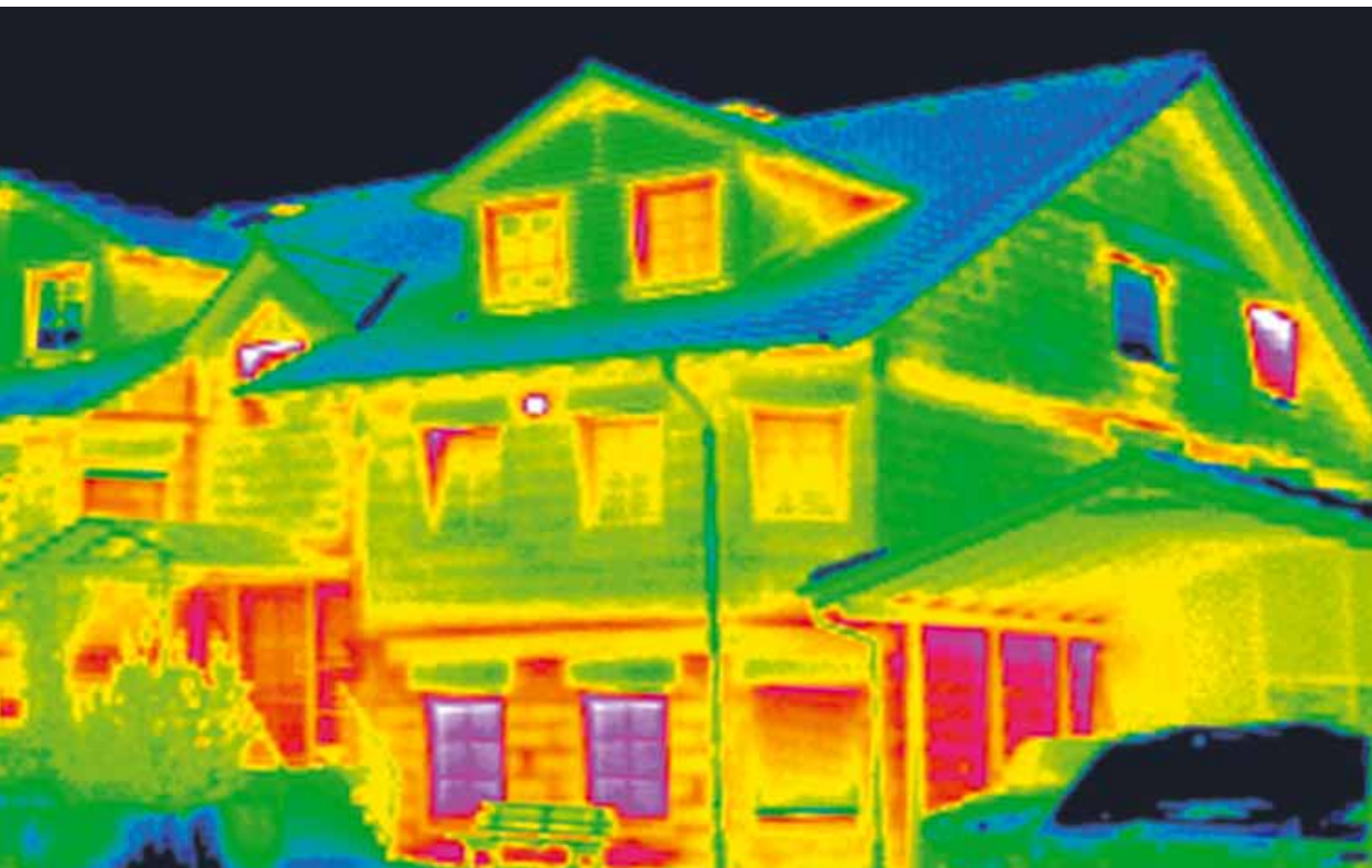


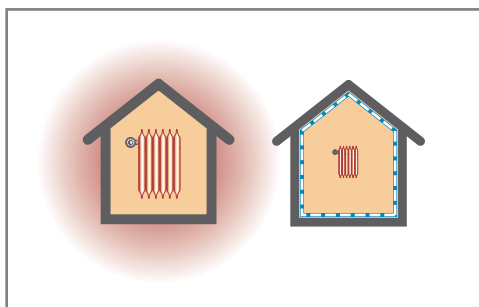


Hintergrundwissen **Bauphysik**

... für die sichere Dichtung der Gebäudehülle



Grundlagen | Bauschadensfreiheitspotential | Sanierungs-Studie



Bauphysik

Der ideale Aufbau	4
Mangelhafte Luftdichtung und ihre Folgen	5
Die Wege der Feuchte	8

Liebe Leserin, lieber Leser,

Wissen ist ein kostbares Gut, denn Wissen löst Probleme und besitzt somit eine immense Wertschöpfungskraft. Das pro clima Know-how ist die Basis für beste Qualität, sichere Systemanwendung und damit für eine langjährige Lebensdauer unserer Systeme und Produkte.

Unser Ingenieurteam aus Holzbau und Bauwesen steht in permanentem Austausch mit unseren Partnern aus Dienstleistung, Handwerk, Handel, Industrie, Verbänden sowie Forschung und Lehre. Gemeinsam mit den Praktikern aus Planung und Verarbeitung arbeiten sie ständig an neuen und intelligenten Lösungen für die energieeffiziente, bauschadensfreie und wohngesunde Dichtung der Gebäudehülle. Neue Erkenntnisse der Bauphysik und Materialentwicklung fließen permanent in die Produktion in modernsten Anlagen unter ständiger Qualitätskontrolle ein.

Das pro clima Wissen ist weit umfangreicher, als für Sie auf den nächsten Seiten zusammengestellt. Unsere Fachseminare in Theorie und Praxis, unsere Vorträge, unser WISSEN-Wiki oder unsere vielfältigen Publikationen geben Ihnen einen spezifischen „Tiefblick“ in unser Wissen – entscheiden Sie, welche Form für Sie die Beste ist. Gemeinsam können wir unser Ziel erreichen: Eine sichere Dämmkonstruktion und damit ein wohngesundes und schimmelfreies Raumklima.

*Herzliche Grüße
... und bleiben Sie bauschadensfrei*



Lothar Moll

Michael Förster

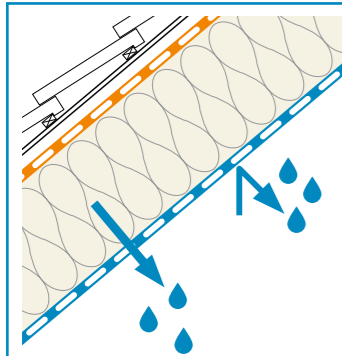
Dipl.-Ing. Holztechnik
Geschäftsführung
Forschung und Entwicklung,
Produktion, Qualitätssicherung
Export

Dipl.-Ing. Bauwesen
Betriebswirt (IWW)
Leiter Anwendungstechnik
Forschung und Entwicklung,
Qualitätssicherung, Seminare



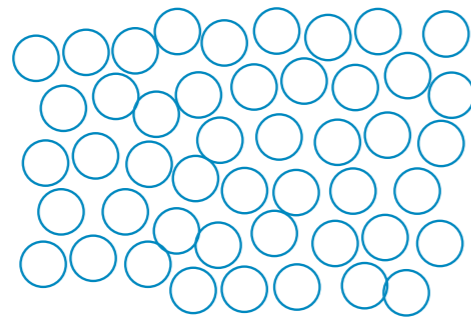
... und die Dämmung ist perfekt

Der ideale Aufbau



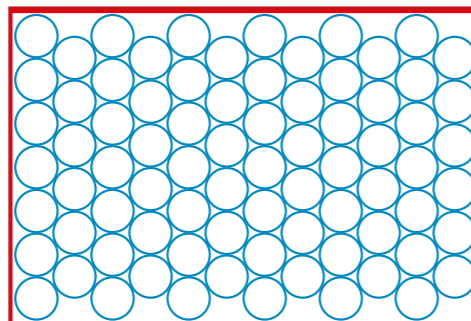
Die Wirkung aller Wärmedämmungen beruht auf den Luft-einschlüssen im Dämmmaterial (Zelluloseflocken, Kork, Woll-, Mineralfasern oder andere Materialien). Voraussetzung für die dämmende Wirkung dieser Luft-einschlüsse ist deren Schutz vor Luftbewegung. Deshalb ist bei der idealen Dämm-konstruktion der Dämmstoff allseitig abgeschlossen: Innen luftdicht - außen winddicht.

Dämmung durch unbewegte Luft



Ungeschützter Dämmstoff: Luftbewegung in der Porenstruktur reduziert die Dämmwirkung.

Geschützte Wärmedämmung

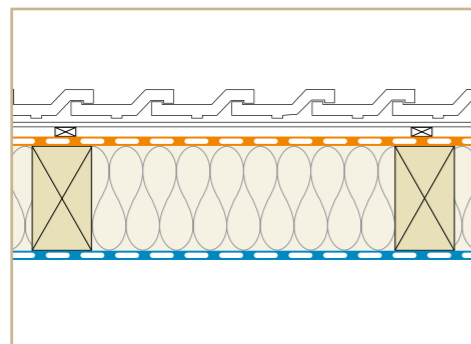


Geschützter Dämmstoff: Keine Luftbewegung in der Porenstruktur möglich, volle Dämmwirkung.

Ein Beispiel:

Auch die wärmedämmende Wirkung eines Woll-pullovers beruht auf unbewegten Luft-einschlüssen in den Fasern: Sobald ein kalter Wind weht, lässt die Dämmwirkung nach. Zieht man eine dünne Windjacke darüber, die selbst keine nen-nenswerte wärmende Funktion hat, ist die Wir-kung wiederhergestellt.

Innen luftdicht, außen winddicht



Deshalb ist bei der idealen Dämmkonstruktion der Dämmstoff allseitig abgeschlossen: Außen mit der Winddichtung, z. B. einer diffusions-offenen Unterdeck- oder Fassadenbahn, innen mit einer Luftdichtungsebene, z. B. einer Dampfbremse.

Die Winddichtung verhindert, dass die Dämmung von kalter Außenluft durchströmt wird. Die Luftdichtung schützt gegen das Eindringen von feuchter Raumluft und damit vor Tauwasser und Schimmel.

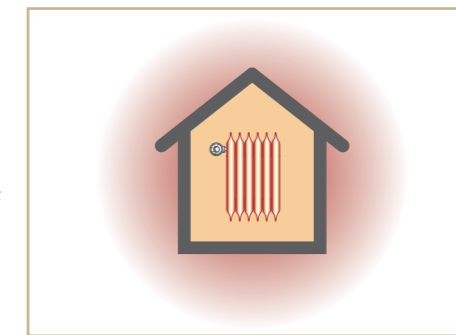
Hinweis

Wichtig beim Einbau der Luftdichtung ist die perfekte Ausführung, denn Undichtheiten in der Fläche und an Anschlüssen haben Folgen.

Mangelhafte Luftdichtung und ihre Folgen

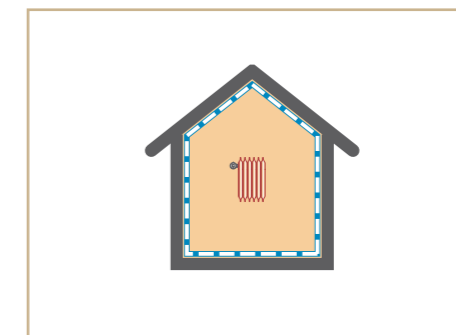
Ökonomie+Ökologie/Wärmeverluste Klimaerwärmung

Bereits kleinste Leckagen in der Dampfbremse-ebene, wie sie z. B. durch mangelnde Verklebung der Bahnenüberlappungen oder -anschlüsse entstehen, haben weitreichende Folgen. Eine derartige Fehlstelle hat die gleichen Auswirkungen wie eine durchgehende Fuge zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk. Niemand würde in diesem Bereich eine Fuge tolerieren. Entsprechend sollten Fugen in der Dampfbremse die gleiche Aufmerksamkeit bekommen.



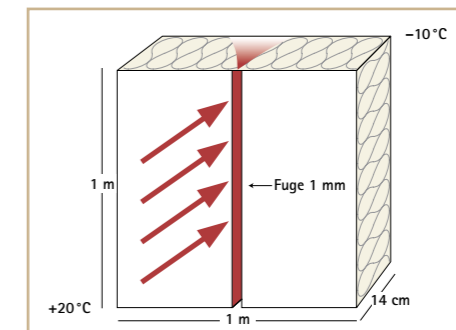
Undichte Gebäudehülle: Hohe Heizkosten und CO₂-Emissionen

Die durch Undichtheiten entstehenden höheren Heizkosten führen zu einer geringeren Rentabilität der Wärmedämmung für den Bauherrn. Darüber hinaus entsteht eine höhere Emission von CO₂, als es bei der Beheizung von luftdichten Gebäuden notwendig wäre. Entsprechend einer Untersuchung des Instituts für Bauphysik in Stuttgart verschlechtert sich der U-Wert einer Wärmedämmkonstruktion um den Faktor 4,8. Übertragen auf die Realität bedeutet das, dass für ein Haus mit einer Wohnfläche von 80 m², bei dem Leckagen in der Luftdichtung vorhanden sind, eine ebenso große Energiemenge zum Beheizen benötigt wird wie für ein luftdichtes Haus mit ca. 400 m² Wohnfläche. Unkontrollierte CO₂-Emissionen fördern das Treibhausklima – die menschliche Zivilisation spürt die Auswirkungen z. B. durch eine steigende Anzahl von Unwetterkatastrophen. Deshalb ist die Reduzierung der CO₂-Emissionen anzustreben. Nicht nur durch Verzicht, sondern v. a. durch den Einsatz von intelligenten Lösungen helfen wir der Umwelt.



Dichte Gebäudehülle: Geringe Kosten und Klimaschutz

Häuser in Mitteleuropa benötigen nach einer Erhebung aus dem Jahr 2000 im Durchschnitt 22 l Öl/m² (220 kWh/m²) Wohnfläche für die Raumheizung, ein Passivhaus braucht nur 1 l, ein 3 l-Haus, wie der Name schon sagt, 3 l Öl/m² – vorausgesetzt die Luftdichtung ist perfekt. Fugen in der Luftdichtungsebene von Gebäuden führen zu einer Vervielfachung des Energiebedarfs je Quadratmeter Wohnfläche.

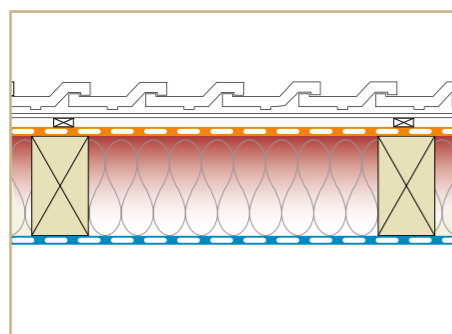


Nur eine fugenfreie Wärmedämmkonstruktion hat den vollen Dämmwert

Unangenehmes Raumklima im Sommer

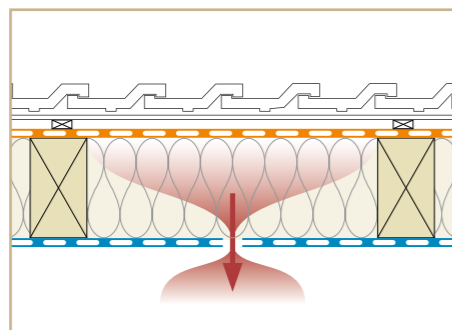
Der sommerliche Wärmeschutz wird charakterisiert durch die Zeitdauer in Stunden, in der die unter der Dacheindeckung herrschende Wärme bis an die Innenseite der Konstruktion gelangt (Phasenverschiebung), und durch die damit verbundene Steigerung der Innenraumtemperatur in Grad Celsius (°C) im Vergleich zur Außentemperatur (Amplitudendämpfung).

Kühle Räume bei sommerlicher Hitze



Für den sommerlichen Hitzeschutz wird die Phasenverschiebung und die Amplitudendämpfung berechnet. Dabei wird eine luftdichte Wärmedämmkonstruktion vorausgesetzt, durch die sich die Wärme Pore für Pore vorarbeiten muss.

Schnelle Aufheizung durch Luftströmung



Fugen in der Luftdichtungsebene führen dazu, dass aufgrund der hohen Temperatur- und damit Druckdifferenz eine Luftströmung von außen nach innen und damit ein hoher Luftaustausch stattfindet. Die Wärmedämmung kann nicht mehr zum sommerlichen Wärmeschutz beitragen und es entsteht ein unangenehmes, zu warmes Raumklima.

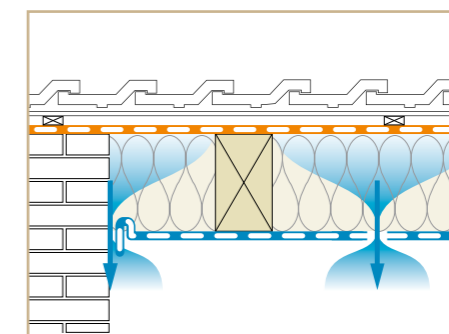
Ungesundes Raumklima im Winter

In der Heizperiode sollte die relative Luftfeuchtigkeit in bewohnten Räumen bei behaglichen 40–60% liegen. Ein zu trockenes Raumklima ist gesundheitsschädlich.

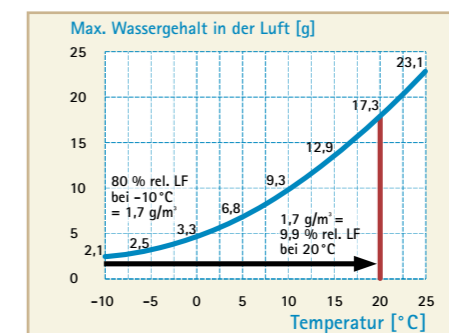
Das häufig zu beobachtende Phänomen der trockenen Raumluft im Winter beruht darauf, dass kalte Außenluft durch Fugen ins Haus eindringt. Wird die kalte Luft durch Beheizen erwärmt, reduziert sich ihr relativer Feuchtegehalt. Häuser mit einer schlechten Luftdichtung neigen daher im Winter zu einer zu trockenen Raumluft, die sich auch mit Befeuchtungsgeräten kaum erhöhen lässt. Die Konsequenz ist ein unbehagliches Raumklima.

Beispiel:

10 °C kalte Luft kann bei 80% rel. Luftfeuchtigkeit (LF) maximal 1,7 g/m³ Feuchtigkeit (Normwinterklima außen nach DIN 4108-3) aufnehmen. Wird diese Luft auf 20 °C (Normwinterklima innen) erwärmt, sinkt die rel. Luftfeuchtigkeit auf 9,9 %.



Trockene Kaltluft dringt durch Fugen ein



Zu geringe rel. LF ist nachteilig für die Gesundheit und die Behaglichkeit

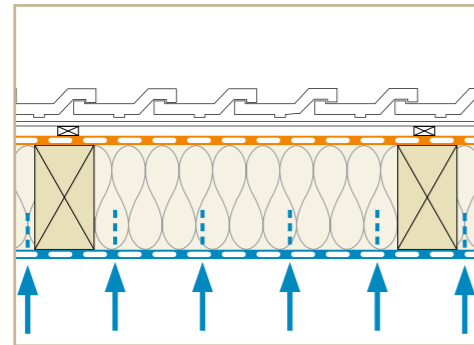
Die Wege der Feuchte

Wärmedämmkonstruktionen müssen vor Feuchtigkeitsbelastung durch die warme Innenraumluft geschützt werden. Diese Aufgabe erfüllen Dampfbremse- und Luftdichtungsbahnen.

Diffusion erfolgt planmäßig

Hinweis

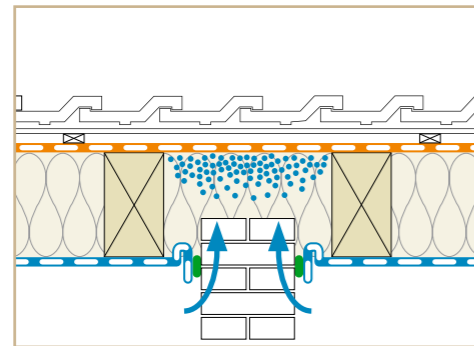
Eine Dampfbremse mit einem s_d -Wert von 2,3 m lässt im Winter nach DIN 4108-3 pro Tag ca. 5 g Feuchtigkeit pro Quadratmeter in die Konstruktion eindringen.



Diffusion

Die Diffusion findet aufgrund der Druckdifferenz zwischen innen und außen statt. Dabei erfolgt der Austausch nicht über Fugen, sondern durch Feuchtigkeit durch eine monolithische, luftdichte Materialschicht. Die Diffusion richtet sich in der Regel im Winter von innen nach außen, im Sommer von außen nach innen. Der Feuchteeintrag in die Konstruktion hängt vom Diffusionswiderstand (s_d -Wert) des Materials ab. Der Zeitraum mit warmen Außentemperaturen in Mitteleuropa ist länger als der mit winterlichen Temperaturen, so dass mehr Feuchtigkeit aus der Konstruktion heraus trocknen kann.

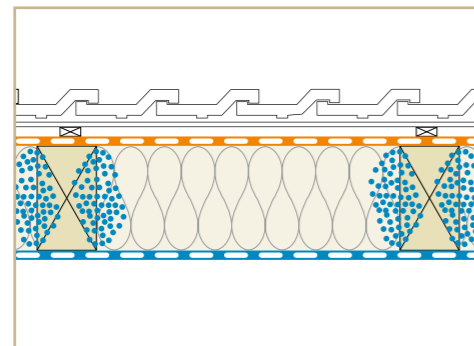
Unvorhergesehen: Feuchteintrag über Bauteilflanken



Flankendiffusion

Feuchtigkeit wird über eine Bauteilflanke in die Wärmedämmung eingetragen. Das Flankenbauteil ist in der Regel luftdicht, weist aber einen geringeren s_d -Wert als die Dampfbremse auf. Beispiel: Einbindende, luftdicht verputzte Mauerwerkswand. Sind außen diffusionsdichte Konstruktionen auf der Innenseite mit Dampfbremsen versehen, die keine oder nur geringe Rücktrocknung ermöglichen, droht die Auffeuchtung und damit ein Bauschaden auch bei luftdichter Ausführung.

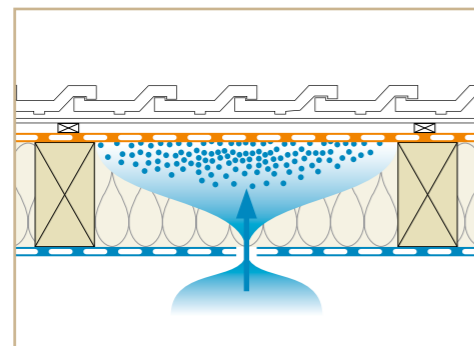
Unvorhergesehen: Feuchtigkeit aus Baustoffen



Feuchte Baustoffe

Zusammen mit den Baustoffen wird oft viel Wasser in die Konstruktion eingebaut. Ein Beispiel zeigt, um welche Mengen es sich dabei handeln kann. Bei einem Dach mit 6/22 Sparren, $e=70$ cm und einem Holzgewicht von 500 kg pro Kubikmeter entfallen ca. 10 kg Holz auf den lfm Sparren. Bei Trocknung des Holzes um nur 1 % werden demnach 100 g Wasser pro Quadratmeter frei, bei 10 % sind es 1000 g, bei 20 % 2000 g Wasser, die aus den Sparren heraustrocknen und in die anderen Teile der Konstruktion gelangen können.

Unvorhergesehen: Luftströmung (Konvektion)



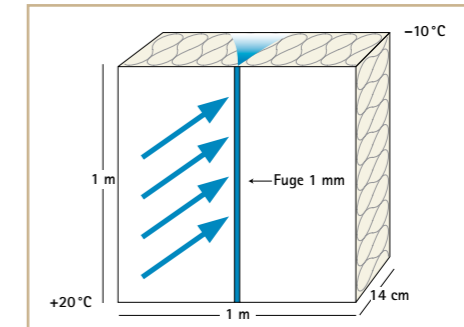
Konvektion

Bewegt sich Luft in Form einer Strömung, spricht man von Konvektion. Dies kann in Wärmedämmkonstruktionen erfolgen, wenn Fugen in der Dampfbremsebene vorhanden sind. Zwischen Innenraum- und Außenklima besteht bedingt durch den Temperaturunterschied auch ein Druckgefälle, das durch die Luftströmung nach Ausgleich strebt. Durch Konvektion können an einem Tag mehrere 100 g Feuchtigkeit in die Dämmung eingetragen werden und dort als Tauwasser ausfallen.

Ein Beispiel:

Durch eine fugenfreie Dämmkonstruktion mit einer Dampfbremse mit einem s_d -Wert von 30 m diffundieren pro Normwintertag 0,5 g Wasser pro Quadratmeter in die Konstruktion ein.

Im gleichen Zeitraum strömt per Konvektion über eine 1 mm breite Fuge in der Dampfbremse 800 g Feuchtigkeit pro Meter Fugenlänge in die Konstruktion ein. Das entspricht einer Verschlechterung um den Faktor 1600.



800 g Tauwasser durch 1 mm Fuge

Bauschäden durch Schimmelbildung drohen, wenn feuchtwarmer Raumluft im Winter z. B. durch Fugen in der Dampfbremse- und Luftdichtungsebene in die Wärmedämmkonstruktion eindringt und große Mengen Tauwasser entstehen. Viele Schimmelpilze setzen als sekundäre Stoffwechselprodukte Gifte, u. a. MVOC (flüchtige organische Verbindungen), und Sporen frei, die für Menschen gesundheitsgefährdend sind. Sie gelten als Allergieauslöser Nummer Eins. Kontakt mit Schimmelpilzen sollte man dringend vermeiden. Dabei ist es unerheblich, ob die MVOC oder die Sporen über das Essen, also den Magen, oder über die Lunge mit der Luft in den Körper gelangen.

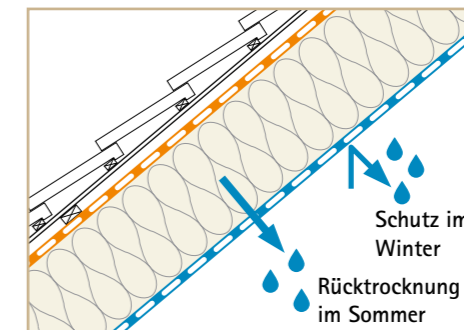


Schimmel aufgrund von Tauwasser

- Feuchte kann auf vielfältige Weise in die Konstruktion eindringen. Feuchtebelastungen können nicht völlig ausgeschlossen werden.
- Sind die Feuchtebelastungen zu hoch, entstehen Bauschäden.
- Dampfbremsen sind sicherer als Dampfsperren. Dampfsperren mit hohen Diffusionswiderständen lassen kaum Rücktrocknung aus dem Bauteil nach innen zu und werden so schnell zu Feuchtigkeitsfallen.
- Entscheidend für die Bauschadensfreiheit einer Konstruktion: hohe Trocknungsreserven.

Beste Sicherheit

Dampfbremsbahnen mit einem feuchtevariablen Diffusionswiderstand bieten der Konstruktion den besten Schutz gegen Tauwasserschäden. Sie sind im Winter diffusionsdichter und schützen die Dämmung optimal vor eindringender Feuchte. Im Sommer können sie ihren Diffusionswiderstand sehr weit absenken und gewährleisten so bestmögliche Rücktrocknungsbedingungen.



Bestes Mittel: Intelligente Bahnen

Weitere System-Lösungen für die Dichtung der Gebäudehülle



Luftdichtung innen

Maximale Sicherheit – System INTELLO

Dampfbrems- und Luftdichtungs-System INTELLO

Maximale Sicherheit vor Bauschäden und Schimmel – auch für bauphysikalisch anspruchsvolle Konstruktionen. Feuchtevariabler s_p -Wert 0,25 bis >10 m.



Sanierung und Modernisierung

Alte Werte neu geschützt – System DASATOP

Sub-and-Top Sanierungs-System DASATOP

Optimiert für die Dachsanierung von außen. Schnell, einfach, sicher!

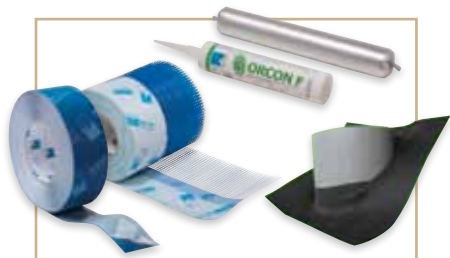


Winddichtung außen

Bester Schutz für Dach und Wand – System SOLITEX

Hochdiffusionsoffene Unterdach und Fassadenbahnen

Beste Qualität für sichere, bauschadens- und schimmelfreie Konstruktionen in Dach und Wand.



Sichere Verbindung und Detail-Lösungen

- Allround-Klebebänder und Anschlusskleber für innen und außen
- Putzanschlussbänder
- Dichtmanschetten

Nutzen Sie auch pro clima ONLINE!

Weitere Informationen und Hintergründe auf www.proclima.de



Informationen und Bestellung

Informationen zu allen pro clima Systemen, Ausschreibungstexte und Broschüren erhalten Sie schnell und einfach beim Info-Service:

Fon: +49 (0) 62 02 – 27 82.0
Fax: +49 (0) 62 02 – 27 82.21
eMail: info@proclima.de



www.proclima.de

MOLL
Bauökologische Produkte GmbH
Rheintalstraße 35 – 43
68723 Schwetzingen

Fon: +49 (0) 62 02 – 27 82.0
Fax: +49 (0) 62 02 – 27 82.21
eMail: info@proclima.de

