

Innendämmung und Überdrucklüftung

Wärmedämmung auf der Innenseite von Außenbauteilen (Innendämmung) ist nach wie vor die Ausnahme. Sie wird fast ausschließlich bei der energetischen Sanierung von denkmalgeschützten Gebäuden angewendet. Innendämmung erfordert eine sorgfältige Planung und gewissenhafte Ausführung für jedes einzelne Objekt. Es werden diffusionsdichte, diffusionsgebremste und kapillaraktive, diffusionsoffene Systeme unterschieden. Sie können als geklebte oder mechanisch befestigte Systeme ausgeführt werden.

Das Aufbringen einer zusätzlichen Innendämmung auf eine Bestandskonstruktion verändert nicht nur das Temperaturverhalten des Raumes durch die geringere thermisch aktive Masse (schnelleres Abkühlen und Aufheizen des Raumes), sondern auch den Temperaturverlauf und somit die hygrothermischen Bedingungen in der Außenbauteilkonstruktion (siehe Abbildungen 1 und 2). Der **Taupunkt**¹⁾ wird nach innen verschoben und verursacht ein erhöhtes Tauwasserrisiko in der Grenzschicht zwischen Bestandskonstruktion und neu aufgebrachter Wärmedämmung.

Im Leitfaden „Innendämmung“ heißt es dazu:

„... Gleichzeitig führt die Absenkung der Temperaturen innerhalb der Bestandswand durch die „Verschiebung des Taupunktes“ zu einer Verschärfung des Tauwasserrisikos sowie zur Reduktion des Trocknungspotentials. Dies kann bei ungeeigneten Dämmsystemen oder falscher Ausführung zu einer kritischen Erhöhung der Feuchte im gedämmten Wandaufbau führen, insbesondere bei zusätzlichem Feuchteeintrag von außen, also z. B. bei Schlagregenbeanspruchung oder aufsteigender Feuchte. [Künzel, Hartwig; Fraunhofer-Institut für Bauphysik]

Feuchteinträge in die Außenbauteile führen zu massiven Schäden, die lange Zeit nicht sichtbar sind. Korrosion von Bauelementen, Fäulnis von Holzbauteilen, Durchnässung der Wärmedämmung und Schimmelpilzbefall sind die Folgen.

Damit Feuchte nicht in die Konstruktion eindringen kann, muss sie entsprechend dicht ausgeführt werden. Dabei darf Luftdichtheit nicht mit Dampfdiffusionsdichtheit verwechselt werden. Ein normaler Innenputz auf einem Mauerwerk ist z. B. ausreichend luftdicht aber dampfdiffusionsoffen.

Unter **Wasserdampfdiffusion** ist hier das Eindringen von dampfförmigen Wassermolekülen in die Baustoffe zu verstehen. Zum Schutz gegen Wasserdampfdiffusion werden sogenannte Dampfsperren bzw. Dampfbremsen oder Spachtelmassen verwendet. Durch diese Maßnahmen wird der Diffusionswiderstand der Konstruktion entsprechend erhöht und die Tauwassergefahr durch Diffusion minimiert.

Eine Baukonstruktion ist auf Wasserdampfdiffusion nach DIN 4108-3 „Klimabedingter Feuchteschutz“ zu überprüfen. Die DIN 4108-3 enthält hierfür ein stationäres Perioden-Berechnungsverfahren (Glaser-Verfahren). Die Diffusionsströme werden hier im Jahresverlauf bilanziert. Dazu werden zwei Zeiträume betrachtet, eine Tauperiode, in der Wasserdampf eingetragen und eine Verdunstungsperiode, in der Wasserdampf an die Umgebung wieder abgegeben wird. Eine Konstruktion ist zulässig, wenn keine Kondensation auftreten kann oder die aufgenommene Wasserdampfmenge kleiner als ein maximaler Wert ist und in der Verdunstungsperiode wieder austrocknen kann.

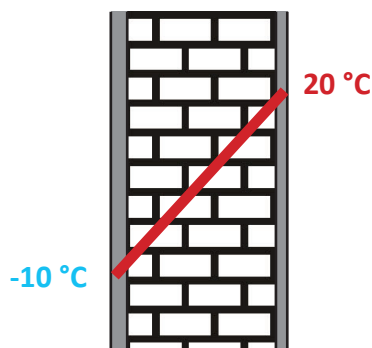


Abbildung 1: Prinzipieller Temperaturverlauf durch ein beidseitig verputztes Mauerwerk

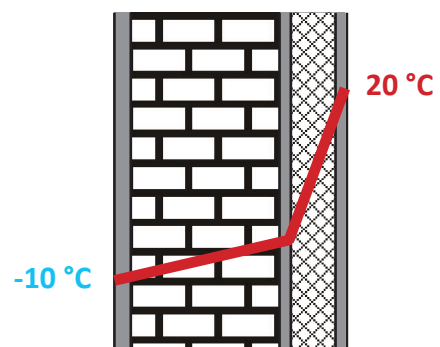


Abbildung 2: Prinzipieller Temperaturverlauf durch ein beidseitig verputztes Mauerwerk mit innenseitiger Wärmedämmung

1) Der Taupunkt bezeichnet den Ort, an dem die Taupunkttemperatur unterschritten wird. Bei Abkühlung der Luft unter ihre Taupunkttemperatur wird Tauwasser freigesetzt. Bei 20 °C und 50 % relative Feuchte beträgt z. B. die Taupunkttemperatur der Raumluft 9,3 °C.

Diffusionsoffene, kapillaraktive Innendämm-Systeme können mit dem Glaser-Verfahren nicht nachgewiesen werden, weil die Feuchtespeicherung und der Flüssigkeitstransport nicht abgebildet werden. Hierfür sind numerische, hygrothermische Simulationsverfahren nach DIN EN 15026 (WUFI, DELPHIN) anzuwenden, die die Wasserdampfdiffusion wesentlich besser beschreiben. Randbedingungen für diese Berechnungen werden in den Merkblättern der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Denkmalpflege und Bauwerkserhaltung (WTA) angegeben.

Bei allen Berechnungen zur Wasserdampfdiffusion wird der Feuchteeintrag durch Konvektion ausgeschlossen. Unter **Konvektion** ist hier die Mitnahme von Wasserdampf durch strömende Luft zu verstehen. Die Auswirkungen durch einen konvektiven Feuchteeintrag sind weitaus schwerwiegender, weil sie punktuell auftreten. Bei Innendämmung führt eine Hinterströmung mit feuchter Raumluft durch Mängel in der Bauausführung fast immer zu Bauschäden.

Im Leitfaden „Innendämmung“ wird dazu folgendes ausgesagt:

Die Gefahr von Schimmelpilzbildung an den raumseitigen Oberflächen ist nach Durchführung einer Innendämmmaßnahme eher selten gegeben. Deutlich kritischer sieht es dagegen in Luftspalten auf der kalten Seite der Dämmung aus. Aufgrund der niedrigen Temperaturen steigen im Winter die relativen Luftfeuchten hier immer wieder in Bereiche, bei denen Schimmelpilzwachstum möglich wäre. Um dies zu vermeiden, muss vor allem eine Hinterströmung der Innendämmung mit Raumluft ausgeschlossen werden. Zahlreiche Schadensfälle belegen, dass der Eintrag warmer, feuchter und mit Sporen und Nährstoffen befrachteter Luft fast immer zu Schimmelpilzwachstum hinter der Dämmung führt, während kleinere isolierte Lufträume hinter den Dämmplatten meist schimmelfrei bleiben. [Künzel, Hartwig; Fraunhofer-Institut für Bauphysik]

Die einzige Vermeidungsmöglichkeit ist eine sorgfältig luftdichte Ausführung der Konstruktion auf der warmen Seite der Wärmedämmung (Luftdichtheitsebene). Undichtigkeiten entstehen hauptsächlich durch Unachtsamkeiten beim Anschluss von Dampfbremsen, bei Rohr- oder Kabeldurchführungen, bei Anschlüssen an Wänden, Decken, Fenster und Türen sowie bei verwinkelten Stellen beim Dachgeschossausbau (Holzbalkenköpfe). Nach der Beplankung der Wand sind diese nicht mehr zu bemerken. Bewegungsfugen und Risse sind dauerelastisch abzudichten. Durchnässte Mineralwolle ist kaum in der Lage, Feuchtigkeit wieder abzuführen.

Wie eine Luftdichtheitsebene auszuführen ist, kann den Bestimmungen der DIN 4108-7 „Luftdichtheit von Gebäuden“ und den Veröffentlichungen des „Fachverbandes Luftdichtheit im Bauwesen“ entnommen werden. Luftdichtheitsebene und Dampfbremse werden in der Regel in einer Einheit ausgeführt. Anzumerken ist auch, dass durch eine hohe Luftdichtheit der Schallschutz verbessert wird.

Zur Schallschutzsanierung der Wohngebäude im Umfeld des neuen Flughafens Schönefeld (BER) wird im Dachbereich und an der Außenwand ausschließlich Innendämmung vorgesehen. Gleichzeitig werden neue Schallschutzfenster und Haustüren eingebaut sowie vorhandene Rollladenkästen abgedichtet. Das führt bei voraussetzender qualitativer Ausführung zu einer hohen Luftdichtheit der Gebäude mit **n_{50} -Werten**²⁾ im Bereich von 1,0 h⁻¹. Um die Qualität der Ausführung zu überprüfen und Feuchteschäden durch Konvektion zu vermeiden, ist eine Luftdichtheitsmessung bei 50 Pa Differenzdruck nach DIN EN 13829 (Blower Door) dringend anzuraten, mit der vorhandene Leckagen lokalisiert und anschließend abgedichtet werden können.

Zur Lüftung der Schlafräume wird eine **Überdrucklüftung** mit Einzelraum-Zuluftgeräten eingesetzt. Abgesehen davon, dass durch die zugeführte kalte Außenluft mit beträchtlichem Diskomfort zu rechnen ist (in kleinen Räumen), ist die Kombination von Innendämmung und Überdrucklüftung die denkbar schlechteste Lösung, weil beim Betrieb der Lüftungsgeräte in der Nutzungseinheit ständig ein Überdruck herrscht und die Gefahr für einen konvektiven Feuchteeintrag in die Außenbauteile vergrößert wird.

Völlig absurd wird die Situation, wenn bei Gebäuden mit Obergeschoss kein einziger Außen-Luftdurchlass (ALD) eingesetzt wird, durch die die warme und feuchte Raumluft gefahrlos abströmen kann. Bei Gebäuden ohne Obergeschoss sind die eingesetzten ALD nur für den Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz (30 % des hygienisch erforderlichen Nennluftvolumenstroms) ausgelegt. Diese Vorgehensweise, in der die Flughafengesellschaft (FBB) davon ausgeht, dass der gesamte Luftvolumenstrom der Lüftungsgeräte über Leckagen in der Umhüllungskonstruktion abgeführt werden soll, ist schon als grob fahrlässig zu bezeichnen, weil die Schädigung fremden Eigentums wissentlich in Kauf genommen wird.

Ein **Lüftungskonzept** nach der normativen Anlage B der DIN 1946-6, in der die Strömungsverhältnisse und die Auswahl und Bemessung der Lüftungskomponenten sichtbar werden, wird von der FBB nicht erstellt. In ihren Betrachtungen geht die FBB nur von ihr passenden Teilen des Lüftungskonzepts aus. So

2) Der n_{50} -Wert ist das Ergebnis der Luftdichtheitsmessung nach DIN EN 13829 und gibt an, wie groß der Luftwechsel einer Nutzungseinheit über Undichtigkeiten bei einem Differenzdruck von 50 Pa ist.

wird bei der Beurteilung der Realisierung des Luftvolumenstroms zum Feuchteschutz über Infiltration für Gebäude mit Obergeschoss ein viel zu großer n_{50} -Wert von $2,0 \text{ h}^{-1}$ angenommen.

Ein Lüftungskonzept nach DIN 1946-6 ist zu erstellen, wenn mindestens ein Drittel der Fenster ausgetauscht oder ein Drittel der Dachfläche abgedichtet wird, aber auch, wenn wegen erhöhter Schalldämmmaßnahmen Einzel-Lüftungsgeräte eingesetzt werden [Abschnitt 4.1, DIN 1946-6]. Im Lüftungskonzept ist aber auch zu klären, wie die hygienisch erforderlichen Luftvolumenströme für jeden Raum neben der Lüftung zum Feuchteschutz für die Nutzungseinheit insgesamt realisiert werden müssen.

Wichtig ist auch die **Luftführung** in der Nutzungseinheit. Die Außenluft sollte vorzugsweise zuerst den Aufenthaltsräumen zugeführt werden, in denen die höchsten hygienischen Anforderungen bestehen (Wohn- und Schlafräume), und von dort über die sogenannten Überströmräume (Flure, Korridore) den Ablufträumen (Küche und Bad) zuströmen, in denen eine erhöhte Schadstoff- und Feuchtebelastung vorhanden ist. Aus den Ablufträumen wird die Luft nach außen abgeführt. Eine sichere Luftführung in der Nutzungseinheit ist nur durch den Einsatz von ALD und ÜLD zu erreichen (siehe auch „FAQ - Normen“ des Bundesverbandes für Wohnungslüftung Punkt 5.2.3.3 - www.wohnungslueftung-ev.de).

Beim Einsatz von Einzelraum-Zuluftgeräten, die örtlich und zeitlich unterschiedlich betrieben werden können, ist ein regelkonformer Lüftungsbetrieb nur mit zusätzlicher Steuerungstechnik funktionsgerecht realisierbar (z. B. ansteuerbare Außen-Luftdurchlässe). Durch die Verwendung von Zu-/Abluftgeräten mit Wärmerückgewinnung (Gleichdrucklüftung) treten die obengenannten Probleme nicht auf.

Im Weiteren sollen zwei Beispielrechnungen, die Problematik von Innendämmung und Überdrucklüftung verdeutlichen:

Beispiel 1: Wasserinhalt der Luft und Tauwasserbildung bei Konvektion in die Bauteile

Bei einer Raumtemperatur von 21 °C und einer relativen Feuchte von nur 40% enthält Luft $6,2 \text{ g}$ Wasserdampf pro kg trockene Luft. Wird diese Luft nun auf 0 °C abgekühlt, muss sie $2,4 \text{ g/kg}$ ($6,2 - 3,8$) als Tauwasser abscheiden (siehe h-x-Diagramm in Abbildung 3). Im Regelfall der Schallschutzsanierung werden 3 Zuluftgeräte mit jeweils $60 \text{ m}^3/\text{h}$ eingesetzt.

Wenn nun $180 \text{ m}^3/\text{h}$ (bei einer Luftdichte von $1,2 \text{ kg/m}^3$ sind das 216 kg/h) über Leckagen in der Gebäudehülle abströmen sollen, ergibt sich folgende Tauwassermenge:

$$m_w = 216 \text{ kg/h} \cdot 2,4 \text{ g/kg} / 1000 \text{ g/kg} = 0,52 \text{ kg/h}$$

Das sind 12,4 Liter Tauwasser pro Tag.

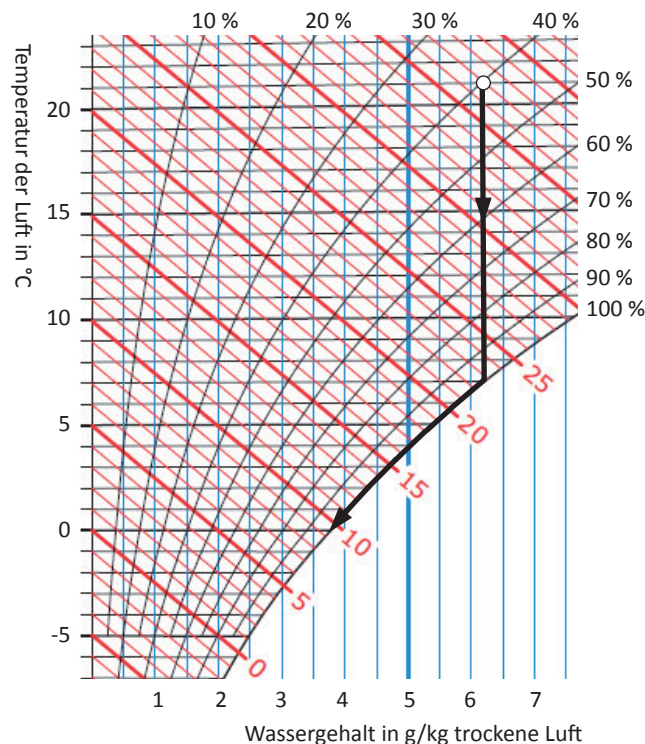


Abbildung 3: h-x-Diagramm, Tauwasserausfall bei Abkühlung der Luft

Selbst wenn nicht die gesamte Luftmenge über Bauteilfugen abströmt und die Lüftungsgeräte nicht den ganzen Tag in Betrieb sind, ist das ein großes Gefahrenpotential, weil sich die freigesetzte Tauwassermenge während der gesamten Heizperiode ständig anreichert.

Beispiel 2: erforderliche Druckdifferenz in Abhängigkeit von der Luftdichtheit des Gebäudes

Ein typisches Einfamilienhaus im Schallschutzgebiet hat ein Raumvolumen von 265 m^3 . Der Luftwechsel bei Betrieb von 3 Einzelraum-Zuluftgeräten beträgt somit $n = 3 \cdot 60 \text{ m}^3/\text{h} / 265 \text{ m}^3 = 0,68 \text{ h}^{-1}$. Die erforderliche Druckdifferenz für das Abströmen der Raumluft ausschließlich über Undichtheiten in Abhängigkeit des n_{50} -Wertes wird nach folgender Gleichung ermittelt:

$$\Delta p = 50 \cdot (n / n_{50})^{3/2}$$

Als erforderliche Druckdifferenz ergibt sich bei

$$n_{50} = 2,0 \text{ h}^{-1}: \quad \Delta p = 50 \text{ Pa} \cdot (0,68 / 2,0)^{3/2} = 9,9 \text{ Pa}$$

$$n_{50} = 1,5 \text{ h}^{-1}: \quad \Delta p = 50 \text{ Pa} \cdot (0,68 / 1,5)^{3/2} = 15,2 \text{ Pa}$$

$$n_{50} = 1,0 \text{ h}^{-1}: \quad \Delta p = 50 \text{ Pa} \cdot (0,68 / 1,0)^{3/2} = 28,0 \text{ Pa}$$

Die DIN 1946-6 erlaubt aber für Zuluftgeräte wegen der Gefahr eines konvektiven Feuchteintrags in die Umhüllungskonstruktion nur eine maximale Druckdifferenz von 4 Pa .

Auch hieraus wird ersichtlich, wie willkürlich und regelwidrig die Lüftung der Räume durch die FBB erfolgen soll.

17.07.2015
Ing. W. Sellnau