

Innendämmung

Anwendungen und Risiken



- 1 Einleitung**
- 2 Vergleich von Außendämmung und Innendämmung**
- 3 Einsatzmöglichkeiten von Innendämmungen**
- 4 Aufbau von Innendämmsystemen**
 - Bestehende Außenwand
 - Dämmmaterial und Dampfbremse
 - Befestigung und Unterkonstruktion
 - Deckschicht
- 5 Verschiedene Innendämmsysteme**
 - Diffusionsoffene Systeme
 - Diffusionshemmende Systeme
 - Innendämmsysteme mit feuchtheadaptiver Dampfbremse
 - Systeme mit kapillaraktiven Dämmmaterialien
- 6 Risiken beim Einsatz von Innendämmung**
 - Wassertransport in Bauteilen
 - Gasförmiger Wassertransport im Bauteil
 - Flüssiger Wassertransport im Bauteil
 - Die Entstehung von Kondensat
 - Bauschäden durch Feuchtigkeit in Bauteilen
 - Temperaturabsenkungen durch Wärmebrücken
- 7 Tipps zur Anwendung**
- 8 Glossar**
- 9 Literatur**

1. Einleitung

Im Jahr 2009 hat der Vorarlberger Landtag die Energieautonomie für Vorarlberg bis 2050 beschlossen. Mit dem Programm möchte das Land die Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern erreichen. Energieautonomie bedeutet eine ausgeglichene Jahresbilanz zwischen Energieverbrauch und regenerativer Energiegewinnung. Dazu ist natürlich eine erhebliche Einsparung durch gesteigerte Effizienz notwendig. Der Energiebedarf lässt sich um 70 Prozent reduzieren, wenn schrittweise die bereits heute verfügbaren Effizienztechnologien in den nächsten Jahrzehnten flächendeckend zum Einsatz kommen.

Ein ganz wesentlicher Beitrag dazu ist die Absenkung des Heizenergieverbrauchs im Wohnungsbestand. Bei den meisten Wohngebäuden lässt sich der Heizenergiebedarf um 60 bis 90 % absenken, wenn das Gebäude mit einer starken Außendämmung, sehr guten Fenstern und einer kontrollierten Be- und Entlüftung saniert wird. Sollte ein Einsatz dieser Sanierungsmaßnahmen nicht möglich sein, ist mit einer weniger starken Außendämmung noch immer ein gutes Einsparpotential zu erreichen.

Bei vielen bauhistorisch bedeutenden Gebäuden ist der Erhalt der Bestandsfassade aber wichtiger, als die zu erreichende Energieeinsparung. Die Bewohner dieser Häuser müssen deshalb nicht auf behagliches Raumklima und Energieeinsparungen verzichten.

Bei richtiger Anwendung kann eine Innendämmung den Wohnkomfort anheben und Heizkosten senken. Allerdings ist eine Innendämmung bauphysikalisch viel komplexer, als eine Außendämmung, weil die bestehende Konstruktion von den warmen Innenräumen entkoppelt wird. Es können deswegen durch Frost, Kondensation oder Schlagregen verschiedene Risiken auftreten, die in diesem Leitfaden erklärt werden. Sorgfältig geplant, unter Verwendung aufeinander abgestimmter Materialien und richtig ausgeführt, ist eine Innendämmung ein wertvoller Beitrag zur Energieeinsparung.

Auf den nächsten Seiten erfahren Architekten, Energieberater, Planer und Bau praktiker das Wichtigste über sinnvolle Anwendungsbereiche, wichtige Komponenten, verschiedene Innendämmsysteme und Tipps zur Anwendung.

Dieser Leitfaden wurde im Projekt Althouse im Alpine Space Programm erstellt. Hoffentlich erfüllt er seine Aufgabe und unterstützt die energetische Sanierung schützenswerter Gebäude und hilft Bauschäden zu vermeiden.

Energieinstitut Vorarlberg

Fachbereich energieeffizientes und ökologisches Bauen

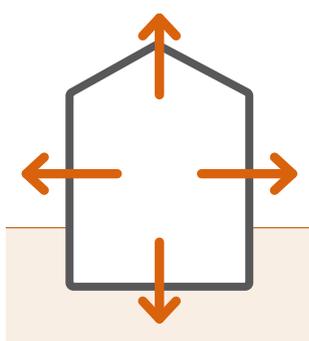
2. Vergleich von Außendämmung und Innendämmung

Dämmung verringert Wärmeverluste

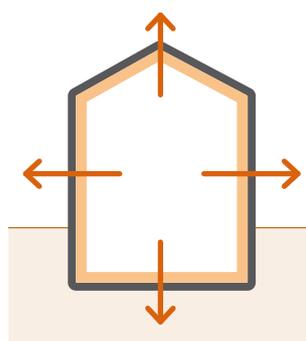
Die Energie, die wir in Form von Heizwärme einem Gebäude zuführen, wird durch die Gebäudehülle allmählich an die kältere Außenluft abgegeben. Das geschieht zu einem Teil über den Austausch von warmer und kalter Luft in Fugen und Ritzen, zu einem anderen Teil über die Wärmeleitung der Bauteile Außenwand, Dach, Decke, Türe und Fenster. Diese energetischen Verluste können reduziert werden, indem man Ritzen und Fugen abdichtet und eine Dämmschicht anbringt. Die Dämmung kann außen, innen oder im Kern der Wandkonstruktion angeordnet werden. Kerndämmung, bei der ein Dämmmaterial in einen vorhandenen Hohlraum in der Wandebene eingebracht wird, ist eher selten und wird hier nicht weiter behandelt. Da Außenwände den flächenmäßig größten Anteil der Gebäudehülle einnehmen, besitzen sie ein erhebliches Einsparpotenzial und sind für die Senkung der Wärmeverluste und damit der Heizkosten sehr wichtig.

Außendämmung oder Innendämmung?

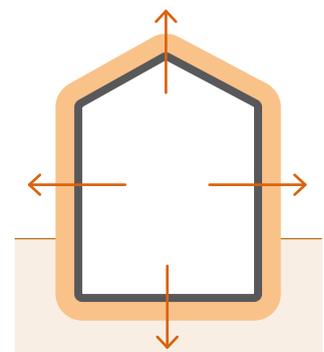
Aus bauphysikalischer Sicht sind Außendämmung und Innendämmung unterschiedlich zu beurteilen. Der massive, tragende Teil der Wand nimmt bei einer Außendämmung die Innenraumtemperatur an, jedoch bei der Innendämmung nahezu die Außentemperatur. Deswegen besitzt eine Außendämmung ein größeres Einsparpotential und ein geringeres Schadensrisiko. Bei einigen Anwendungsbereichen ist eine Außendämmung nicht umsetzbar und die Vorteile der Innendämmung überwiegen. In solchen Fällen kann bei richtiger Planung und Anwendung durch ein Innendämmsystem viel Energie eingespart werden. Die Frage, welches die bessere Dämmung ist, ist nicht ganz sinnvoll. Vielmehr ist das Dämmen auf der Innenseite eine gute Ersatzmöglichkeit, wenn das Dämmen der Außenseite nicht möglich ist.



Wärmeverluste
ohne Dämmung



Wärmeverluste mit
Innendämmung



Wärmeverluste mit
Außendämmung

Außendämmung

- Größeres energetisches Einsparpotential
 - Anzahl und Auswirkung der Wärmebrücken sind geringer
 - Geringeres Risiko von Schimmel- und Feuchteschäden in der Konstruktion
 - Die Wärmespeicherkapazität der massiven Außenwand bleibt erhalten und verzögert Überhitzung im Sommer
 - Geringe thermische Belastung der tragenden Konstruktion
 - Keine Tauwasserbildung an der Grenzschicht zwischen tragendem Bauteil und Dämmung
 - erhöht die Behaglichkeit im Gebäude
- Veränderung des äußeren Erscheinungsbildes
 - Höhere Kosten durch Einrüstung der Fassade
 - Erhöhte Brand- und Veralgungsgefahr bei Wärmedämmverbundsystemen

Innendämmung

- Unverändertes äußeres Erscheinungsbild
 - Schnelles Aufheizen der innengedämmten Räume
 - Angenehmeres Temperaturempfinden an der Wandinnenseite
 - Bequeme und kostengünstigere Montage
- Wärmebrücken durch einbindende Bauteile wie Wände und Decken
 - Schnellere Überhitzung im Sommer
 - Außenwand trocknet langsamer da diese im Winter kalt bleibt
 - Frostgefahr bei wasserführenden Leitungen in der Tragekonstruktion
 - Mögliche Tauwasserbildung innerhalb der Konstruktion in den Wintermonaten
 - Brand- und Schallschutzproblematik
 - Verkleinerung der Wohnfläche

Innendämmung steigert Behaglichkeit

Wenn es draußen kalt ist, weisen ungedämmte Außenwände, im Verhältnis zur Raumluft, eine geringe Oberflächentemperatur auf, welche als unangenehm empfunden wird. Bei innengedämmten Außenwänden ist der Unterschied von Oberflächentemperatur und Raumtemperatur gering, darum ist das Raumklima angenehmer. Durch undichte Stellen im Mauerwerk kann es zu Zugerscheinungen kommen. Auch diese werden im Rahmen einer Sanierung mit einem Innendämmsystem abgedichtet und der Wohnkomfort steigt.

3. Einsatzmöglichkeiten von Innendämmungen



Denkmalgeschützte Gebäude

Die Innendämmung hat in der Denkmalpflege einen hohen Stellenwert. Sie bringt die gewünschte thermische Verbesserung der Außenwand mit sich, ohne die historische Außenerscheinung zu verändern. Dennoch wird das historische Gefüge der Wand verändert und es muss darauf geachtet werden, das innere Erscheinungsbild nicht zu beeinträchtigen. Energiesparen und Denkmalschutz müssen keine Konkurrenten sein. Heutzutage gibt es viele Möglichkeiten, den Wärmeverlust der Außenwand zu reduzieren indem das, für das jeweilige Gebäude ideale Dämmsystem, ausgewählt wird. Dabei ist die Innendämmung mit ihrer Vielfalt an Ausführungsvarianten, für ein denkmalgeschütztes Gebäude oft der gesuchte Kompromiss.



Temporär genutzte Räume

Speziell für Veranstaltungsräume, Turnhallen, Kirchen oder Räume, wie Hobbykeller, die nur gelegentlich genutzt werden, ist das Dämmen auf der Innenseite von großem Vorteil. Da sich die tragende und meist massive Konstruktion auf der kalten Seite der Dämmebene befindet und also nicht mitgeheizt werden muss, heizt sich der Raum wesentlich schneller auf, als ungedämmt oder mit Außendämmung. Somit müssen diese Räume nicht konstant beheizt werden, sondern können bei Bedarf schnell auf die gewünschte Raumtemperatur gebracht werden.



Einsatz bei erhaltenswerten Fassaden

Eine schöne Natursteinfassade, ein Sichtmauerwerk oder eine alte geschindelte Fassade, wie sie bei klassischen Rheintalhäusern oft vorkommt, ist zu schön um sie hinter einer Dämmschicht zu verstecken. Wenn trotzdem die Heizkosten gesenkt werden sollen, kann eine gut geplante und ordentlich ausgeführte Innendämmung erhebliche Einsparungen erzielen.



Teilsanierungen

Die Dämmung auf der Innenseite ist meistens kostengünstiger als die Außendämmung und kann von Mietern auch als Eigenmaßnahme finanziert werden. Dies kann der Fall sein, wenn der Vermieter keine Gesamtsanierung anstrebt oder wenn eine Eigentümergemeinschaft keinen Sanierungsbeschluss fassen kann. Ein Innendämmsystem bietet die Möglichkeit einer einfachen, schrittweisen Teilsanierung der Gebäudehülle. Bei einem Gebäude, das außen nicht gedämmt werden kann, können bei einem Mieterwechsel relativ einfach Teilsanierungen einzelner Wohnungen durchgeführt werden.

Bei folgenden Anwendungen ist eine Außendämmung die bessere Lösung:

- energieeffiziente Sanierungen von dauerhaft genutzten Gebäuden
- Sanierungen von Gebäuden mit wieder herstellbaren Fassadenmaterialien
- Umfassende Sanierungen größerer Gebäude

Mit steigenden Energiekosten und Bewusstsein der Bevölkerung für den Klimaschutz steigt die Sanierungsbereitschaft bei Bestandsgebäuden und auch die Anwendung von Innendämmung wird häufiger. Neuere bauphysikalische Untersuchungen, detailliertere Berechnungsmethoden und weiterentwickelte Materialien im Bereich der Innendämmung, haben dazu geführt, dass die Innendämmung kein Risiko darstellen muss, sondern bei richtigem Einsatz viele Chancen bietet. Dabei muss immer sorgfältig abgewogen werden, welches Material zu welchem Einsatzfall passt und wie sich eine dauerhafte und nachhaltige Lösung umsetzen lässt. Das größte Schadensrisiko stellt im Außenwandbereich ungewünschte Feuchtigkeit dar.



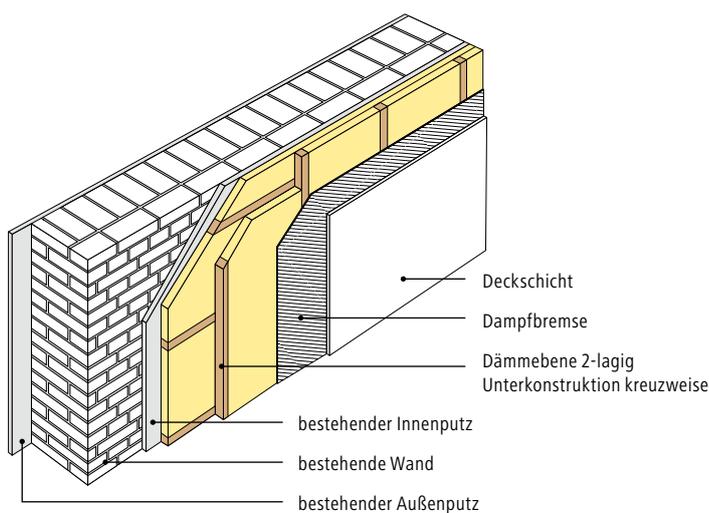
4. Aufbau von Innendämmsystemen

Innendämmung bedeutet, dass die Dämmebene auf der warmen Innenseite der Außenwand angebracht wird. Maßgebend für die Wahl der zu verwendenden Materialien sind etliche Einflussfaktoren, wie beispielsweise der bestehende Wandaufbau, die Nutzung des Raumes, bauphysikalische Eigenschaften und die Qualität der Ausführung. Um eine funktionstüchtige Innendämmung zu planen und einzubauen, müssen die Einflussparameter im Einzelfall möglichst objektiv beurteilt und gewichtet werden. Die richtige Entscheidung liegt in der Verantwortung des Planers des Innendämmsystems.

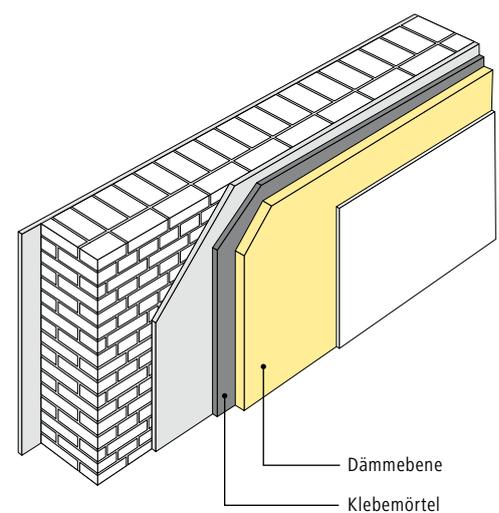
Wichtig:

Es gibt kein Standardrezept für die Planung eines Innendämmsystems!

Manche Einflussfaktoren erscheinen in einem Gebäude als unbedeutend, erweisen sich jedoch in einem anderen als maßgebend. Die Auswirkung der einzelnen Einflussfaktoren hängen zusammen und sollten daher als Ganzes betrachtet werden. Die daraus entstehende Vielfalt an möglichen Systemaufbauten macht es schwierig, das System einer Innendämmmaßnahme von einem Gebäude ohne weiteres auf ein anderes Gebäude zu übertragen. Generell gibt es Innendämmsysteme von diffusionsdichten über diffusionshemmende bis hin zu diffusionsoffenen Systemen. Dabei können unterschiedlichste Dämmmaterialien, Befestigungsmethoden, Dampfbremsen und Deckschichten verwendet werden. Die einzelnen Schichten sind aufeinander abgestimmt und angepasst, damit ein idealer Feuchtehaushalt für die Konstruktion entsteht.



Innendämmsystem mit tragender Unterkonstruktion



Innendämmsystem ohne tragende Unterkonstruktion



Bestehende Außenwand

Der bestehende Außenwandaufbau hat einen entscheidenden Einfluss auf die Oberflächentemperatur der Innenseite und die Feuchtepufferwirkung der gesamten Konstruktion. Dicke, massive Konstruktionen, wie Vollziegelmauerwerke, sind dabei günstiger, als dünnere Fachwerkwände. Auf jeden Fall sollte das hygrische Verhalten der bestehenden Wand bekannt sein. Außenwände sollten einen intakten Schlagregenschutz aufweisen.

Dämmmaterial und Dampfbremse

Welches Dämmmaterial verwendet wird, hängt stark von den diffusionstechnischen Eigenschaften des Innendämmsystems ab. Dämmmaterial und Dampfbremse stehen in einem engen Zusammenhang. Wenn eine Dampfbremse verwendet wird, ist sie immer auf der warmen Seite der Dämmebene zu installieren und sollte nicht mehr abdichten, als für die Funktionstüchtigkeit des Innendämmsystems erforderlich ist. In den meisten Fällen werden die Dämmmaterialien plattenförmig eingebaut, diese können aber auch aus Bahnen bestehen oder aufgespritzt werden.





Befestigung und Unterkonstruktion

Wie die Dämmmaterialien an der Wand befestigt werden, hängt von der Oberflächenbeschaffenheit der bestehenden Wand und den Materialeigenschaften des verwendeten Dämmstoffes ab.

Dabei können die Dämmmaterialien entweder mechanisch mit Dübeln und Leisten oder mit einer Unterkonstruktion aus einem Ständerwerk an der Wand befestigt werden. Weitere Befestigungsmöglichkeiten sind verklebte oder aufgespritzte Dämmstoffe.

Kommt eine Unterkonstruktion aus Holz- oder Metallständerwerk zur Anwendung, trägt diese nicht nur die Lasten der Deckschicht, sondern ermöglicht auch eine angenehmere und einfachere Installation der Dampfbremse und der Luftdichtheitsebene.



Deckschicht

Die Deckschicht kann aus Putzen, wie zum Beispiel Mineral- oder Lehmputze oder aus Platten, wie Gipskarton- oder Holzfaserplatten bestehen.

Sie sollte diffusionsoffen und feuchtepuffernd ausgeführt werden und muss immer auf die physikalischen Eigenschaften des Innendämmsystems abgestimmt werden. Die Deckschicht kann auch die Luftdichtheitsebene bilden.



5. Verschiedene Innendämmsysteme

Diffusionsoffene Systeme

Innendämmsysteme mit einem Diffusionswiderstand von weniger als $0,5 \text{ m}$ (s_d -Wert) werden diffusionsoffene Systeme genannt. Auch Innendämmsysteme aus Mineraldämm-, Holzfaser- oder Korkdämmplatten ohne Dampfbremse werden in diese Kategorie eingeordnet. Diese Dämmstoffe können einen hohen Grad an Feuchtigkeit aufnehmen und haben eine gute Pufferwirkung. Diffusionsoffene Innendämmsysteme bestehen meist aus Platten und werden direkt auf den bestehenden Untergrund geklebt. Dabei ist es wichtig, dass der Untergrund eben ist, und die Platten vollflächig und ohne Hohlräume verklebt werden.

Sind hinter der Dämmebene Hohlräume vorhanden und ist auch keine Luftdicht-heitsebene eingebaut, besteht die Möglichkeit von Tauwasser- und Schimmelpilz- bildung hinter der Dämmebene. Geklebte Innendämmsysteme werden oft direkt verputzt, wobei darauf zu achten ist, dass die verwendeten Putze und Anstriche ebenfalls diffusionsoffen sind. Innendämmungen bei Fachwerks- und Sichtmuer- werkskonstruktionen, die keinen ausreichenden Schlagregenschutz aufweisen, müssen diffusionsoffen aufgeführt werden, um die Austrocknung zur Innenseite sicherzustellen.

Bei solchen Aufbauten ist das Feuchtmanagement, also Speichern und wieder Austrocknen des Dämmmaterials, äußerst wichtig und kann durch veränderte Randbedingungen versagen. Deshalb darf ohne Absprache keine Änderung der verwendeten Materialien vorgenommen werden. Bei späteren Renovierungs- arbeiten sollte abgeklärt werden, welche Materialien verwendet werden dürfen. Diffusionsoffene Innendämmsysteme sind einfacher auszuführen, weisen dafür aber meist ein größeres Schadensrisiko auf.

Materialeigenschaften von Dämmstoffen

Dämmstoff	max. λ [W/(mK)]	μ [-]
Mineralwolle – Glaswolle	0,04	1 – 2
Mineralwolle – Steinwolle	0,045	1 – 2
Schafwolle	0,05	1 – 2
Zelluloseflocken	0,045	1 – 2
Mineraldämmplatten	0,045	3
Holzfaserplatte	0,055	5 – 10
Korkdämmplatten	0,06	5 – 20
Calciumsilikatplatten	0,07	5 – 20
Polystyrol (EPS)	0,04	20 – 100
Polyurethan (PUR)	0,035	30 – 100
Schaumglas	0,06	dicht



Mineraldämmplatten noch ohne Deckputz

Diffusionshemmende Systeme

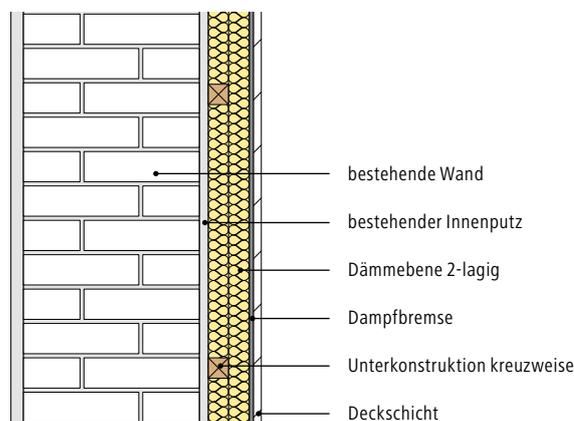


Ein diffusionshemmendes Innendämmsystem, sollte einen s_d -Wert zwischen 0,5 m und 1500 m besitzen und ein diffusionsdichtes Innendämmsystem einen s_d -Wert von >1500 m aufweisen. Der Diffusionswiderstand sollte so angepasst werden, dass das Innendämmsystem nicht stärker gegen Dampf abdichtet als erforderlich, um die Möglichkeit der Feuchtigkeitsaustrocknung zu erhalten. Der erforderliche Diffusionswiderstand kann entweder nur durch eine Dampfbremse oder durch Kombination von Dämmung und Dampfbremse erreicht werden.



Beispielsweise sollte bei diffusionsoffenen Materialien wie Mineralfaser oder Schafwolle eine Dampfbremse oder mindestens eine feuchteadaptive Dampfbremse mit ausreichendem Diffusionswiderstand angebracht werden. Bei Systemen mit Dampfbremse können die meisten Dämmmaterialien verwendet werden. Es muss aber darauf geachtet werden, dass die Ebene der Dampfbremse ordnungsgemäß und lückenlos durchgeführt wird, da sonst die über die Lücken eingedrungene Luftfeuchtigkeit hinter der Dampfbremse kondensieren kann. Aus demselben Grund sind bei diffusionsdichteren Materialien wie Polystyrol- oder Polyurethandämmplatten mit Dämmstärken über 4 cm die Dämmplatten mit einer Dampfbremse einzubauen oder mindestens die Fugen zwischen den Platten abzudichten.

Ein schadensfreies Innendämmsystem mit Dampfbremse ist meist aufwendiger herzustellen, da die lückenlose Verlegung der Dampfbremse gewährleistet sein muss. Jedoch haben diese Systeme bei ordnungsgemäßer Ausführung auch ein geringeres Schadensrisiko. Innendämmsysteme mit Dampfbremsen werden oft in Kombination mit einer Unterkonstruktion erstellt, da diese das Anbringen der Dampfbremse und der darüber liegenden Deckschicht erleichtert. Da die Unterkonstruktion eine Wärmebrücke darstellt, sollte diese, beispielsweise durch eine kreuzweise Montage, minimiert werden. Sehr wichtig bei Systemen mit hohem Diffusionswiderstand, ist ein intakter Schlagregenschutz. Ansonsten besteht die Möglichkeit des „Aufschaukelns“ des Feuchtigkeitsgehaltes in der Wand.

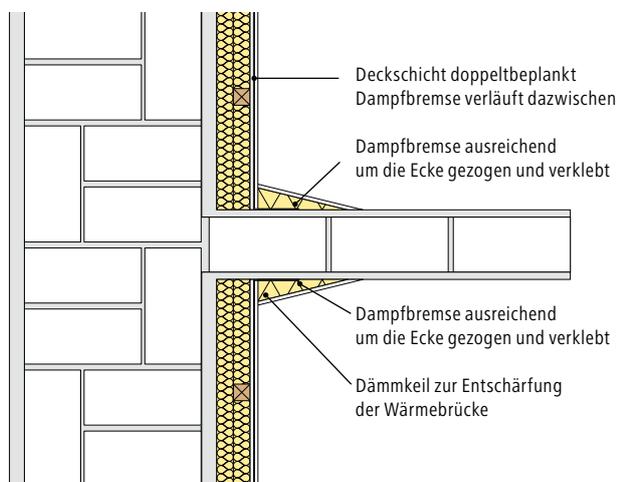


Schematischer Wandaufbau eines diffusionshemmenden Innendämmsystems

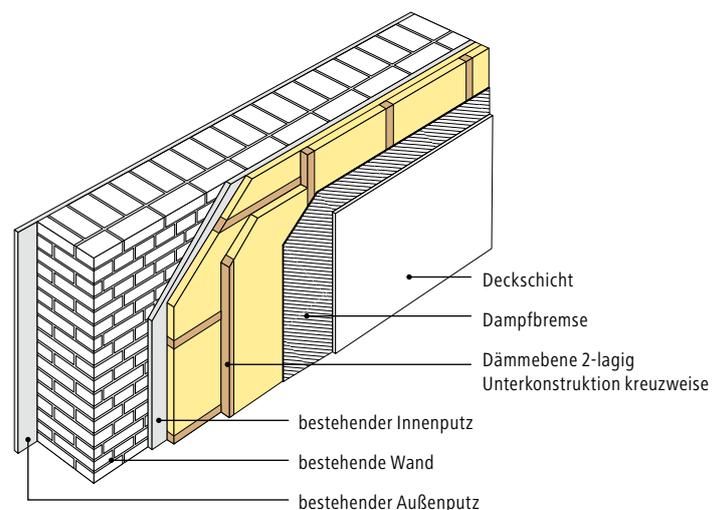
Innendämmsysteme mit feuchteadaptiver Dampfbremse

Feuchteadaptive Dampfbremsen weisen eine Abhängigkeit der Dampfdurchlässigkeit von der umgebenden Luftfeuchtigkeit auf. Feuchteadaptive Dampfbremsen haben bei einer geringen Luftfeuchtigkeit von etwa 40 % einen s_d -Wert von über 10 m und bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit ab ca. 75 % einen geringen s_d -Wert von unter 1 m. Aus bauphysikalischer Sicht kann das genutzt werden, um in den trockenen Wintermonaten eine dampfbremsende Wirkung zu erreichen und die Austrocknung der Konstruktion in den warmen, feuchten Sommermonaten zu begünstigen. Damit die Austrocknung raumseitig möglich ist, müssen die verwendeten Deckschichten und Anstriche unbedingt diffusionsoffen sein. Das bedeutet, OSB-Platten oder Mehrschichtplatten sind für feuchteadaptive Dampfbremsen ungeeignet, Gipskartonplatten ohne Dampfbremse und Holzwolllleichtbauplatten sind besser geeignet. Es sollte darauf geachtet werden, dass zum Beispiel durch einen Schlagregenschutz der Feuchtigkeitsgehalt in der Wand zu gering ist und die feuchteadaptiven Dampfbremsen deshalb nicht einwandfrei funktionieren. Ansonsten weist diese Art von Dampfbremse für ein Innendämmsystem gute Materialeigenschaften auf.

Dampfbremsen sollten lückenlos zur Innendämmung ausgeführt werden. Ebenfalls ist auf eine fachgerechte Abdichtung der einbindenden Bauteile und Ecken zu achten.



Beispiel eines Wandanschlusses mit Dämmkeil und der Weiterführung der Dampfbremse um die Ecken

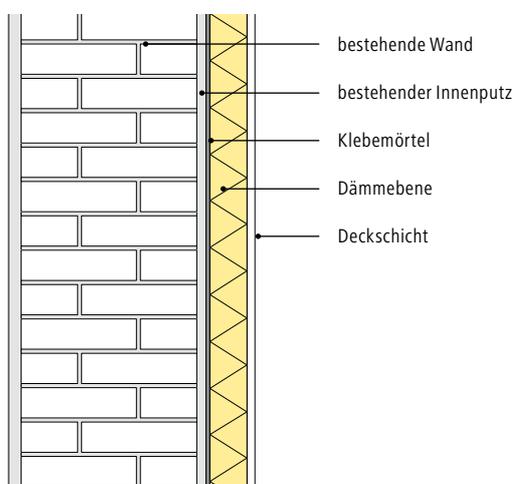


Diffusionsdichter Aufbau mit zweilagiger weicher Dämmung und Dampfbremse in kreuzweise verlegter Unterkonstruktion

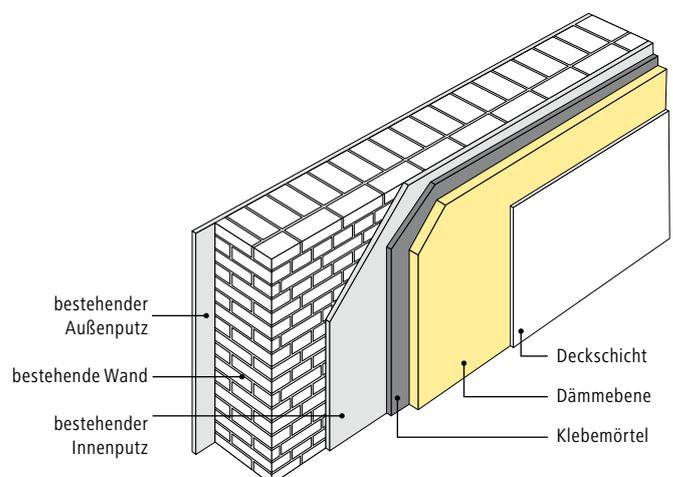
Systeme mit kapillaraktiven Dämmmaterialien

Kapillaraktive Dämmstoffe leiten die Feuchtigkeit entgegen des Diffusionsstromes und entlang des Feuchtigkeitsgefälles in Richtung Innenraum. Hierbei kann an der Grenzschicht zwischen Dämmung und Klebemörtel Tauwasser ausfallen. Dieses wird jedoch über den kapillarleitenden Dämmstoff von der Tauwasserebene weggeleitet und kann zum Innenraum hin wieder austrocknen.

Um die Ausbreitung der Feuchtigkeit in die Wandebene zu verhindern, ist zusätzlich zur vollflächigen und lückenlosen Verklebung ein Klebemörtel zu verwenden, der einen hohen Diffusionswiderstand und eine geringe Wasserleitfähigkeit aufweist. Die vollflächige Verklebung ist auch notwendig, um das Ab- bzw. Weiterleiten des Wassers gewährleisten zu können. Durch den Austausch von Feuchtigkeit, zwischen Raumluft und Wand, wird auch das Raumklima positiv beeinflusst. Bei Verwendung eines kapillaraktiven Innendämmsystems, muss sichergestellt sein, dass die Deckschicht diffusionsoffen ist. Kapillaraktive Dämmmaterialien sind beispielsweise Calciumsilikat oder Zellulose. Calciumsilikatplatten sind ein mineralischer Dämmstoff und weisen einen geringen PH-Wert auf, deswegen verringern sie die Schimmelpilzbildung an der Oberfläche zusätzlich. Dieser Effekt wird jedoch über die Jahre durch Ansammlung von Staub und Oberflächenschmutz reduziert. Wenn Zellulose mit dem richtigen Verfahren aufgespritzt und verputzt wird, ist das Zellulose-Putz System ^[11] auch ein kapillaraktives und diffusionsoffenes Innendämmsystem. Wie Berechnungen gezeigt haben, besteht bei diffusionsoffenen und kapillaraktiven Innendämmsystemen mit Calciumsilikat und Zellulose auch bei eindringender Feuchtigkeit durch Schlagregen, noch keine Gefahr von Schimmelpilzbildung.^[05]

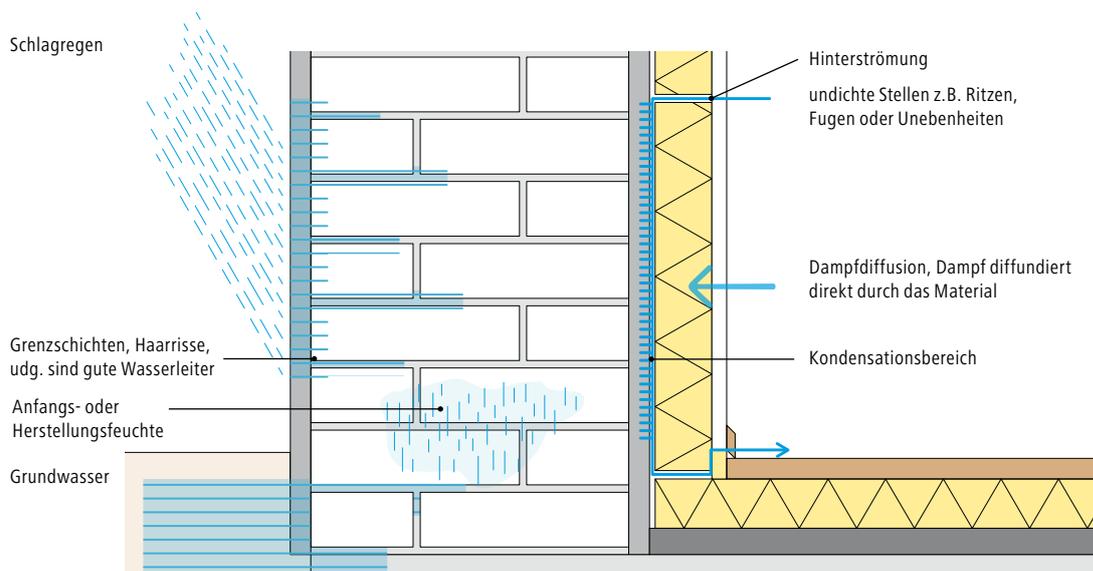


Zwei- und dreidimensionale Darstellung eines diffusionsoffenen Innendämmsystem mit verklebten Dämmplatten



Innendämmsystem ohne tragende Unterkonstruktion

6. Risiken beim Einsatz von Innendämmung



Wassertransport in Bauteilen

Bei der Erstellung eines funktionstüchtigen Innendämmsystems ist das größte Schadensrisiko die Feuchtigkeit. Im Folgenden werden die Feuchtequellen in einer Außenwand mit Innendämmsystem beschrieben. Die Feuchtigkeit kann in gasförmiger Form – als Dampf – in die Konstruktion gelangen und sich dort als Kondensat (Tauwasser) niederschlagen oder direkt in Form von flüssigem Wasser, wie Regen, Herstellungsfeuchte oder durch Grundwasser eingebracht werden.

Gasförmiger Wassertransport im Bauteil

Für ein Innendämmsystem gibt es zwei wesentliche Arten des gasförmigen Feuchteportes. Erstens die Wasserdampfdiffusion, bei der der Wasserdampf direkt durch ein Material hindurchwandert. Wie gut oder wie schlecht ein Material den Dampf hindurchdiffundieren lässt, ist unter anderem von der Porenstruktur des Materials abhängig und wird durch die Widerstandszahl μ ($m\ddot{u}$) beschrieben. Die zweite Möglichkeit besteht darin, dass warme, feuchte Luft durch Spalten hinter die Dämmebene gelangen kann und die kalte Außenwand erreicht. Beide Fälle führen dazu, dass zwischen Dämmung und Wand Wasser ausfällt. Wenn zusätzlich eine zu geringe Austrocknung gegeben ist, besteht ein erhebliches Schadensrisiko für die Konstruktion.

Flüssiger Wassertransport im Bauteil

Wenn die Wand mit Wasser aus Regen oder Grundwasser in Verbindung kommt, wird dieses über die kapillare Saugspannung der Poren im Baustoff weitergeleitet. Wie weit und wie viel Wasser weitergeleitet wird, hängt vom Material, von der Wassermenge und vom Wasserdruck ab. Auch neue, noch nicht ausgetrocknete Materialien tragen noch überschüssige Feuchtigkeit in sich. Immer wiederkehrende Feuchtequellen, die verursachen, dass die Konstruktion nicht mehr austrocknet, gilt es unbedingt zu verhindern.

Die Entstehung von Kondensat

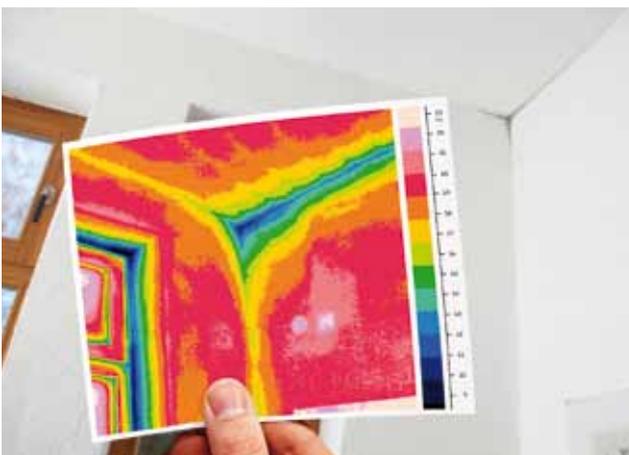
Kondensat oder Tauwasser entsteht, wenn sich warme und feuchte Luft in Form von Wasser an einer kühleren Oberfläche niederschlägt. Da warme Luft mehr Wasser in Form von Dampf speichern kann als kalte Luft, wird bei der Abkühlung Wasser freigesetzt. Dieser Prozess lässt sich beobachten, wenn wir im Winter mit einer Brille aus der Kälte in einen warmen, geheizten Raum eintreten.

Bauschäden durch Feuchtigkeit in Bauteilen

Die Gefahren einer zu hohen Feuchtigkeit in der Konstruktion sind Bauschäden, wie Schimmelpilzbefall, Holzfäulnis und Frostschäden. Sogar die komplette Zerstörung der Konstruktion ist möglich. Mit steigender, relativer Luftfeuchtigkeit und steigenden Temperaturen wächst die Gefahr von Schimmelpilzbildung. Speziell bei Fachwerkbauten oder bei Holzbalkendecken ist darauf zu achten, dass keine Holzfäulnis aufgrund zu hoher Feuchtigkeit entsteht. Die Folgen eines solchen Schadens können unter Umständen zum Versagen des Tragwerks führen.

Auch das erhöhte Frostrisiko auf der ursprünglichen Wandinnenseite ist zu berücksichtigen, da das Innere der Außenwand hinter der Dämmung im Winter auf Temperaturen weit unter null Grad sinken kann. Je nach Material, relativer Feuchtigkeit und Temperatur besteht die Gefahr von Abplatzungen und Rissen.

Da diese Feuchteschäden hinter der neuen Innendämmung entstehen, werden sie oft sehr spät entdeckt. Die Schäden und die damit verbundenen Reparaturen sind aufwendig und kostspielig. Um diesen Problemen vorzubeugen ist eine fachgerechte Beratung, Planung und Ausführung von Innendämmungen unbedingt notwendig.



Temperaturabsenkungen durch Wärmebrücken

Wärmebrücken, wie einbindende Bauteile in Wänden und Decken haben nicht nur einen höheren Wärmeverlust zufolge. Durch die geringere Temperatur und die damit verbundene Kondensationsgefahr, besteht ein erhöhtes Risiko der Schimmelpilzbildung. Es empfiehlt sich, diese Bereiche genauer zu untersuchen, um gegebenenfalls Gegenmaßnahmen zu treffen. Eine Möglichkeit kann eine Begleitdämmung an den Innenwänden darstellen.

7. Tipps zur Anwendung



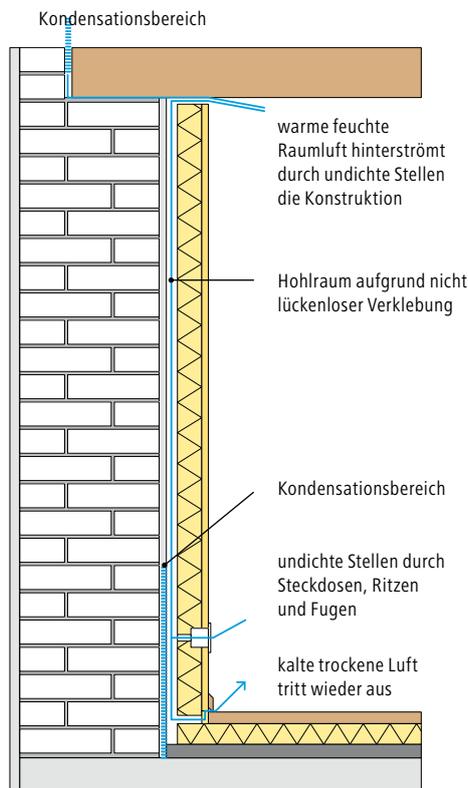
Konstruktiver Schlagregenschutz durch Dachüberstand

Schlagregenschutz

Im Voralpenland herrschen aufgrund der Topografie erhöhte Niederschläge. In Vorarlberg wurden in den Jahren 1999 – 2000 Jahresniederschlagssummen zwischen 1707 mm und 1894 mm gemessen.^[12] Vorarlberg gehört deshalb zur höchsten Beanspruchungsgruppe. Ein intakter Schlagregenschutz ist speziell bei starker Beanspruchung von hoher Bedeutung. Ohne Innendämmung ist die Außenwand auf der Innenseite warm und die Feuchtigkeit kann ungehindert nach außen und nach innen hin trocknen. Mit Innendämmsystem, bleibt die Wand kalt und je nach Diffusionsdichtheit des Systems kann die Feuchtigkeit nicht mehr nach innen austrocknen. So kann der Feuchtigkeitsgehalt der Wand von Jahr zu Jahr ansteigen. Ein Schlagregenschutz kann konstruktiv durch Dachüberstände und Fassadenverkleidungen erfolgen oder durch Anstriche, Putze oder Hydrophobierung, die das Mauerwerk vor eindringendem Wasser schützen.

Schutz vor Hinterströmung der Dämmebene

Durch undichte Stellen und Unebenheiten im Wandaufbau kann die Konstruktion mit warmer, feuchter Raumluft hinterströmt werden. Bei einer Hinterströmung der Dämmebene mit Raumluft können durch Kondensation an der kalten Außenwand erhebliche Mengen an Feuchtigkeit entstehen. Um Hinterströmung zu verhindern, muss eine Luftdichtheit angebracht werden. Eine Luftdichtheitsebene kann aus Folien bestehen oder aus plattenförmigen Verkleidungen wie Gipskarton oder Holzwerkstoffplatten. In jedem Fall muss die Luftdichtheitsebene in der Ebene und zu den angrenzenden Bauteilen dicht angeschlossen werden. Die Luftdichtheitsebene ist nicht mit einer Dampfbremse zu verwechseln. Sie können in Kombination auftreten, haben aber andere Funktionen. Um eine Hinterströmung auszuschließen, müssen Platten unbedingt vollflächig und lückenlos verklebt werden. Auch auf die Randausbildung und die Fugen zwischen den Dämmplatten ist zu achten. Um eine größere Sicherheit gegen eine Hinterströmung zu haben, ist eine raumseitige Installationsebene von Vorteil. Sie verringert das Beschädigungsrisiko der Dampfbremse und der Luftdichtheitsebene zum Beispiel durch Steckdosen oder Wandregale. Ohne Installationsebene sollten solche Wandeingriffe im Bereich der Innendämmung vermieden werden.



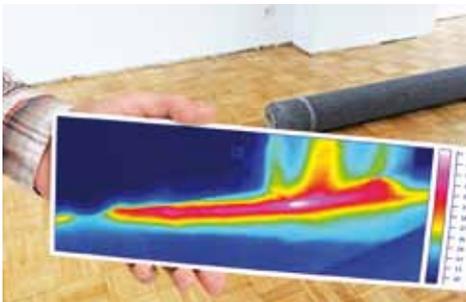
Hinterströmung eines unsachgemäßen Wandaufbaus

Sinnvolle Dämmschichtdicke

Die Dicke einer Innendämmung ist aus wirtschaftlichen und bauphysikalischen Gründen begrenzt. Wärmebrücken haben einen so großen Einfluss auf die Wärmeverluste, dass je nach Dämmmaterial und Leitfähigkeit mehr als 10 cm Dämmschichtdicke nicht mehr sinnvoll sind. Die ersten cm einer Dämmschicht haben die größte Wirkung, ab ca. 10 cm verläuft die Steigerung der Dämmwirkung sehr langsam. Mehr Dämmung bedeutet auch mehr Schadensrisiko. Je besser die Dämmwirkung, desto kälter wird die Außenwand und desto größer die Wahrscheinlichkeit von Kondensat und Schimmel, gefrierenden Leitungen und Frostschäden. Der sinnvolle Bereich einer Innendämmung liegt zwischen 4 cm und 10 cm. Ist dennoch eine Dämmschichtdicke von 15 cm oder mehr vorgesehen, ist das mit erheblichem Mehraufwand wie Verlegen von Leitungen und verstärktem Dämmen der Wärmebrücken möglich.

Wärmebrücken

Wärmebrücken können ein erhebliches Problem darstellen. Durch das Abfließen der Wärme in diesen Bereichen steigt die Schimmelgefahr. Das Schimmelpilzkriterium nach DIN4108 bzw. die Mindestanforderungen an die Innenoberflächentemperatur nach Ö-Norm B8110-2 sollten unbedingt eingehalten werden. Um Wärmebrücken bei einbindenden Bauteilen wie Wände, Decken, Fenster und Türen, besser abschätzen zu können, empfiehlt sich eine genauere Untersuchung solcher Bereiche.

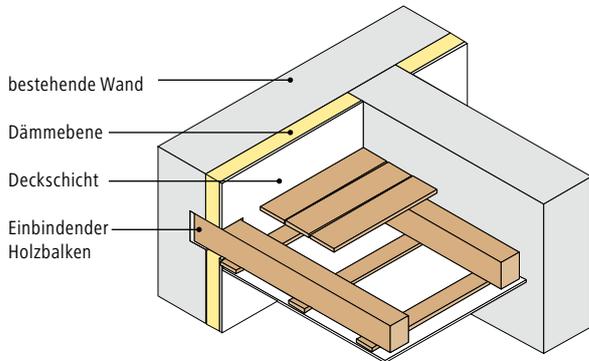


Einbindende Bauteile: Sollte die Berechnung eine Temperatur von weniger als $12,6^{\circ}\text{C}$ ergeben, kann dieses Bauteil auf verschiedene Arten gedämmt werden. Einige Beispiele sind Dämmkeile, runde Formteile, Dämmputz an der Kante oder versteckte Dämmebenen. Auch das Beheizen kleinerer Bereiche ist möglich um die Oberflächentemperatur anzuheben. Bauteilheizungen sind bei denkmalgeschützten Gebäuden oft eine praktikable Lösung.



Insbesondere bei Fenster und Türen müssen Schlagregenschutz, Luftdichtheit und auch die minimale Oberflächentemperatur gegeben sein. Werden Fenster und Türleibungen nicht gedämmt ist die Wahrscheinlichkeit einer Schimmelpilzbildung aufgrund der zu niedrigen Oberflächentemperatur sehr groß.

Sowohl bei einbindenden Bauteilen, als auch bei Fenster- und Türanschlüssen, sind der lückenlose und dichte Anschluss der Luftdichtheitsebene und der Dampfbremse äußerst wichtig. Hier sind gute Detaillösungen erforderlich, um eine schadensfreie Konstruktion zu gewährleisten.



Innendämmsystem bei Holzbalkendecken

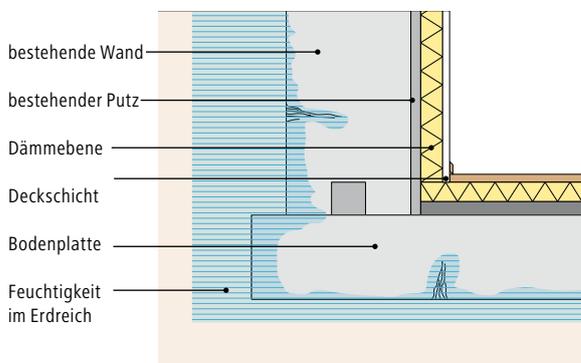
Holzbalkendecken

Wenn Holzbalkendecken in die Innendämmung integriert werden, kühlt das Mauerwerk im Winter ab und die Balkenköpfe liegen im kalten Bereich. Wärmebrückentechnisch stellen diese kein großes Problem dar, jedoch können sich feuchtetechnische Probleme ergeben. Die Balkenköpfe reichen weit in das Mauerwerk und verjüngen den Querschnitt. Zusätzlich hat das Holz eine hohe Sorptionsfähigkeit, weshalb dieser Bereich sehr empfindlich gegen Schlagregen ist. Wegen der Innendämmung kühlt der Wandquerschnitt ab und es ergibt sich im Hohlraum um den Balkenkopf ein erhöhtes Feuchterisiko. Auch das Austrocknungsverhalten wird dadurch verschlechtert. Wenn ein intakter Schlagregenschutz vorhanden und die Luft- und Dampfdichtheit auch um die Holzbalken gegeben ist, können Schäden an den Balkenköpfen vermieden werden. Auch das Durchziehen durch die Deckenebene ist bezüglich der Wärmebrückenverluste von Vorteil.

Schall- und Brandschutz

Eine Innendämmung beeinflusst nicht nur die schalltechnischen Eigenschaften der Außenwand, sondern auch der angrenzenden Wände und Decken. Dabei weisen harte, direkt mit der Außenwand verklebte Dämmungen schlechte Eigenschaften auf. Weiche Dämmungen in einer Unterkonstruktion absorbieren den Schall besser und reduzieren die Resonanz. Je nach Gebäude ist darauf zu achten, dass die verwendeten Materialien des Innendämmsystems den jeweiligen Brandschutzklassen entsprechen.

Erdberührende Bauteile



Anschluss Bodenplatte Kellerwand

Bei Wänden, Decken und Bodenplatten, die in direkter Verbindung mit dem Erdreich stehen, ist darauf zu achten, dass Feuchtigkeit durch Grundwasser oder abfließendes Regenwasser nicht in das Bauteil eindringt. Das eindringende Wasser wird über die kapillare Leitfähigkeit des Materials, Risse oder sonstige Fehlstellen in die Konstruktion geleitet. Durch das Absinken der Temperatur im Wandquerschnitt bei Anbringung einer Innendämmung, trocknet diese Feuchtigkeit nicht mehr aus, was wiederum zu erheblichen Schäden führen kann. Deshalb ist bei schimmelnden Wänden im Keller zuerst die Ursache für den Schimmel zu finden, ansonsten kann das Anbringen einer Innendämmung unter Umständen zu noch größeren Schäden führen.



Information für Bewohner

Ein funktionstüchtiges Innendämmsystem ist auch vom richtigen Nutzerverhalten abhängig. Darum sollten diese über das richtige Verhalten informiert werden.

Wichtig sind dabei zum Beispiel die Zusammenhänge von richtigem Lüften und relativer Luftfeuchtigkeit. Auch ohne Lüftungssystem sollte in bewohnten Räumen die Raumluft alle 2 bis 3 Stunden komplett ausgetauscht werden, damit die Luftfeuchtigkeit die hygienischen Anforderungen einhält.

Außerdem sollte das Bewusstsein für eine schadensfreie Luftdichtigkeitsebene geweckt und geklärt werden in welchen Raumteilen Dübel und Nägel eine wichtige Folie durchstoßen können. Das Verstellen der innengedämmten Außenwände durch Schränke oder Sofas sollte ebenfalls vermieden werden, um den Abtransport der feuchten Luft aus der Wand über die Luftzirkulation sicher zu stellen.

Berechnungsmethoden

Bei Verwendung von modernen Materialien, wie kapillaraktiven Dämmstoffen oder feuchteadaptiven Dampfbremsen ist das altbekannte Glaserverfahren nicht geeignet, weil Wasserspeichervorgänge und Transportvorgänge von flüssigem Wasser darin nicht ausreichend berücksichtigt werden. Deshalb sollten zur Berechnung von Innendämmsystemen entweder dynamische Simulationsprogramme oder der vereinfachte Nachweis nach WTA Merkblatt 6-4 verwendet werden.

8. Glossar

Schlagregen und Schlagregengruppe

Regen der zufolge des Windes nicht genau senkrecht sondern auch schräg fällt. Je nach Windstärke und Regenintensität wird der Schlagregen in Schlagregengruppen I (geringste) bis III (höchste) eingeteilt.

Hygrisches Verhalten von Bauteilen

Verhalten des Baustoffes gegenüber Luftfeuchtigkeit und Niederschlag.

Dampfdiffusion oder Wasserdampfdiffusion

Durch unterschiedliche Temperaturen und relative Luftfeuchtigkeit, herrscht zwischen Innen- und Außenraum ein unterschiedlicher Wasserdampfdruck (oder auch Partialdruck genannt). Der in der Luft enthaltene Wasserdampf ist immer bestrebt diesen Druckunterschied auszugleichen und wandert daher, auch durch Materialien, von Bereichen höheren Druckes zu Bereichen niedrigeren Druckes.

Wasserdampfdiffusionswiderstand μ und Wasserdampfüquivalente Luftschichtdicke bzw. s_d -Wert

Je nach Material und Porenstruktur wird die Dampfdiffusion durch einen Baustoff mehr oder weniger behindert. Der Widerstand des Materials gegenüber der Wasserdampfdurchlässigkeit wird mit der Widerstandszahl μ beschrieben. Der s_d -Wert ist lediglich die Materialdicke d mit der Widerstandszahl μ multipliziert und beschreibt den Widerstand des Materials im Vergleich mit 1m Luftschicht. Je größer der s_d -Wert, desto weniger Wasserdampf kann durch das Material hindurch.

Sorption

Sorptionsfähigkeit eines Materials ist eine Art der Feuchtigkeitsspeicherung. Sorption bedeutet, dass sich Wassermoleküle an den Porenwänden ablagert. Dabei entsteht ein Sorbatfilm. Ab einer bestimmten Filmdicke wird das angereicherte Wasser weitergeleitet.

Wasserleitfähigkeit, Kapillarleitung und kapillare Saugspannung

Die Wasserleitfähigkeit bezieht sich auf die Leitfähigkeit von flüssigem Wasser in einem Baustoff. Eine Art der Wasserleitung ist die Kapillarleitung. Dabei wird das Wasser über die kapillare Saugspannung von einer Pore zur nächsten weitergeleitet. Die kapillare Saugspannung ist vom Porendurchmesser abhängig und auf die Anziehungskraft zwischen Wasser und Baustoff zurückzuführen.

Kondensat oder Tauwasser

Überschüssiger Wasserdampf der sich an den Grenzschichten in Form von Wasser ablagert.

Dampfbremse

Bauteilschichten die sicherstellen, dass nicht zu viel Wasserdampf in die Konstruktion eindringt. Sie weisen einen hohen Wasserdampfdiffusionswiderstand auf und haben deshalb einen hohen s_d -Wert.

Kapillaraktive Dämmstoffe

Sie weisen aufgrund von Oberflächendiffusion eine Wasserleitfähigkeit entgegen der Wasserdampfdiffusionsrichtung auf. Die Oberflächendiffusion entsteht ab einer gewissen Sorbatfilmdicke in den Poren und ist eine andere Art von Wasserleitung im Baustoff. Sie leiten das Wasser vom feuchten zum trockenen Bereich.

Hydrophobierung

Ist ein Verfahren, ein Material wasserabweisend zu machen. Dabei werden die Poren nicht verschlossen, sondern nur die Porenwänden wasserabweisend beschichtet. Das hat den gewünschten Effekt zufolge, dass das Wasser in flüssiger Form abgewiesen wird, jedoch der Wasserdampf hindurchdiffundieren kann.

Feuchteadaptive Materialien

Einige Materialien weisen eine Abhängigkeit der Wasserdampfdurchlässigkeit mit der relativen Luftfeuchtigkeit auf. Das bedeutet, dass sich das Material der Umgebung anpasst. Um sich anzupassen werden beispielsweise bei Kunststoffen Wassermoleküle zwischen den Polymermolekülen eingelagert oder abgegeben.

Wärmebrücken

Darunter versteht man Fehlstellen in der Dämmebene, durch die die Wärme schneller abfließen kann. Dies kann beispielsweise eine Verjüngung oder eine Unterbrechung der Dämmebene durch Stützen, Decken, Wände, oder anderes sein. Auch in Gebäudeecken sind Störungen des Wärmeflusses gegeben und stellen deshalb Wärmebrücken dar.

9. Literatur

- [01] Tagungsband: Schäden beim energieeffizienten Bauen; Ursachen – Bewertung – Sanierung; 45. Bausachverständigen- Tag im Rahmen der Frankfurter Bautage 2010. Fraunhofer IRB Verlag, 2010
- [02] Geburtig, G. (Hrsg.): Innendämmung im Bestand. Fraunhofer IRB Verlag, 2010
- [03] Oswald, R.; Zöller, M.; Liebert, G.; Sous, S.: Baupraktische Detaillösungen für Innendämmungen (nach EnEV 2009). Fraunhofer IRB Verlag, 2011
- [04] Schild, K.; Weyers, M.; Willems, W., M.: Handbuch Fassadendämmsysteme, Grundlagen – Produkte – Details. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage; Fraunhofer IRB Verlag, 2010
- [05] Feist, W. (Hrsg.): Protokollband Nr. 32, Faktor 4 auch bei sensiblen Altbauten: Passivhauskomponenten + Innendämmung. 1. Auflage; Passivhaus Institut, 2005
- [06] Bundesdenkmalamt Hofburg, Säulensteig, 1010 Wien (Hrsg.): Richtlinie, ENERGIEEFFIZIENZ AM BAUDENKMAL. 2. Auflage
- [07] Fachtagung „Innendämmung – eine Bauphysikalische Herausforderung“: Kurs, M.; Sedlbauer, K.; Künzel, H.: Innendämmung aus bauphysikalischer Sicht. Vortrag 21. April 2005; Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- [08] Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.): WÄRMEDÄMMUNG VON AUßENWÄNDEN MIT DER INNENDÄMMUNG. 1. Auflage, 2005; Überarbeitung, 2011
- [09] Energieinstitut Vorarlberg (Hrsg.): Neue Energie für alte Häuser, Leitfaden zur energieeffizienten und ökologischen Wohnbausanierung. 3. Auflage. 2010
- [10] Tagungsband CEP 12: BAUSUBSTANZthema, Energieeffiziente Sanierung im Bestand – Fenster, Fassaden, Dämmung. Vortrag: Hecht, C.: Innendämmung im Bestand – von der Anforderung bis zur Ausführung. 2012
- [11] P. Kautsch, et al: Zellulose-Innendämmung ohne Dampfsperre – Untersuchungen zur grundsätzlichen Eignung aufgespritzter und verputzter Zelluloseschichten; Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; 2005
- [12] Landeswasserbauamt Bregenz (Hrsg.): Grundwasser in Vorarlberg Bericht 2003 – quantitative Erfassung des unterirdischen Wassers; 2004

Haftungsausschluss

Die in diesem Leitfaden enthaltenen Angaben, Abbildungen, Hinweise und Empfehlungen wurden mit größter Sorgfalt und nach bestem Wissen erstellt und recherchiert. Dennoch kann eine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität nicht übernommen werden. Soweit gesetzlich zulässig, ist jede Gewährleistung und Haftung ausgeschlossen. Alleine der Anwender haftet für die Folgen der Anwendung in der Praxis.

Impressum

Herausgeber: Energieinstitut Vorarlberg, Stadtstraße 33/CCD, A 6850 Dornbirn, www.energieinstitut.at, ZVR 945611553 · Oktober 2012
 Fotografie: Atelier Mag. art. Georg Loewit (Cover, S. 10 oben, S. 11 unten, S. 21), bda (S. 6 oben, unten, S. 11 rechts unten, S. 18), BM Ing. Hassler (S. 8, S. 11 mitte, S. 12)
 fotolia.com: rodho (S. 6 Mitte), Kalle Kolodziej (S. 7), Ingo Bartussek (S. 10 Unten, S. 17, S. 19), view7 (S. 11 Oben), Roman Milert (S. 13)
 Autoren: Christian Dold BSc., DI Arch. Sabine Erber
 Gestaltung: studio motta altenried, www.almo.de · Druckerei: Thurnher GmbH



Herausgeber



Energieinstitut Vorarlberg

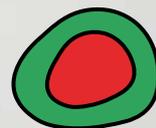
energie
autonomie
Vorarlberg
what land

Mit Unterstützung von



AlpHouse.eu
tradition | kompetenz | innovation

vai



Energieinstitut Vorarlberg

Stadtstraße 33/CCD

A 6850 Dornbirn

T +43 5572 31202-0

T +43 5572 31202-4

info@energieinstitut.at

www.energieinstitut.at