

Bei einer Dachsanierung kann man die Luftdichtung von außen in verschiedenen Verlegevarianten einbringen, die sich bauphysikalisch und in der Verarbeitung gravierend unterscheiden.

Hier wurde die Sub- und-Top-Verlegung gewählt.

Fachbeitrag aus GEB 04/2015  
 > [www.geb-info.de](http://www.geb-info.de) <



# Drunter und drüber

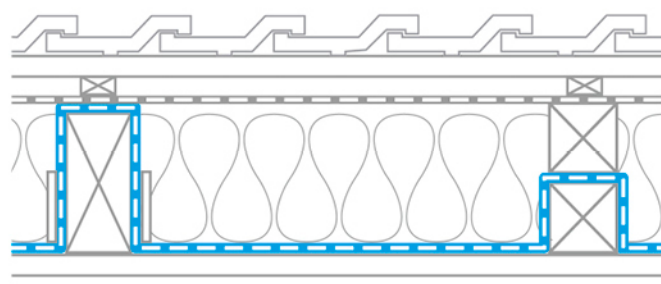
**EINBRINGEN DER LUFTDICHTHEITSEBENE IM DACH VON AUSSEN** Bei Dächern, die nachträglich von außen saniert und gedämmt werden, ergibt sich die Frage, wie und in welcher Position am besten die Dampfbremse beziehungsweise die Luftdichtungsbahn zu verlegen ist. Zwei Systeme haben sich durchgesetzt: Die sogenannte Sub-und-Top-Verlegung unter der Zwischensparrendämmung und über die einzelnen Sparren hinweg sowie die flächige Verlegung oberhalb der Sparren mit einer zusätzlichen Aufsparrendämmung. Stefan Hückstädt

Bei der Dachsanierung von außen lautet die Kernfrage: Wie löse ich das Problem der Luftdichtheit, wenn die Gefache zwischen den Sparren gedämmt werden sollen? Prinzipiell haben sich hierfür in Deutschland zwei Vorgehensweisen etabliert: Die sogenannte Sub-und-Top-Verlegung der Dampfbremse- und Luftdichtungsbahn sowie die flächige Verlegung einer Luftdichtungsebene oberhalb der Sparren mittig in der Dämmebene. Um Feuchteschäden im Dach zu vermeiden, müssen Planer für beide Lösungen ein gewisses Verständnis der bauphysikalischen Zusammenhänge mitbringen, denn jedes System hat seine Eigenheiten mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen.

## Sub-und-Top-Verlegung

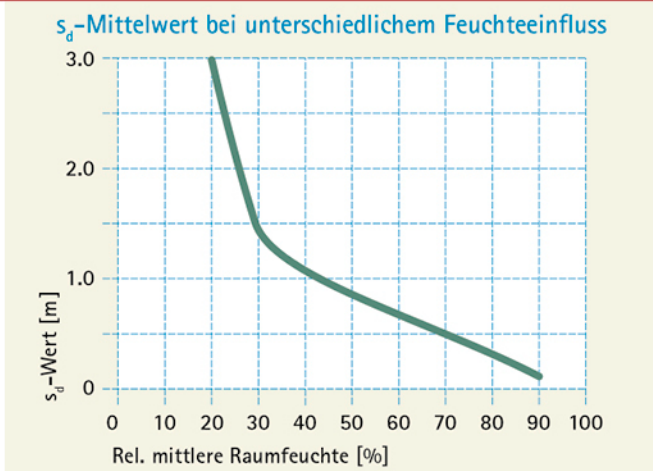
Grundsätzlich sollte die Dampfbremse möglichst weit auf der warmen Innenseite der Dachkonstruktion liegen – also am besten direkt über der innenseitigen Bekleidung. Aus diesem Grundsatz heraus hat sich bei der nachträglichen Dachsanierung von außen die Sub-und-Top-Verlegung entwickelt: Hierbei wird die Dampfbremse im Gefach weitestgehend raumseitig der Wärmedämmung verlegt und im Sparrenbereich über den Balken geschlauft (Abb. 1).

Auf den Sparren verläuft die Bahn hingegen sehr weit auf der Kaltseite der Konstruktion. Genau hier liegt daher auch der kritische Punkt dieser Verlegeart: Strömt feuchte Luft aus dem beheizten Innenraum zum Beispiel entlang der Sparrenflanken bis zur Oberseite der Konstruktion, könnte sich infolge der abkühlenden Luft leicht Kondensat auf der Sparrenoberseite bilden. Ein Kardinalfehler wäre es daher, die hier anfallende Feuchte zum Beispiel mit einer dampfdichten PE-Folie am weiteren Ausdiffundieren zu hindern. Die möglichen Folgen



1 Systemschnitt der Sub-und-Top-Variante: die Sanierungsdampfbremse wird über die Sparren geschlauft.





**2** Verlauf des  $s_d$ -Werts einer Sanierungsdampfbremse mit feuchtevariablem Diffusionswiderstand. Der Vorteil hier: die Bahn bietet hohe Sicherheit auf der Sparrenoberseite – dem kritischen Bereich bei der Sub-und-Top-Variante.

wären Schimmel und Fäulnis – und somit ein kapitaler Bau-schaden an den Sparren.

### Kondensatrisiko auf den Sparren umgehen

Vermeiden und umgehen lässt sich dieses Problem bei der Sub-und-Top-Verlegung auf unterschiedliche Art und Weise:

- Variante 1: Einbau einer Dampfbremse mit (moderatem) konstantem Diffusionswiderstand inklusive Überdämmung der Sparrenebene mit einer zusätzlichen Aufdachdämmung.
- Variante 2: Einbau einer Dampfbremse mit konstantem Diffusionswiderstand, aber partiell abziehbarer Dampfbremsschicht.
- Variante 3: Einbau einer feuchtevariablen Dampfbremse.

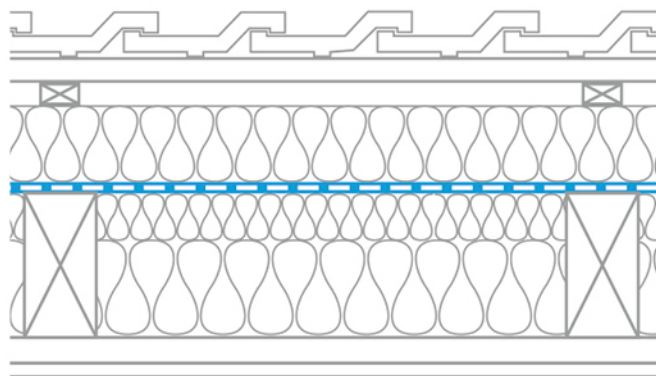
Bei Variante 1 ist man bei der Dicke der Aufdachdämmung an ein Mindestmaß gebunden, um Kondensatausfall sicher zu vermeiden. Auf die Zusatzdämmung ganz zu verzichten ist hier im Regelfall nicht möglich.

Bei Variante 2 muss die Bahn rechtwinklig zur Sparrenlage verlegt werden, damit die Abziehstreifen parallel zum Sparren verlaufen. Ein Restrisiko bleibt, sollten die Handwerker vergessen, die Streifen abzuziehen. An quer verlaufenden Hölzern (zum Beispiel Wechsell) fehlen die Streifen zudem. Je nach örtlicher Situation ergibt sich somit ein gewisses Durchfeuchungsrisiko, denn diese Variante funktioniert nur, wenn über allen Hölzern die dampfbremsende Schicht entfernt und die Folie somit überhaupt erst diffusionsoffen wird.

Am zuverlässigsten funktioniert die in Variante 3 genannte feuchtevariable Dampfbremse – auch bei geringer oder unter Umständen sogar ohne Überdämmung. Der Diffusionswiderstand passt sich quasi „automatisch“ den bauphysikalischen Anforderungen an: innen im Gefach dampfbremsend, auf der Sparrenoberseite diffusionsoffen. Die Ausrichtung der Bahnen zu den Traghölzern spielt dabei keine Rolle. Auch wenn die Bahn feuchtevariabel ist, muss der Verlauf des variablen Diffusionswiderstands auf diese Verlegeart abgestimmt sein. Im feuchten Bereich muss die Bahn einen möglichst geringen  $s_d$ -Wert aufweisen, um auf der Sparrenoberseite maximale Sicherheit zu bieten – vergleichbar mit einer diffusionsoffenen Unterdeckbahn (Abb. 2).

### Vorteile der Sub-und-Top-Dachsanierung

Die Luftdichtungs- und Dampfbremsebene verläuft im Gefach bauphysikalisch optimal warmseitig der Wärmedämmung. Da-



**3** Systemschnitt der flächig auf den Sparren verlegten Luftdichtungsebene. Diese Verlegevariante lässt sich einfacher und schneller umsetzen. Bedingung ist jedoch eine hochdiffusionsoffene Luftdichtungsbahn.

durch bleibt der Feuchtegehalt im Dämmstoff in den Sparrenfeldern sehr niedrig. Je nach Lösung ist unter Umständen keine zusätzliche Überdämmung erforderlich. Die Verlegart erleichtert zudem bestimmte Anschlussdetails, zum Beispiel an der Traufe oder beim Übergang auf die Kehlbalkenlage nach innen, da die Bahn im Gefachbereich bereits dort verläuft, wo der Anschluss auch erfolgen muss. Planer und Ausführende bewegen sich bei der Sub-und-Top-Verlegung zudem auf sicherem Terrain, denn sie ist weit verbreitet, fachlich anerkannt und in diversen technischen Regelwerken zu finden – so zum Beispiel im Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand des ZVDH).

### Flächige Verlegung auf den Sparren

Bei der flächigen Verlegung der Luftdichtungsbahn oberhalb der Sparrenebene wird ebenfalls das Sparrengefach gedämmt, die Luftdichtungsbahn jedoch erst anschließend darüber plan auf der Sparrenoberseite verlegt und daraufhin zwingend überdämmt (Abb. 3). Bei dieser Verlegevariante liegt die gesamte Luftdichtungsebene indes während der Tauperiode weit auf der Kaltseite – sogar außenseitig des Taupunktes bei Norm-Winterklimabedingungen. Um die Kondensatbildung sicher auszuschließen, eignen sich hier ausschließlich diffusionsoffene Bahnen. Ein ausreichender Feuchteschutz ist indes nur erzielbar, wenn Konvektion – also der Feuchtetransport über Luftströ-



**4** Optimale Voraussetzung für die Sub-und-Top-Dachsanierung: eine einfache Dachstruktur und parallel angeordnete Sparren. Diese Variante wird in der Praxis am häufigsten gewählt.





**5** Hier würde sich die Sub-und-Top-Verlegung schwierig gestalten: Schräge Gefache und Mauerwerk verkomplizieren das passgenaue Einlegen der Dampfbremse.

mung – zuverlässig verhindert wird und gleichzeitig gewährleistet ist, dass die mengenmäßig deutlich geringere Diffusionsfeuchte zügig nach außen abgeführt und teilweise in sorptiven Materialien gepuffert wird.

**Je mehr Überdämmung, desto besser!**

Die Bauteilsicherheit hängt bei dieser Methode von mehreren Faktoren ab. Einerseits spielt die Wahl der Bahn eine entscheidende Rolle. Hoch diffusionsoffene Luftdichtungsbahnen mit einem  $s_d$ -Wert von ca. 0,02 m gewährleisten einen ausreichenden Feuchtetransport. Andererseits hängt der sich einstellende Feuchtegehalt erheblich vom Verhältnis zwischen Gefach- und Aufdachdämmung und den verwendeten Materialien ab. Generell gilt: Je weiter die Luftdichtungsbahn auf der Warmseite liegt, desto unkritischer ist die Gefahr der Tauwasserbildung. Beziehungsweise, je mehr Überdämmung man schafft, desto besser! Der Dämmstoff muss natürlich diffusionsoffen sein – ideal sind beispielsweise Holzfaser-Unterdeckplatten.

Natürlich beeinflussen auch Luftdichtheit und Diffusionswiderstand der vorhandenen Innenbekleidung den Feuchteeintrag in die Dachkonstruktion maßgeblich. Dampfbremsend wirken bereits vollflächige Holzschichten oder – noch wirkungsvoller – eine bereits vorhandene Dampfbremsbahn. Vollflächig bekleidete Dachschrägen mit Gipsplatten oder anderen Ausbauplatten reduzieren außerdem deutlich den Feuchteeintrag über Luftströmung – klassische Nut-und-Feder-Holzdecken mit mehr oder weniger weit aufklaffenden Fugen und Rissen sind diesbezüglich eher von Nachteil.

Was den Einfluss und die Berücksichtigung der Innenbekleidung angeht, vertreten die Systemanbieter unterschiedliche Philosophien, und entsprechend verschieden fallen deren Empfehlungen aus. Bei manchen Lösungen bleibt die vorhandene Innenbekleidung gänzlich unberücksichtigt, wohingegen ande-



**6** Bei der flächigen Verlegung der Luftdichtung auf den Sparren können vorhandene Dämmstoffe im Gefach verbleiben.

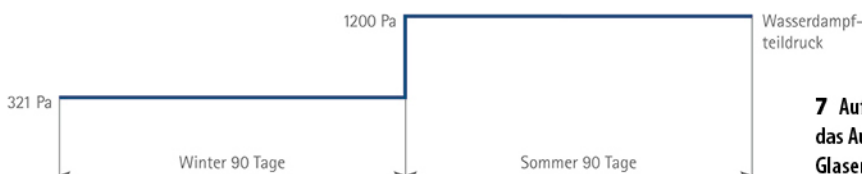
re sie in die Ausführungsplanung einbeziehen. Dies spiegelt sich dann in der Regel in der erforderlichen Mindestüberdämmung der Luftdichtungsbahn wieder. Bei relativ allgemein gehaltenen Lösungen wird meist mehr Überdämmung empfohlen, um für alle Fälle bauphysikalisch gewappnet zu sein. Bei einer genaueren Analyse des Bestandes (Innenbekleidung) kommt man hingegen eventuell mit weniger Überdämmung aus.

**Vorteile der flächigen Verlegung**

Das flächige Verlegen der Luftdichtungsbahn auf den Sparren geht unkomplizierter und schneller vonstatten, zudem benötigt man weniger Material. Dies macht sich insbesondere bei stark gegliederten Dachflächen (Grate, Kehlen usw.) bemerkbar (Abb. 4) – in solchen Fällen flächig in einer Ebene zu arbeiten ist natürlich viel einfacher als Schlaufen in spitz zulaufenden Gefachen auszubilden. Ein weiterer Vorteil ist der Witterungsschutz. Der ist schnell hergestellt und sehr wirksam, da die Bahn eben auf der Dachfläche verläuft und Wasser an der Traufe ablaufen kann. Außerdem kann man alte Dämmstofflagen in den Sparrenfeldern unter der neu verlegten Luftdichtung belassen (Abb. 6), sofern solche überhaupt vorhanden und noch funktionstüchtig sind.

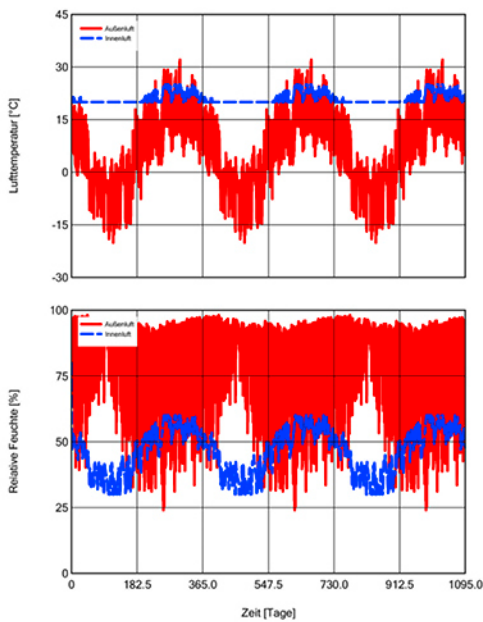
**Rechnerischer Nachweis**

Die aktuell gültige DIN 4108-3 verweist für Feuchteschutzberechnungen auf das sogenannte Glaserverfahren. Dieses ist auch in vielen Berechnungsprogrammen zur energetischen Planung integriert, um den Feuchteschutz quasi gleich mitbewerten zu können. Allerdings ist dieses klassische Rechenverfahren sehr einfach strukturiert: Über festgelegte Zeiträume (90 Tage Tau- sowie 90 Tage Verdunstungsperiode) werden bei konstanten klimatischen Bedingungen (Temperatur und Luftfeuchte von Innen- und Außenluft) alleinig stationäre Wasserdampfdiffusionsvorgänge berechnet (Abb. 7). Letztendlich ermittelt das Verfahren lediglich, ob die Verdunstungsmenge größer ist als die Tauwassermenge, die im Inneren des Bauteils entsteht.



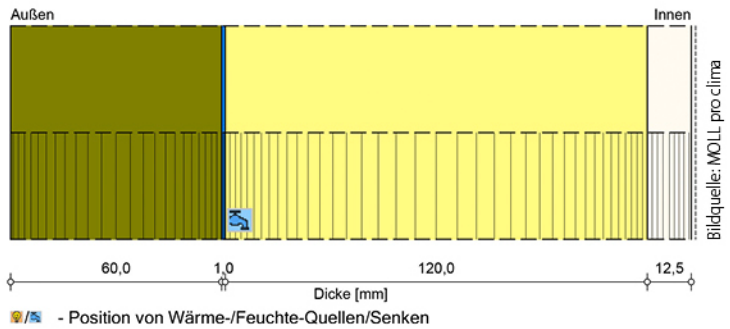
**7** Aufgrund der sehr vereinfachten Randbedingungen für das Außenklima lassen sich bei einem Nachweis nach dem Glaserverfahren nur grobe Näherungen ermitteln.





**8** Bei numerischen Simulationsverfahren (hier beim Programm WUFI PRO) werden realitätsnahe Parameter zugrunde gelegt und dementsprechend genauere Ergebnisse erzielt. In Softwarelösungen für Energieberater wird im Regelfall das Verfahren nach Glaser für Diffusionsnachweise angeboten, das nur eine grobe Einschätzung des Tauwasserschutzes erlaubt.

**9** Eingabe der Bauteilschichten bei numerischen Verfahren (WUFI PRO). Damit kann auch Feuchteeintrag über Luftinfiltration (Leckagen) simuliert werden. Hier wurden die Luftdichtheit beziehungsweise Leckagen der vorhandenen Innenbekleidung mithilfe einer Feuchtequelle berücksichtigt.



Außerdem dürfen festgelegte Grenzwerte beim anfallenden Tauwasser nicht überschritten werden. Viele Effekte, wie zum Beispiel Konvektion, Materialfeuchte, Sorptionseigenschaften und variierende klimatische Bedingungen, bleiben gänzlich unberücksichtigt. Außerdem lassen sich mit der Berechnung nach Glaser nur eindimensionale Diffusionsströme (senkrecht zum Bauteil) berechnen. Für die realistische Ermittlung des Feuchteverhaltens mehrschichtiger Bauteile eignet sich das Verfahren nur bedingt.

Weitaus detailliertere Erkenntnisse liefern heutzutage numerische Verfahren (nach DIN EN 15026, zum Beispiel WUFI PRO oder DELPHIN), mit denen sich gekoppelte Wärme- und Feuchteströme im Bauteil simulieren lassen (Abb. 8). Dabei können viele zusätzliche Aspekte mit einfließen, wie zum Beispiel bestimmte Materialeigenschaften (beispielsweise Sorption) sowie Klimadaten unterschiedlicher Standorte und Höhenlagen mit stündlich hinterlegten Daten für Temperatur und relativer Luftfeuchte als auch der Feuchteeintrag über Luftinfiltration (Abb. 9). Daneben gibt es Verfahren, mit denen zweidimensionale Bauteile mit inhomogenen Materialschichten berechnet werden können. Messungen der Anbieter solcher Simulationsprogramme an Versuchsgebäuden haben ergeben, dass die Ergebnisse der Berechnungen die realen Bedingungen sehr nah abbilden.

### Grenzen und Tücken des Glaserverfahrens

Will man bei der Sub-und-Top-Dachsanierung die mehrdimensionalen Effekte im Sparrenbereich sowie den Feuchteeintrag zwischen Bahn und Sparrenflanke berechnen, kann man das Glaserverfahren im Grunde nicht anwenden. Diese spielen jedoch eine entscheidende Rolle!

Bei der flächigen Verlegung einer Luftdichtungsbahn auf den Sparren berücksichtigt das Glaserverfahren im Gegensatz zu entsprechenden numerischen Simulationsverfahren nicht, dass Feuchtigkeit über die Fugen in der bestehenden Innenbekleidung in die Dämmebene eindringt. Dazu ein Beispiel aus der Praxis: Setzt man bei einer Glaserberechnung eine Sichtholzdecke an, wird der Aufbau aufgrund des Diffusionswiderstands des Holzes rechnerisch vermutlich sogar ohne weitere Luftdichtungsbahn in Ordnung sein. Hierbei wird aber von einer geschlossenen Holzschicht ausgegangen. Dass über die Fugen jedoch sehr

große Feuchtigkeitsmengen mit der Raumluft in die Dämmebene strömen, dürfte jedem Energieberater einleuchten. Es ist also Vorsicht geboten, wenn man den rechnerischen Nachweis für die beiden hier näher beleuchteten Verlegearten mit dem Glaserverfahren nach DIN 4108-3 führen möchte!

### Beide Verlegearten haben ihre Vorzüge

Ob man bei einer Dachsanierung von außen mit Zwischensparrendämmungen die Luftdichtung Sub-und-Top oder doch eher flächig über den Sparren verlegt, hängt von den örtlichen Gegebenheiten und dem geplanten Dachaufbau ab – beide Varianten haben ihre Vorteile und Berechtigung.

Die Sub-und-Top-Verlegeart ist mittlerweile weit verbreitet und bei einfach gegliederten Dachflächen gut umsetzbar. Bei aufwendigen Dachkonstruktionen mit Kehlen, Graten und vielen Auswechslungen mag die flächige Verlegung einer diffusionsoffenen Luftdichtungsbahn auf den Sparren vorteilhafter sein.

Generell empfiehlt es sich, die Herstellerempfehlungen zu den jeweiligen Sanierungslösungen zu berücksichtigen. Diese resultieren in der Regel aus den Ergebnissen instationärer Berechnungen. Viele Anbieter bieten auch die Möglichkeit an, Bauteilaufbauten zu überprüfen und Bestätigungen oder Empfehlungen zu erstellen. So erfährt man, auf welchen Berechnungsverfahren die Empfehlungen basieren und hat ein offizielles Schreiben vom Hersteller in der Hand. Dies reduziert das Haftungsrisiko für Planer und Verarbeiter beträchtlich. ■

### Dipl.-Ing. (FH) Stefan Hückstädt

ist ausgebildeter Zimmerer und hat an der Hochschule Rosenheim Holzbau und Ausbau studiert. Er arbeitet in der Anwendungstechnik von pro clima (MOLL bauökologische Produkte GmbH). Hier leitet er auch das Seminar **Praxisgerecht sanieren**. Zudem berät er in der Technik-Hotline.  
Kontakt: [technik@proclima.de](mailto:technik@proclima.de)

