

Die Anforderungen der im Februar 2002 in Kraft getretenen Energieeinsparverordnung (EnEV) haben manche Betrachtungsweisen des konstruktiven Feuchteschutzes verändert. Im nachfolgenden Beitrag beschreibt der Autor Möglichkeiten, die nach DIN 4108-3 das Austrocknungsverhalten von feuchteempfindlichen Konstruktionen unterstützen und langfristige Sicherheit bringen.

Sicherlich haben die Anforderungen der Energieeinsparverordnung mit erhöhten Wärmeschutz manche Betrachtungsweisen des konstruktiven Feuchteschutzes sowie der Nachweise und bautechnischen Anforderungen verändert bzw. verdeutlicht. Dabei bleibt festzuhalten, daß die unter den Begriffen Luftdichtigkeit, Winddichtung, Konvektion und Diffusion zu verstehenden bauphysikalischen bzw. technischen Eigenschaften von Bau-

$s_{d,ea}$ außen	$s_{d,i}$ innen
$\leq 0,1$	$\geq 1,0$
$\leq 0,3$	$\geq 2,0$
$> 0,3$	$s_{d,i} \geq 6 \times s_{d,ea}$

**Bild 1 Sperrwerte der Bauteilschichten nach DIN 4108-3**

teilen und Konstruktionen auch weiterhin grundlegende Bedeutung erlangen. Im Tagesgeschäft werden vielfältige Begriffe gebraucht; hier die praxisgerechten Definitionen:

## Winddicht

Eine Winddichtung schützt auf der Außenseite der Umfassungsbauteile vor Eindringen kalter Außenluft in strömungsoffene Wärmedämmstoffe (z. B. Mineralfasern). Sie sollte dampfdurchlässig sein und ein Austrocknen von eingedrungener Feuchtigkeit nach außen ermöglichen. Andernfalls ist eine Luftsperrschicht mit erhöhtem

## Bauphysikalische Betrachtungen zum Metaldach

# Funktionssicherheit mit System

Dampfsperrwert auf der Rauminnen-seite erforderlich bzw. ein rechnerischer Tauwassernachweis zu führen. Eine Winddichtung ist im Regelfall einfacher einzubauen als die Luftdichtung. Auch liegen im Gegensatz zur luftdichten Gebäudehülle hierfür keine Prüfverfahren und Regelwerke vor.

## Luftdicht

Die DIN 4108 behandelt schon lange das Thema Luftdichtigkeit. Hierunter ist das Vermeiden jeglicher Konvektion (Einströmen von feuchter Luft durch Fugen und Undichtigkeiten in der Gebäudehülle aufgrund eines Gesamtdruckgefälles) durch ein Bauteil zu verstehen. Auf der Innenseite von Außenbauteilen angebracht, verhindert eine Luftsperrschicht das Eindringen feuchter Warmluft. Bei Undichtigkeiten können durch Kondensation Feuchtigkeitsschäden im Bauteil auftreten. Mit der Energieeinsparverordnung kommt der Prüfung der luftdichten Gebäudehülle nach dem Blower-Door-Verfahren eine besondere Rolle als „Bonus-Faktor“ bei der Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs zu. In der Konsequenz wird die Qualität der erbrachten Leistung durch den Verarbeiter meßbar und somit auch sein unternehmerischer Erfolg.

## Diffusion

Neben der Luftdichtung sind die elementaren bauphysikalischen Anforderungen an den konstruktiven Feuchteschutz zu beachten. Nach Vorgabe einer luftdichten Gebäudehülle sind die Auswirkungen von Diffusionsvorgängen (Transport von molekularem, dampfförmigen Wasser durch



**Diffusionsoffene Konstruktionen erlauben ein Austrocknen sowohl nach innen wie nach Außen**

Bauteile hindurch, entsteht durch Temperaturgefälle, bzw. unterschiedlichen Dampfdruck zwischen Innen- und Außenseite eines Bauteils) in Bauteilen und Konstruktionen bedeutsam. Eine Tauwasserbildung im Inneren von Bauteilen, die durch Erhöhung der Stofffeuchte von Bau- und Wärmedämmstoffen zu Materialschädigungen oder zu Beeinträchtigungen der Funktionssicherheit führt, ist zu vermeiden. Sie gilt als unschädlich, wenn die wesentlichen Anforderungen, beispielsweise Wärmeschutz und Standsicherheit sichergestellt sind. Baustoffe, die mit dem Tauwasser in Berührung kommen, dürfen nicht durch Korrosion oder Pilzbefall geschädigt werden. Des weiteren muß das während der Tauperiode im Innern des Bauteils anfallende Wasser in der Verdunstungsperiode wieder an die Umgebung abgegeben werden können. In Dach- und Wandkonstruktionen darf nach DIN 4108-3 die Tauwassermenge in der Bilanz

# Klempnerei

bei wasseraufnahmefähigen Werkstoffen  $1 \text{ kg/m}^2$  nicht überschreiten. Für Werkstoffe, die kapillar kein Wasser aufnehmen können, darf der Wert von  $0,5 \text{ kg/m}^2$  nicht überschritten werden.

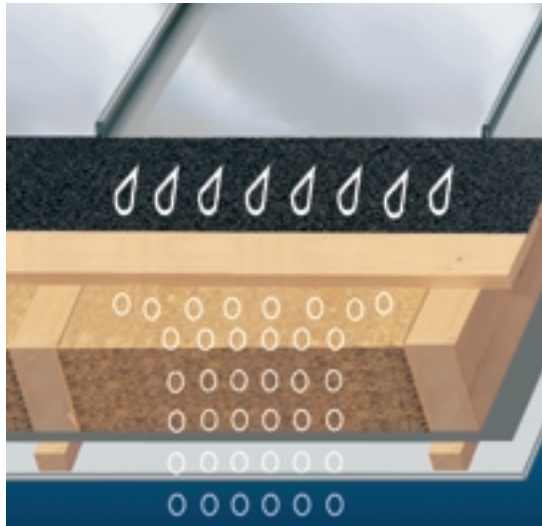
Entscheidend für die Bewertung des konstruktiven Feuchteschutzes und somit für die Sicherheit einer Konstruktion ist die DIN 4108-3. Hier werden die Begriffe wie folgt definiert:

- diffusionsoffene Schicht:  
Bauteilschicht mit  $s_d \leq 0,5 \text{ m}$
- diffusionshemmende Schicht:  
Bauteilschicht mit  $0,5 \leq s_d \leq 1500 \text{ m}$
- diffusionsdichte Schicht:  
Bauteilschicht mit  $s_d \geq 1500 \text{ m}$ .

Dies ist im Übrigen die einzige Definition zu den Begriffen Dampfsperre und -bremse!

## Diffusionseigenschaft muß definiert sein

In der Konsequenz bedeutet dies, daß die Diffusionseigenschaft eines oder mehrerer Bauteilschichten immer definiert sein muß um eine abschließende Beurteilung abzugeben. Die Forderung der DIN 4108-3 lautet: In der Konstruktion eines Außenbauteils (z. B. Dachkonstruktion) darf kein schädliches Tauwasser entstehen, das den Wärmeschutz und die Standsicherheit der Tragkonstruktion gefährdet oder zu einem Schädlingsbefall führt. Eingedrungene Feuchtigkeit muß also wieder hinaus diffundieren können. Dies ist nach DIN 4108-3 rechnerisch nachzuweisen. Bei Verwendung von Konstruktionen für belüftete und unbelüftete Dachkonstruktionen nach DIN 4108-3 kann auf einen Nachweis mit Diffusionsberechnungen verzichtet werden. Hier ergibt sich eine Differenz der DIN-Norm zu den Fachregeln des Klempner-Handwerks. Der Entwurf der Klempner-Fachregeln (Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade) vom Januar 2002 vereinfacht dies gegenüber der neuen DIN 4108-3 2001-07. Im Entwurf wird ein  $s_d$ -Wert von  $\geq 100$  als Richtwert für unbelüftete Metall-Dächer angegeben. Nach DIN 4108-3 ist diese Vorgabe zur Ausführung nicht belüfteter Dächer möglich, sie gibt aber auch den Hinweis, daß bei nicht belüfteten Dächern mit belüfteten oder nicht belüfteten Dach-



Strukturierte Trennlagen bilden quasi die Ebene einer Kontrelattung und leiten Feuchtigkeit zur Traufe ab

deckungen das Austrocknungsverhalten nach außen bei einem  $s_d$ -Wert der äußeren diffusionshemmenden Schichten mit einem  $s_d$ -Wert  $\geq 2 \text{ m}$  eingeschränkt ist.

## Belüftete Dächer

Nach DIN 4108-3 können belüftete Dachkonstruktionen unter bestimmten Bedingungen ausgeführt werden. Unter dem Gesichtspunkt des Austrocknungsverhaltens und der Winddichtheit setzen sich aber unbelüftete Dachkonstruktionen mit relativ diffusionsoffenen Bauteilschichten durch. Hierfür gibt die DIN entscheidende Hinweise, die sich auf praktische Erfahrungen und wissenschaftliche Untersuchungen stützen. Die Vorgabe einer diffusionshemmenden Bauteilschicht unterhalb der Wärmedämmung mit einem  $s_{d,i}$ -Wert  $\geq 100 \text{ m}$  erscheint nach DIN 4108-3 insbesondere für Holzkonstruktionen wenig geeignet. Bereits eingedrungene Feuchtigkeit bleibt langfristig im Dach und kann zu Schäden führen. In der Konsequenz bedeutet dies, daß Bauteilschichten die Austrocknung zum Raum hin ermöglichen sollen.

## Nicht belüftete Dächer

Nicht belüftete Dächer mit belüfteter Dachdeckung oder mit zusätzlich belüfteter Luftschicht unter nicht belüfteter Dachdeckung und einer Wärmedämmung zwischen, unter und/oder über den Sparren und zusätzlicher regensichernder Schicht ohne rechnerischen Nachweis werden nach DIN 4108-3 mit den Sperrwerten der Bauteilschichten entsprechend Bild 1 geregelt. Dahinter steht die Erkenntnis, daß das Austrocknungsverhalten einer Konstruktion sowohl nach innen wie auch außen gegeben sein soll. Dazu haben vor allem geänderte Nutzungen von Dachgeschossen beigetra-

gen. Heute werden Dachräume intensiv genutzt. Flache Dachneigungen lassen nur unzureichende Luftströmung unter einer Dachdeckung zu, die zusätzlich durch Dachdurchdringungen wie Fenster, Gauben usw. unterbrochen wird. Bei relativ diffusionsoffenen Bauteilschichten auf der Innenseite einer Wärmedämmung sowie einem um den Faktor sechs diffusionsoffeneren Wert der außenliegenden Abdeckung einer Wärmedämmung ist die Konstruktion gegen anfallendes Tauwasser hinreichend geschützt. Bei nicht belüfteten Dächern mit belüfteter oder nicht belüfteter Dachdeckung und äußeren diffusionshemmenden Schichten mit

$s_{d,e} \geq 2,0 \text{ m}$  kann erhöhte Baufeuchte oder später durch Undichtheiten eingedrungene Feuchte nur schlecht oder gar nicht austrocknen. Luftsperrern mit zu hohen  $s_d$ -Werten lassen keine Umkehrdiffusion zu und schränken das Austrocknungspotential der Konstruktion nach innen ein. Auch wenn Zusatzmaßnahmen auf der außenliegenden Bauteilschicht nach Herstellerangaben einen  $s_d$ -Wert von weniger als  $0,1 \text{ m}$  haben, wird nach DIN 4108-3 für die Innenausschicht ein  $s_{d,i}$ -Wert  $\geq 1 \text{ m}$  gegenübergestellt, um eine theoretische Betrachtung ohne Praxisbezug zu vermeiden.

## Feuchtesicherheit bei Metalldachkonstruktionen

Diffusionsoffene Dachkonstruktionen mit nichtbelüfteter Wärmedämmung sind vielfach bei normalen raumklimatischen Bedingungen problemlos auszuführen. Auf eine dampfsperrende Wirkung der Luftbremse sollte nicht verzichtet werden. Der Einsatz von sogenannten „intelligenten“ Dampf- und Luftsperrern kann das Austrocknungsverhalten nach innen, insbesondere im Sommer, fördern. In Verbindung mit diffusionsoffenen, strukturierten Trennlagen sind hier feuchtesichere Konstruktionen möglich. Diese nach beiden Seiten diffusionsoffenen Konstruktionen stellen heutzutage den Stand der Technik dar, der allerdings in den Fachregeln nur unzureichend dargestellt wird.

## Strukturierte Trennlagen als Feuchteschutz

Seit einigen Jahren sind strukturierte Trennlagen (Gewirktrennlagen) bei unbelüfteten Dachsystemen im Einsatz. Diese sind im Vergleich zu herkömmlichen Unterdeckungen vorteilhaft. Sie sind wie beispielsweise

die Unterdachbahn Klöber Permo sec SK in mehreren Lagen aufgebaut. (Vlies-Dicht-haut-Gitter-Vlies-Monofilamentgelege). Diese Unterdeckungen werden in der Regel bei Titanzinkdeckungen im Regelbereich ab  $\geq 3^\circ$  Dachneigung auf Holzschalung eingesetzt und gewährleisten auch bei Holzwerkstoffplatten (OSB- oder BFU-Platten) den Feuchteschutz gegen eindringende Feuchtigkeit von außen sowie Austrocknung nach außen. Sie bilden förmlich die Belüftungsebene einer Konterlattung nach. Dieser Bereich ist noch nicht in einer



**Unter Metalldeckungen haben strukturierte Trennlagen vielfältige Funktionen**

DIN-Norm erfaßt, wohl aber über Empfehlungen der Hersteller von Metalldachbaustoffen sowie Verarbeitungs- und Planungsvorschriften hinreichend als aktueller Stand der Technik beschrieben. Auch bei anderen Werkstoffen wie Kupfer, Aluminium oder Edelstahl werden die Zusatznutzen dieser Gewirktrennlagen geschätzt. Sie bilden eine regensichere Montagedeckung sowie eine zweite Abflaufebene. Anfallendes Wasser wird sicher zur Traufe abgeleitet, die sogenannte Heißwasserkorrosion oder Weißrostbildung bestimmter Werkstoffe wird verhindert. Mit einem niedrigen  $s_d$ -Wert von  $\leq 0,02$  m kann beispielsweise Klöber Permo sec SK auch bei einer Vollsparrendämmung eingesetzt werden. Diese Ausführung entspricht dem Stand der Technik nach DIN 4108-3, ist derzeit allerdings im Regelwerk des ZVSHK noch nicht vollständig beschrieben. Das Austrocknungsverhalten nach außen wird durch diese Konstruktion unterstützt. Auch die erweiterten Bedingungen der DIN 68 800-2 finden ihre Berücksichtigung, somit kann bei Planung und Ausführung nach DIN 68 800-2 auf chemischen Holzschutz verzichtet werden. Die Konstruktionen mit Gewirktrennlagen gelten bei entsprechender Ausführung der Anschlüsse und Durchdringungen als regensicher, winddicht und

insektenundurchlässig. Damit erfüllen sie eine wichtige Forderung der DIN 68 800-2, um die betreffenden Holzbauteile der Gefährdungsklasse 0 zuordnen zu können.

## Günstiges Schalldämmverhalten

Neben den bauphysikalischen Eigenschaften sind es gerade die baupraktischen Vorteile, die für den Einsatz von Gewirktrennlagen sprechen. So werden Unebenheiten aus der Unterkonstruktion oder durch beispielsweise hervorstehende Nagelköpfe ausgeglichen. Dies wirkt sich vorteilhaft auf die Optik der Metalldachdeckungen aus. Gewirktrennlagen verbessern die Gleitfähigkeit der Schare bei thermisch bedingten Längenänderungen und verkleben nicht mit der Deckung. Die Metalloberfläche wird beim Begehen nicht mit an Schuhen anhaftendem Bitumen verschmutzt. Die Verarbeitungsqualität läßt sich direkt überprüfen. Besonders vorteilhaft wirken die guten Schalldämmeigenschaften. Durch den Einbau von Gewirktrennlagen wie der Klöber Permo sec SK ergeben sich Schallschutzverbesserungen von ca. 6 dB (A). Die hochdiffusionsoffene Unterdeckbahn Klöber Permo sec SK wird im gewirkfreien Randbereich mit korrosionsgeschützten Klammern oder Nägeln ca. alle 30 cm fixiert. Die Verlegung der Schare wird mit den entsprechenden Standard- und Schiebehäften vorgenommen. Dabei muß das Gewirk im Bereich der Haften nicht entfernt werden. Die Haften müssen allerdings kraftschlüssig bis auf Schalungsebene heruntergedrückt werden.

**N**ormen und Regelwerke geben Planern und Verarbeitern Vorgaben für funktionssichere Planungen und Ausführungen. Moderne und praxisorientierte Produkte stellen sicher, daß Anforderungen langfristig eingehalten werden. Dabei sind es insbesondere Zusatznutzen, wie beispielsweise Schalldämmverhalten oder Verlegefreundlichkeit, die diese Produkte auszeichnen.



**Dipl.-Ing. Hanns-Christoph Zebe** hat sich auf die Beratung im Bauwesen spezialisiert. Er führt die Agentur zebe-pr Kommunikation und hat sich bereits durch zahlreiche Fachveröffentlichungen und Vorträge profiliert.

67663 Kaiserslautern, Telefon (06 31) 3 10 35-16, Telefax (06 31) 31 09 04 87, E-Mail: hanns-christoph@zebe.de