



**Vermeidung von Tauwasser in einem zweischaligen Metalldach**

Nachstehend werden zunächst einige wichtige Begriffe und dann die Funktionen der einzelnen Schichten im Aufbau eines zweischaligen Metalldachs vorgestellt.

**Zweischaliges Metalldach**

Ein zweischaliges Metalldach besteht aus tragender Innenschale, Dampfsperre - Dampfbremse oder Dampfsperre - Konvektionssperre, Wärmedämmung, Zwischenkonstruktion und einer der Witterung ausgesetzten Außenschale, die miteinander verbunden sind, um die äußeren Einwirkungen aufzunehmen und abzuleiten. Dieser Aufbau ist in Bild 1 dargestellt.

Nach DIN 4108-3 [1] wird dieser Aufbau als „zweischaliges, nichtbelüftetes Metalldach mit nichtbelüfteter Dachdeckung“ bezeichnet, weil die Außenschale unmittelbar an der Wärmedämmung anliegt. Begriffe wie „Warmdach“ oder „Kalddach“ sind nicht hinreichend und irreführend und deshalb im Metalleichtbau nicht gebräuchlich.

**Taupunkttemperatur (Taupunkt)**

Die Taupunkttemperatur kennzeichnet diejenige Temperatur einer Luftschicht, bei deren Unterschreitung der von der Luft nicht mehr aufnehmbare Anteil des Wasserdampfes zu (flüssigem) Wasser wird, d.h. als Tauwasser ausfällt.

**Diffusion**

Diffusion ist die Durchmischung/Ausbreitung von Wasserdampf in einer (ruhenden) Luftschicht oder in festen Stoffen.

Befinden sich auf der einen Seite einer Schicht mehr Wasserdampfmoleküle als auf der anderen Seite, dann herrscht dort ein höherer Dampfdruck und die Moleküle dringen durch die Schicht auf die andere Seite.

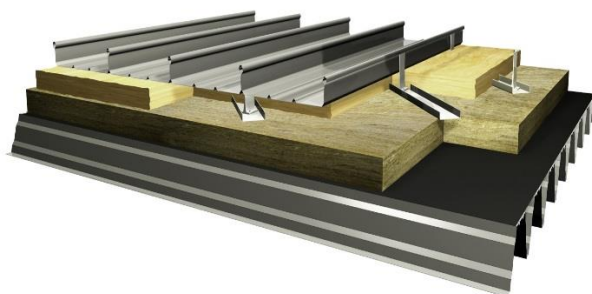


Bild 1: Aufbau eines zweischaligen Metalldaches

**Konvektion**

Konvektion ist die Wärmeströmung durch Transport von Teilchen in Gasen (und Flüssigkeiten), verursacht durch Temperatur- oder Druckunterschiede. Luft strömt von warmen Bereichen zu kalten und von Orten mit höheren Drücken zu solchen mit niedrigeren Drücken (Bild 2). Bei Undichtheiten (Fugen, Löchem) in einem Bauteil findet Konvektion völlig unkontrolliert statt.

**Dampf- und Konvektionssperre**

Die Dampf- und Konvektionssperre, ist die auf der Seite mit dem höheren Wasserdampfpartialdruck aufgebrachte Schicht, die der Diffusion von Wasserdampf und der Konvektion von feucht-warmer Luft entgegenwirkt. Im Regelfall liegt die Dampfsperre unmittelbar auf der Tragschale.

Die Dampf-/Konvektionssperre muss an allen Anschlüssen, Naht- und Stoßausführungen und an allen Übergängen, Abschlüssen und Öffnungen luftdicht verbunden bzw. angeschlossen werden.

**Feuchteintrag durch Diffusion**

Antriebsmotor der Wasserdampfdiffusion sind Unterschiede im Wasserdampfpartialdruck zwischen dem Innen- und Außenklima.

Alle Bauteile eines Gebäudes, sowohl in der Hülle als auch im Inneren, die unterschiedlichen Temperatur- und Feuchtebelastungen unterliegen, sind Diffusion ausgesetzt. Dampfdruckunterschiede sind also immer vorhanden und führen, infolge ihres Bestrebens nach Ausgleich, immer zu Luftbewegungen.

**Feuchteintrag durch Konvektion**

Feuchte Innenraumluft dringt durch die Innenschale in den Dachraum, kühlt dort ab und erreicht ihre Taupunkttemperatur.

Der in der Luft enthaltene Wasserdampf kondensiert zu (flüssigem) Wasser, das nach unten in die Wärmedämmung und ins Gebäudeinnere laufen kann.

Wenn im Schichtenaufbau des Daches eine luftdichte Schicht fehlt, die das Eindringen weiterer Luft unterbindet, wird dieser Prozess nicht gestoppt, da bereits geringer Wind einen Druckunterschied generiert.

Durch Tauwasseranlagerung vermindert sich der Wärmedurchgangswiderstand einer Konstruktion. Begleitet wird die Reduktion der Wärmedämmleistung durch eine Verlagerung des Taupunktes zur wärmeren Seite hin, was zum vollständigen Versagen der Wärmedämmung führen kann.

Unter normalen Bedingungen (z. B. 20 K Temperaturdifferenz innen/außen, Luftgeschwindigkeit 1 m/sec) fällt, bei einem Loch von der Größe zweier Münzen, durch Konvektion pro Tag mehr als 1 Liter Wasser an. Um eine vergleichbare Menge durch Diffusion eintragen zu können, wäre eine Dachfläche von mehreren tausend Quadratmetern erforderlich.

Daraus lässt sich ableiten, dass Konvektion für zweischalige Dachaufbauten eine größere Gefährdung darstellt, als Diffusion.

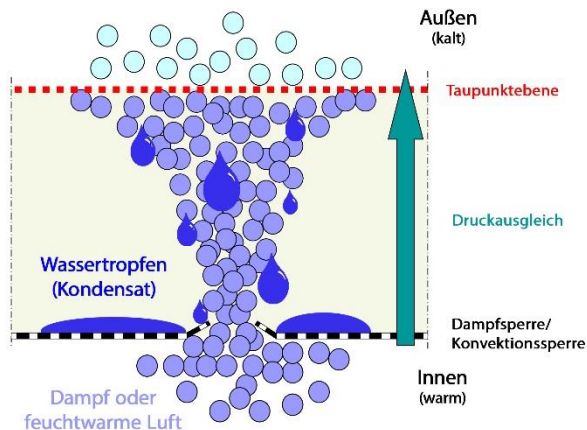


Bild 2: Konvektionsvorgang

### Maßnahmen gegen Konvektion

Da es bisher in der Bauphysik keinen stehenden Begriff für die notwendigerweise als luftdichte Schicht wirkende Dampfsperre gibt, wird zur Beschreibung dieser Funktion hier der Begriff „Konvektionssperre“ verwendet.

Um das Einströmen von feuchter Innenraumluft in die Konstruktion zu verhindern, ist eine in sich, sowie an den Stößen und Anschlüssen luftdichte Ebene anzuordnen (vgl. [3] Abs. 6.3.2.3), die das Einströmen von feuchtwarmer Innenraumluft in den Dachraum behindert.

Hierzu kann die Dampfsperrebene verwendet werden. Um einen großen Sperrwert gegen Konvektion zu gewährleisten, darf die Dampf-/Konvektionssperre keine Löcher oder Risse aufweisen, und muss an ihren Stößen sorgfältig verbunden und an angrenzende Bauteile sorgfältig angeschlossen werden.

Empfehlungen für die Planung und Ausführung enthalten die einschlägigen Regelwerke, z. B. die IFBS-Fachregeln des Metallleichtbaus oder DIN 4108-7 [2].

Die Dampfsperre muss somit gegen Diffusion und wichtiger noch, als Luftsperrung gegen Konvektion funktionieren. Als Konvektionssperre eignen sich:

- Kunststoffbahnen, die heißluft- oder quellverschweißt sind;
- Bitumenbahnen, die bitumenverklebt oder flammgeschweißt sind;
- Folien, die mit geeigneten, alterungsbeständigen Klebändern durchgehend verklebt werden. Ein Faltenwurf in der Folien-Klebnah ist nicht zulässig;
- Profiltafeln aus Metall, wenn Längs- und Querstöße mit geeigneten, alterungsbeständigen Dichtbändern durchgehend abgedichtet werden. Randanschlüsse, Öffnungen und Durchführungen sind entsprechen zu behandeln.

Eine ausreichende Luftdichtheit ist gegeben, wenn pro Quadratmeter durchschnittlich nicht mehr als fünf Verbindungselemente (gewindeformende Schrauben, Becherblindniete oder Presslaschen-Blindniete mit Dichtscheibe) die Dampf- und Konvektionssperre durchdringen.

Geringe Dachneigung und große Dachlängen machen es unmöglich, durch Belüften des Dachraumes, die beim Fehlen einer luftdichten Ebene einströmende Tauwassermenge „wegzulüften“.

### Fazit

Die Einhaltung der Anforderung an die Luftdichtheit von Gebäuden oder Bauwerksteilen ist von größter baupraktischer Bedeutung und verlangt besonders in zweischaligen, nichtbelüfteten Dächern größte Aufmerksamkeit bei der Planung und Ausführung.

**Bei einem zweischaligen, nichtbelüfteten Metalldach gibt es keinen Ersatz für eine funktionsfähige Konvektionssperre!**

- [1] [DIN 4108-3:2014-11, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung](#)
- [2] [DIN 4108-7:2011-01, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele](#)
- [3] [DIN 18807-9:1998-06, Trapezprofile im Hochbau, Aluminium-Trapezprofile und ihre Verbindungen; Anwendung und Konstruktion](#)

Weiterführende Informationen zur Konvektionssperre und bauphysikalischen Themen erhalten Sie in den IFBS-Fachregeln des Metallleichtbaus – Bauphysik  
 Bezugsquelle: [www.ifbs.eu](http://www.ifbs.eu) -> IFBS-Shop