Dagegen erbrachte die parallel durchgeführte Dämmung mit Mineralwolle im Winter sehr viel Tauwasser und ist

Abb. 6 Feuchtegehalt der Konstruktion mit und ohne kapillaraktive Baustoffe



## Fachwerkwände

Fachwerkwände haben oft hohe Transmissionswärmeverluste; Zugerscheinungen erhöhen den Wärmeverlust zusätzlich. Will oder darf man die Fachwerkfassade nicht verändern, ist Innendämmung der einzige Weg zum erhöhten Wärmeschutz. Ein Problem ergibt sich jedoch dadurch, dass Schlagregen leicht in die Wand eindringt, denn die Fuge zwischen Holzkonstruktion und Ausfachung lässt sich nicht sicher abdichten. Bei stark bewitterten Fachwerkwänden ist Innendämmung problematisch.

Auch bei weniger bewitterten Fachwerkwänden kann Wasser durch die arbeitende Fuge zwischen Holz und Ausfachung oder durch Schwindrisse im Holz bis auf die raumseitige Oberfläche der Holzkonstruktion gelangen. Die Innendämmung sollte daher so ausgeführt werden, dass sowohl die Tauwasserbildung an der Grenzschicht zwischen Holzkonstruktion der Außenwand und Innendämmung begrenzt als auch nach Niederschlägen das Austrocknen der Wand nach innen ermöglicht wird.

ohne Dampfbremse für Fachwerkwände ungeeignet.

Die im Vergleich zu Leichttonmörtel schlechtere Wärmedämmung der originären Strohlehmausfachung führt zu einer etwas höheren Tauwasserbelastung, die jedoch durch die Kapillarkräfte des Calciumsilikats entspannt werden kann. Ohne Berücksichtigung der kapillaren Leitfähigkeit der Baustoffe würde sich in dieser Konstruktion die vierfache Kondensatmenge bilden (Abb. 6) Durch die Calciumsilikatdämmung des Strohlehmfachwerks ließ sich allerdings nur ein U-Wert von  $0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  erzielen.

Abb. 7 Ergebnisse Innendämmung Ebersbacher Umgebindehaus

Bauteil	Dämmung (50 mm)	Ergebnis
Fachwerkwand/Leichttonmörtel	Calciumsilikat; nicht hydrophobiert	Kapillare Verteilung der Einbaufeuchte und des Feuchteintrags; U-Wert: $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$
Fachwerkwand/Leichttonmörtel	Mineralwolle	ohne Dampfbremse sehr viel Tauwasser
Fachwerkwand/Strohlehm	Calciumsilikat; nicht hydrophobiert	winterliche Feuchtebelastung wird von der Dämmung kapillar entspannt; U-Wert: $0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$

## ► Fazit

Wärmeverluste einer außenliegenden Wand lassen sich mit einer Innendämmung um 50 bis 70 % reduzieren. Tauwasserbildung und Schimmelwachstum treten an der Innenoberfläche der Außenbauteile nicht mehr auf. Mögliche Bauschäden durch winterliches Kondensat im Inneren werden durch geeignete Wahl von Baumaterialien und Dämmkonstruktionen vermieden. Zwar wird durch die innen liegende Dämmung auf die Außenwand als Wärmespeichermasse verzichtet, aber mit Innenwänden, Innendecken und Mobiliar bleiben ca. 80 % der Wärmespeichermasse erhalten.

Insbesondere bei älteren Gebäuden mit Sichtfachwerk stellt sich in der kalten Jahreszeit ein unbehagliches Raumklima ein. Kalte Wandoberflächen entziehen dem Körper umso mehr Wärme, je größer die Temperaturdifferenz zur Hautoberfläche ist. Mit der Innendämmung kann die Temperatur an der raumseitigen Wandoberfläche um mehr als 4 °C angehoben werden. Dies wirkt sich unmittelbar auf das Wohlbefinden der Bewohner aus. Der entstehende Raumverlust durch die Dämmschicht muss in die Planung mit einbezogen werden. So sollten nach der Sanierung Fenster vollständig zu öffnen und Schränke weiterhin zugänglich sein. Etwa 90 % des heutigen Wohnungsbestandes sind vor 1977, dem Inkrafttreten der 1. Wärmeschutzverordnung, erbaut worden. Bis auf den Bereich der Fenstermodernisierung sind diese Häuser überwiegend in einem energetisch unzulänglichen Zustand. Außenwände typischer Altbauten haben einen U-Wert von etwa 1,5 W/(m<sup>2</sup>K). Mit einer beispielsweise 5 cm starken Innendämmung sind U-Werte von 0,6 W/(m<sup>2</sup>K) erreichbar, ohne dass übermäßige Feuchtebelastungen im Inneren der Konstruktion zu befürchten sind. Nicht nur für Häuser mit erhaltenswerter Originalfassade und Sichtfachwerk ist die Innendämmung ein Weg zu erhöhtem Wärmeschutz. Da für die Innendämmung kein Baugerüst benötigt wird, Innendämmung schrittweise und oft auch in Eigenleistung durchgeführt werden kann, ist diese Maßnahme für viele Hausbesitzer eine attraktive Alternative zur Außendämmung. Geeignete Zeitpunkte sind anstehende Modernisierungen der Wohnung, Fenstererneuerungen oder auch das Neutapezieren.

### PROJEKTADRESSEN

- Technische Universität Dresden  
Institut für Bauklimatik  
Prof. Dr. Peter Häupl  
01062 Dresden
- Fraunhofer-Institut  
für Bauphysik IBP  
Dr. Hartwig Künzel  
Postfach 1152  
83601 Holzkirchen

### ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

#### Literatur

- Energieagentur NRW: Forum Innendämmung. Tagungsdokumentation. 1997.
- Häupl, Peter; Fechner, Heiko; Martin, Roland; Neue, Joachim: Energetische Verbesserung der Bausubstanz mittels kapillaraktiver Innendämmung. In: Bauphysik 8/1999, S. 145-154.
- Künzel, Hartwig; Kasper, Franz-Josef: Von der Idee einer feuchteadaptiven Dampfbremse bis zur Markteinführung. In: Bauphysik 6/1998, S. 257-260.
- Lamers, Reinhard; Rosenzweig, Daniel; Abel, Ruth: Bewährung innen wärmegeämmter Fachwerkbauten. Problemstellung und daraus abgeleitete Konstruktionsempfehlungen. Bauforschung für die Praxis, Band 54. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart 1998.
- Oswald, Rainer; Lamers, Reinhard; et. al.: Kostengünstige bauliche Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs im Wohnungsbestand. Bauforschung für die Praxis, Band 46. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart 1998.

#### Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als online-Dokument unter [www.bine.info](http://www.bine.info) im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.

### PROJEKTORGANISATION

■ Bundesministerium für  
Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11019 Berlin

Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Horst Dummin  
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen  
0329663 A

### IMPRESSUM

■ ISSN  
0937 – 8367

■ Herausgeber  
FIZ Karlsruhe  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

■ Urheberrecht  
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

■ Autor  
Paul Feddeck

### BINE Informationsdienst Energieeffizienztechnologien für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter [www.bine.info](http://www.bine.info) und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

#### Kontakt

Haben Sie Fragen zu diesem **projektinfo**?  
Wir helfen Ihnen weiter:

**Tel. 0228 92379-44**



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn  
Kaiserstraße 185 – 197  
53113 Bonn

[kontakt@bine.info](mailto:kontakt@bine.info)  
[www.bine.info](http://www.bine.info)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages