

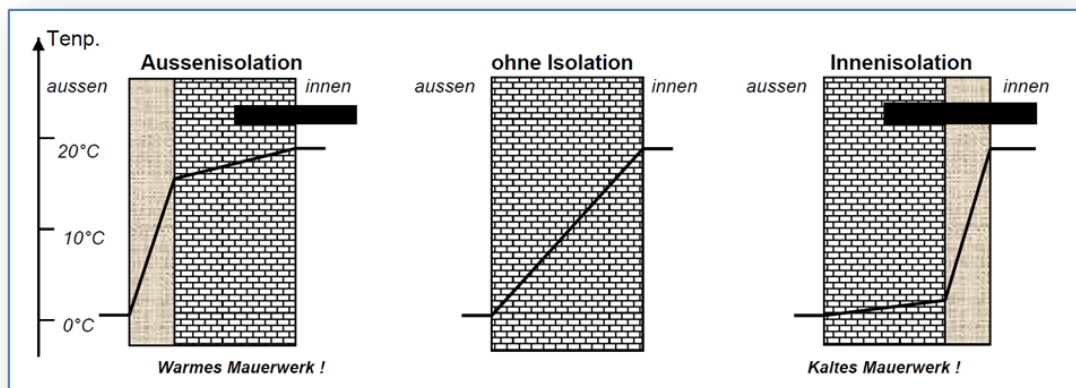
9b Wärmedämmungen

9.1 Innen- und Aussenisolation

Das Temperaturprofil von Mauerwerken

Wichtig für das Verständnis der Isolationen und der bauphysikalischen Zusammenhänge im Hinblick auf optimale Anstriche von Wänden und Fassaden sind die **Temperaturprofile** von **Mauerwerken**.

Ob sich im Mauerwerk Kondenswasser bilden kann (Taupunktunterschreitung) oder das Auftreten einer Wärmebrücke überhaupt möglich ist, hängt vom Temperaturverlauf durch den Querschnitt des Mauerwerks ab.



Ein **ungedämmtes Mauerwerk** (Bildmitte) zeigt praktisch einen linearen Temperaturverlauf quer durch das Mauerwerk. Wenn aussen eine Temperatur von 0°C und innen eine Temperatur von 20°C herrscht, misst man in der Mitte des Mauerwerks also eine Temperatur von rund 10°C.

Wenn wir nun eine Polystyrol-Isolationsplatte (Wärmeleitfähigkeit ca. 0.05) auf eine Betonmauer (Wärmeleitfähigkeit ca. 1.5) kleben, so liegen gut 90% des Temperaturunterschiedes (aussern - innen) innerhalb der Wärmedämmplatte.

Prinzip der Wärmedämmung:

Der grosse Temperatursprung befindet sich innerhalb der Wärmedämmplatte!!

Aus den Temperaturprofilen wird sofort ersichtlich, dass bei der Aussenisolation im Winter das Mauerwerk nur relativ wenig abkühlt. Das Gebäude resp. das Mauerwerk wird nach dem Gesetz der optimalen Wärmeträgheit konsequent eingepackt, sodass nur geringe Wärmeverluste resultieren. Wärmebrücken (z.B. gut wärmeleitendes Metallteil in der Wand; schwarzer Balken im Bild), welche kalte, innere Wandoberflächen verursachen, können sich bei der Aussenisolation nicht ausbilden. Nur wenn z.B. Betondecken (für Balkone) durch die Aussenisolation ragen wirken sie als Wärmebrücken.

Bei der **Innenisolation** kühlt sich im Winter bei tiefen Aussentemperaturen das Mauerwerk stark ab. Dies birgt nun eine grosse Gefahr der Wärmebrückenbildung. Innere Wandanschlüsse, Metallteile etc. (schwarzer Balken im Bild), stellen bei der Innenisolation nun Wärmebrücken dar.

Aufgrund des kalten Mauerwerks besteht auch generell eine grosse Gefahr der Kondenswasserbildung im Mauerwerk.

Wenn im Winter grössere Mengen Wasserdampf aus den wärmeren Innenräumen (mit höherem Feuchtigkeitsgehalt) ins kalte Mauerwerk gelangen, kann dies bei kontinuierlicher Taupunktunterschreitung zu Durchfeuchtung und grossem Wärmedämmverlust führen.

Winter: Wasserdampfstrom von innen nach aussen!!

Um eine Kondensation im Mauerwerk zu verhindern (und damit die Regel "von innen nach aussen dampfdurchlässiger" eingehalten wird) muss bei ungedämmten Mauerwerken und bei Innenisolationen warmseitig der thermischen Isolation (d.h. innen) ein möglichst hoher Dampfwiderstand aufgebaut werden.

**Innenisolationen / ungedämmte Mauerwerke:
innen möglichst dampfdicht streichen**

9.2 Wärmedehnbarkeit / Wärmedehnzahl

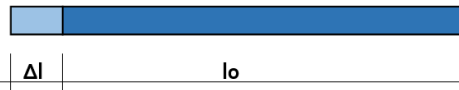
Volumenveränderung durch Temperaturschwankungen kommt in der Bauphysik eine grosse Bedeutung zu, denn im jahreszeitlichen Wechsel muss mit Temperaturen von -20°C bis $+50^{\circ}\text{C}$ (Aufheizwerte bei Sonneneinstrahlung) gerechnet werden!

Die Bewegungen der mineralischen Baustoffe aufgrund von Feuchtigkeitsschwankungen sind wesentlich geringer. Die Dehnfugen (auch Dilatations- oder Bewegungsfugen) haben die Aufgabe, die einzelnen Bauteile so zu trennen, dass die temperatur- und feuchtigkeitsbedingten Längenänderungen in diesen Fugen aufgefangen werden können.

Die folgende Tabelle zeigt die Wärmeausdehnungskoeffizienten einer Auswahl von Baustoffen. Die 1. Kolonne gibt die Längenänderung in mm pro Meter eines Materials an, wenn sich die Temperatur um 1°C verändert. Die Kolonne rechts stellt die Längenänderung in mm pro Meter dar, wenn mit einer Temperaturdifferenz von 60°C gerechnet wird (mit Temperaturschwankungen von -20°C bis $+40^{\circ}\text{C}$ muss in jedem Fall gerechnet werden).

$$l = l_0 \times W \times T$$

l = Längenänderung in mm
 l₀ = Anfangslänge in m
 T = Temperaturdifferenz
 W = Wärmeausdehnzahl



Die Wärmeausdehnzahl W

Die Wärmedehnzahl (Wärmeausdehnungskoeffizient) gibt an, um wie viele mm sich ein Material von einem Meter Länge ausdehnt, wenn die Temperatur um 1 °C steigt!

Baustoff	mm / m	
	T = 1°C	T = 60°C
Beton	0,010	0,600
Stahlbeton	0,012	0,720
Zement/Kalkmörtel	0,009	0,540
Kalksandstein	0,008	0,480
Ziegel / Mauersteine	0,006	0,360
Klinker / Fliesen	0,005	0,300
Gips	0,025	1,500
Eisen / Stahl	0,012	0,720
Kupfer / Messing	0,017	1,020
Zink	0,030	1,800
Aluminium	0,025	1,500
Glas	0,008	0,480
Acrylglas/KELCO etc.	0,080	4,800
Polyester/Polystyrol	0,050	3,000
Holz (längs zur Faser)	0,007	0,420
Holz (quer zur Faser)	0,050	3,000

Die Kolonne rechts gibt an, um wie viele mm sich 1 Meter eines Materials ausdehnt, wenn mit einer Temperaturschwankung von 60°C gerechnet werden muss.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, haben vor allem Metalle und Kunststoffe besonders hohe Ausdehnungskoeffizienten und benötigen daher spezielle Beachtung bei der Fugenplanung.

Betonelemente von 5 Meter Länge zeigen im jahreszeitlichen Temperaturwechsel von 50°C eine Längenänderung von 2,5 mm ($5 \times 50 \times 0,01 = 2,5$ mm).

Kunststoffe wie Polyester zeigen auf 1 m Länge bei 60°C Temperaturdifferenz schon eine Längenausdehnung von 3 mm.

Der Fachmann sagt: die Fuge ist ein "geplanter Riss". Geplant muss die Fuge werden, weil sie aus technischen und ästhetischen Gründen notwendig ist. Fugen entstehen immer da, wo ein Bauteil gegen ein anderes gesetzt wird. Risse treten immer dort auf, wo besser eine Fuge geplant worden wäre!

Die Fugendichtungsmassen haben die Aufgabe:

- die auftretenden Bewegungen zwischen den Bauteilen aufzufangen und
- die Fugen (und Risse) zu schliessen, um die Bauteile vor dem Eindringen von Feuchtigkeit, Schmutz und Zugluft zu schützen.

Heute braucht auch der Maler gute Kenntnisse über dauerelastische Dichtungstoffe und die Fugengestaltung, um am Neubau und bei der Altbausanierung die Probleme rund um die Fuge fachgerecht lösen zu können:

- Am **Neubau muss bei der Planung der Fuge die zu erwartende Bewegung in der Fuge errechnet** oder abgeschätzt werden können (über Schwindmasse resp. Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien).

- Bei der **Renovation resp. der Sanierung von bautechnischen Rissen** müssen die Rissaktivitäten; d.h. die auftretenden Bewegungen aufgrund jahreszeitlicher Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen **abgeschätzt werden können** (ev. durch Anbringen einer Gipsmarke).
- Auch die zu erwartenden atmosphärischen, mechanischen und chemischen Belastungen (Säuren, Chemikalien, Feuchtigkeit, Hitze, Kälte etc.) entscheiden über die Wahl des Dichtstoffes
- Für die **Dimensionierung der Fuge** müssen also die zu erwartende Bewegung in der Fuge und die sog. Dauerdehnbarkeit (Gesamtverformung) des Dichtstoffs in % bekannt sein!