



SERIE SCHADENSDIAGNOSTIK

Michael Zimmermann

# Für ein sinnvolles Kräfteverhältnis



Beim Bauen im Bestand ist der Dachdecker meist Planer und Ausführender in einer Person. Das bedeutet: am Anfang schon das Ende im Blick haben. Dazu gehört auch ein umfangreiches gewerkeübergreifendes Grundwissen. Im ersten Teil der Serie gibt der Autor praxisnahe Tipps rund um das Thema Wärme- und Feuchteschutz und beleuchtet zugleich kritische Konstruktionen.

Bei einer Dachsanierung sind die Anforderungen nach dem Pflichtenheft der EnEV einzuhalten. Für Steildächer, die vor dem 31.12.1983 hergestellt wurden, gilt der maximale U-Wert  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Die Mindestanforderung ist, die verfügbare Höhe der Sparren voll auszdämmen. Innovative Dämm Lösungen werden unter anderem auch von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Ist der gesamte Wärmedurchgangskoeffizient nach

der Sanierung nicht höher als  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ , bekommt der Bauherr sehr attraktive Subventionen für die gesamte Sanierungsmaßnahme. Aktiver Umweltschutz wird also gefördert.

## Viel hilft viel?

Welche Dämmstoffdicke wird für welchen U-Wert benötigt? Schauen wir uns hierfür die U-Wert-Abschätzung der äquivalenten Dämmstoffdicken nach

dem Prinzip der „Bierdeckelberechnung“ an: Man nehme die Wärmeleitfähigkeit des Wärmedämmstoffs und teile dies durch den gewünschten U-Wert, zum Beispiel: gewünschter U-Wert  $0,14$ /Dämmstoff mit  $\lambda = 0,035 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ :  
 $0,035/0,14 = 25 \text{ cm}$  Dämmstoffdicke

*Info: Diese Faustformel dient dazu, den Zusammenhang zwischen dem U-Wert und der Dicke der Dämmung abzuschätzen.*



Foto: Zimmermann

#### Autor

Michael Zimmermann ist Dachdeckermeister, ö. b. u. v. Sachverständiger für das Dachdeckerhandwerk und EU-zertifizierter Sachverständiger nach ISO 17024 für Schimmelpilzschäden.



**Kein seltenes Bild in der Praxis: Die Vollschalung unter der Deckung hat sich in Wohlgefallen aufgelöst. Die geplante Hinterlüftung hat versagt und Bau-, Nutz- und Holzfeuchte konnten nicht entweichen. In puncto Bauqualität sollten immer die nötige Zeit und die dafür erforderlichen Kosten im Fokus stehen.**

*Nicht berücksichtigt werden dabei die Wärmeübergangswiderstände, sonst noch vorhandene Bauteilschichten sowie ein möglicher Holzanteil und sie ersetzt nicht eine dezidierte U-Wert-Berechnung.*

Den U-Wert von  $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  auf  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$  zu verringern, bedeutet eine Reduktion von circa 42 %. Der Energieverbrauch wird deshalb aber nicht gleichermaßen um 42% reduziert. Je besser die Dämmleistung, also der U-Wert eines Bauteils, desto geringer wirkt sich die Verbesserung dieses ohnehin schon guten U-Werts auf den Energieverbrauch aus.

#### Wärmeschutz ist Feuchteschutz

Je dicker die Wärmedämmung (bei gleicher WLK), desto besser (niedriger) der U-Wert. Je besser der U-Wert, desto besser (niedriger) der Energieverbrauch. Ein guter U-Wert bewirkt auch gleichermaßen eine hohe Oberflächentemperatur auf den Bauteilen. Anders ausgedrückt, je besser der U-Wert, desto niedriger ist der Temperaturabfall von der Raumluft zu der Oberflächentemperatur der einzelnen Bauteile. Diese Erkenntnis ist für

Bewertung des Feuchteschutzes enorm wichtig. Gut ist es, wenn alles gleich schlecht ist. Nach diesem Prinzip funktionieren die meisten nicht sanierten Gebäude. Aus diesem Grund ist manchmal weniger mehr. Bei einem Fachwerkhaus erreichen die Wände, und auch das Dach, oft nicht einmal den Mindestwärmeschutz. Trotzdem gibt es keine Feuchteschäden. Der Grund hierfür liegt an den gleichermaßen schlechten energetischen Zustand aller Bauteile sowie der hohen Infiltrationsrate des Gebäudes. Aufgrund der vorhandenen Luftundichtheit kann sich keine hohe Luftfeuchte innerhalb des Gebäudes einstellen. Eine energetische Dachsanierung nach KfW-Standard, also U-Wert maximal  $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ , bedeutet hier einen sehr hohen Oberflächentemperaturunterschied zwischen unsanierter Wand und Dachschräge. Niedrigere Oberflächentemperaturen bedeuten gleichzeitig hohe Oberflächenfeuchte. Die Infiltration der Gebäudehülle sinkt und die Luftfeuchte innerhalb des Gebäudes steigt gleichermaßen. Somit besteht nach der Sanierung möglicherweise eine vorher nicht da gewesene Schimmelpilzgefahr.

## Kundenansprüche und Sanierungsplanung

Gut, günstig und schnell – das sind die Hauptansprüche der Bauherren. Drei Dinge auf einmal – das kennt man normalerweise nur vom Überraschungsei. Der Anspruch des ausführenden Dachdeckerunternehmens ist es, die Kundenwünsche zu erfüllen. Dafür muss aber die genaue Aufgabenstellung bekannt sein. Für die Sanierungsplanung ist eine umfassende Diagnose notwendig. Dazu gehören die „Anamnese“ (Kundenbefragungen/Wünsche), die „körperliche Untersuchung“ (Dachöffnung) sowie die „Auswertungen der Befunde“ (bauphysikalische Berechnungen). Die aus der „Diagnose“ gewonnenen Erkenntnisse fließen dann in das Sanierungskonzept mit ein.

### Anspruch und Wirklichkeit

Ob die erstellte Diagnose richtig und umfassend, das heißt auch die entsprechend durchgeführten Dachöffnungen repräsentativ waren, zeigt sich spätestens, wenn die alte Dacheindeckung zurückgebaut wird. Mit anderen Worten: die Stunde der Wahrheit naht. Da ist es schon wieder, das Überraschungsei. So hatte man sich das nicht vorgestellt. Trotz niedriger Temperatur am frühen Morgen steht dem Vorarbeiter der Schweiß auf der Stirn. Nach dem Anruf von der Baustelle schreckt der Meister erst einmal zusammen. Ist der Traum aus mit der geplanten geschlauften Verlegung der Luftdichtheitsschicht in den Sparrenfelder? Passt jetzt das geplante Sanierungskonzept überhaupt noch?

### Wohin denn mit der Luftdichtheitsschicht?

Mit dieser Frage muss die eigentliche Sanierungsplanung beginnen. „Hoch und runter“ oder stattdessen lieber „oben

Anzeige

THEO OTT  
HOLZSCHINDELN

Natürlich bauen mit .....  
[www.holzschindeln.de](http://www.holzschindeln.de)

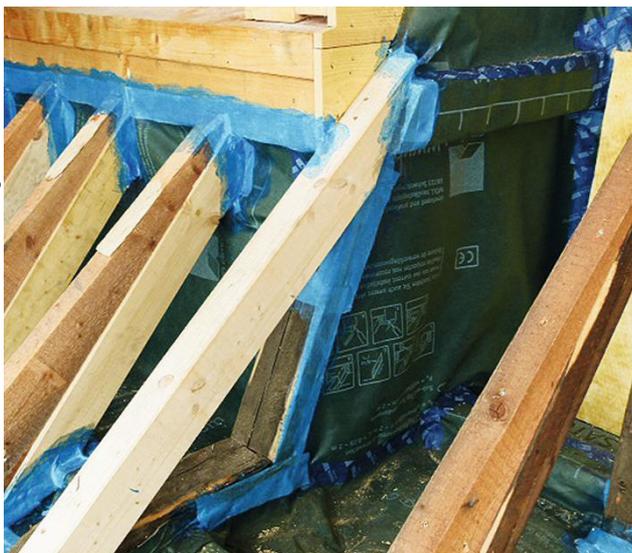
Theo Ott GmbH - Tel. +49 (0)8654-481880

Foto: Zimmermann



Typische Bausituation: Das Dachgeschoss ist ausgebaut, bei der Sanierung wird eine Zwischensparrendämmung geplant und beim Abnehmen der Ziegel und Lattung stellt sich heraus, dass viele Sparrenfelder bereits „besetzt“ sind.

Foto: Sachverständigenbüro Harald Handwerk



Bei der Verlegung geschlaufter Dampfbremsen ist oft mehr chirurgisches Geschick als das eigentliche Handwerk gefragt. Je mehr Anschlüsse und Durchdringungen, desto größer das Fehlerpotenzial.

drauf“ bleiben? Wenn die Innenbekleidung erhalten bleibt, kann der Dachdecker zwischen diesen beiden Methoden wählen. Die dritte, die wahrscheinlich beste Möglichkeit, ist die diffusionshemmende Luftdichtheitsschicht von innen angebracht. Dabei wird die Dampfbremse des Daches an die Luftdichtheitsschicht der Wände (meist der Innenputz) angeschlossen. Das kennen wir aus dem Neubau, setzt jedoch die Erneuerung der Innenbekleidung voraus. Sehr oft muss aber der Dachdecker aus den zuerst genannten Varianten wählen. Spätestens jetzt sollte in der Theorie der Hinweis an den Bauherren kommen: „Eigentlich müsste die Decke ab,

wir versuchen trotzdem das Beste daraus zu machen.“ Das bleibt aber leider Theorie, die Praxis sieht meist anders aus.

### Anforderungen aus geltenden Regelwerken

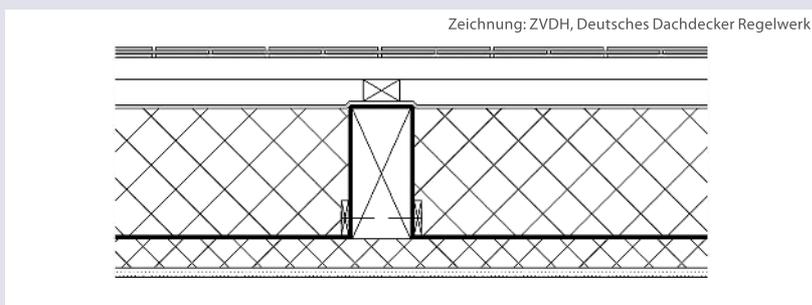
Egal welche Voraussetzungen der Dachdecker vorfindet, die Anforderungen an ihn als Ausführenden sind immer gleich. Aus § 6 der Energieeinsparverordnung ergibt sich die Forderung des luftdichten Bauens. Die Umsetzung dieser Forderung ist den geltenden technischen Regelwerken zu entnehmen. Hierzu gehören unter anderem die DIN 4108-7 und das Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand.

Die Einhaltung der geforderten U-Werte und des Mindestwärmeschutzes bei Detailausbildungen sowie auch die Forderung der luftdichten Ausführung bedürfen keiner zusätzlichen Vereinbarung. Aussagekräftige Beispiele für die Ausführung und Umsetzung der Luftdichtheitsschicht in der Sanierung wird man aber in den geltenden Regelwerken vergeblich suchen. Keine Sorge, dafür gibt es aber jede Menge Forderungen.

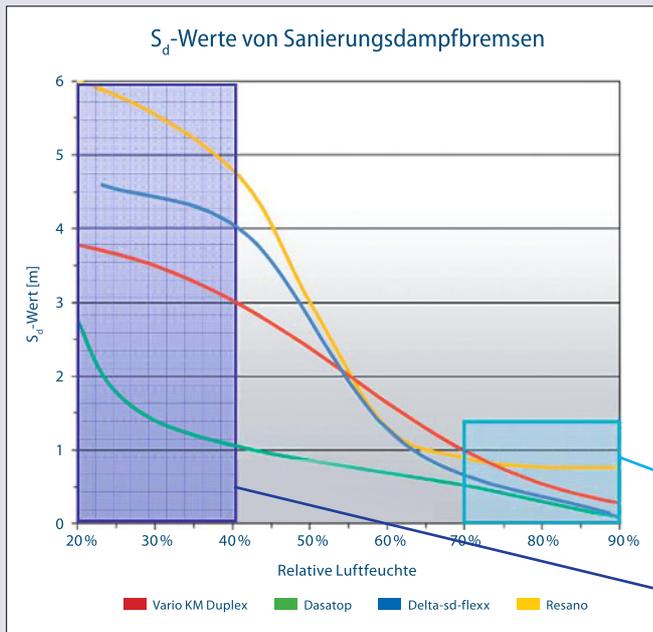
### Geschlaufte Verlegung der Dampfbremse

Bei der geschlauften Verlegung der Dampfbremse, von außen über die Sparren in das Gefach nach innen, ist eine instationäre Simulationsberechnung durchzuführen. Mit diesen Programmen wird das hygrothermische Verhalten von Baukonstruktionen unter realen Bedingungen berechnet. Nach Eingabe aller tatsächlich vorhandenen Parameter lässt sich dann abschätzen, wie das Gebäude und seine Bauteile auf die thermische Umgebung reagieren werden. Die U-Wert- und die Diffusionsberechnung nach dem Glaserverfahren wird der ein oder andere interessierte Dachdecker noch selbst ausführen können und möglicherweise auch wollen. Aber bei den instationären Simulationsberechnungsverfahren handelt es sich um hochkomplexe Berechnungsprogramme aus der Wissenschaft und Forschung. Bei Tageslicht be-

## ZEICHNUNG



Wichtig: Bei der geschlauften Verlegung der Dampfbremse ist eine instationäre Simulationsberechnung durchzuführen. Zu beachten sind auch die seitlichen Anpresslatten an den Sparren, die gewährleisten, dass die Dampfbremse im Gefach bündig mit dem Sparren schließt.



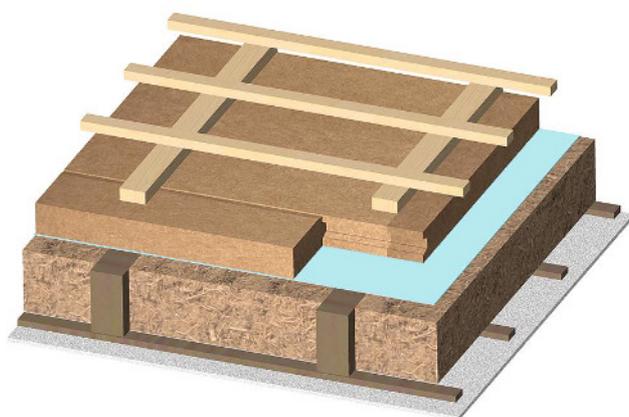
Eine Dampfbremse, die im kalten (und feuchten) Bereich diffusionsoffen wird.

trachtet haben diese Programme für die praktische Handhabung der Dachdeckerunternehmen wahrscheinlich keine große Relevanz. Aber nicht nur aus diesem Grund ist diese Art der Konstruktion sehr kritisch zu betrachten. Es handelt sich hierbei um eine sehr aufwendige Verlegetechnik mit einem sehr großen Fehlerrisiko, die, wenn überhaupt, nur bei ganz einfachen Dächern mit wenig Durchdringungen funktionieren kann. Allein der Anschluss an Aufschieblinge, Kehlbalken, Wechsel, Kamine und so weiter gestaltet sich in der Praxis sehr schwierig bis hin zu unmöglich. Hier ist mehr das chirurgische Geschick als die Handwerkskunst gefragt. Je mehr Anschlüsse und Durchdringungen, desto größer das Fehlerrisiko. Die Ausführung als geschlaufte

Verlegung ist nur mit sogenannten feuchteadaptiven Dampfbremsen zulässig. Diese Bahnen verändern ihren S<sub>d</sub>-Wert nach dem tatsächlich vorhandenen Feuchteaufkommen. Bei hoher Luftfeuchtigkeit werden die Bahnen diffusionsoffen. Damit werden eine Austrocknung über den Sparren und eine Umkehrdiffusion im Sommer gewährleistet.

### Kombination von Aufdach- und Zwischensparrendämmung aus PUR/PIR

Auch die Kombination von Zwischensparrendämmung und Aufdachdämmung aus PUR/PIR benötigt einen rechnerischen Nachweis für den Feuchteschutz nach dem Glaserverfahren. Der S<sub>d</sub>-Wert dieser Aufdachdämmsysteme liegt übli-



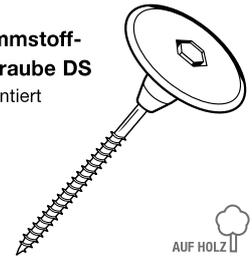
Die Verlegung und Ausführung der Luftdichtheitsschicht über die Sparren ist eine praktikable handwerksgerechte Lösung und das Dach wird gleichzeitig vor Regen geschützt.

**Dämmstoffnagel TYP II**



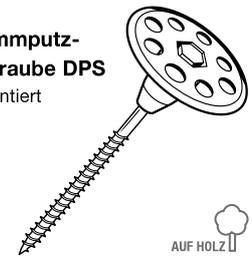
AUF HOLZ

**Dämmstoffschraube DS**  
patentiert



AUF HOLZ

**Dämmputzschraube DPS**  
patentiert



AUF HOLZ

**Dämmstoffbefestiger VT**



AUF BETON + MAUERWERK

**Dämmstoffschraube DK**  
DGBM-Nr. 203 20600.2



AUF HOLZ

**FRIEDR. TRURNIT GmbH**

Rahmedestr. 161 · D-58762 Altena  
TEL +49(0)23 52 / 95 96 96  
FAX +49(0)23 52 / 59 05  
Friedr.Trurnit-GmbH@t-online.de  
<http://www.Trurnit-Friedr.de>


**TABELLE**

Vorhandene Innenbekleidung		Verhältnis Überdämmung/Zwischensparrendämmung			
		(1)	(2)	(3)	(4)
Bestand	$S_{d, \text{Bekl.}}$	1:2	1:3	1:4	1:5
Gipsplatte ohne Dampfbremse	0,1 m	18 M-%	28 M-%	40 M-%	48 M-%
Holzschalung ohne Dampfbremse	0,6 m	13 M-%	18 M-%	22 M-%	27 M-%
Gipsplatte mit Dampfbremse	2,1 m	12 M-%	15 M-%	18 M-%	20 M-%

Farbcode: Trocken Halbtrocken Feucht

✓     ✓     ?

Quelle: Robert Borsch-Laaks

cherweise bei 2 m. Bei diesen Konstruktionen muss die Trocknungsreserve von 250 g/m<sup>2</sup> und Jahr sichergestellt sein. Damit ist der Unterschied zwischen der möglichen Tauwassermenge und dem Verdunstungspotenzial gemeint. Der Grund hierfür ist das Befeuchtungsrisiko infolge von Wasserdampftransport durch Luftströmungen über Leckagen in der Luftdichtheits-

schicht. Eine 100-prozentige Luftdichtheit kann unter Baustellenbedingungen nicht erreicht werden. Das haben auch die Regelwerke erkannt.

#### Diffusionsoffene Luftdichtheitschicht über die Sparren

Aber auch Konstruktionen, bei denen auf eine Diffusionssperre verzichtet wird, müs-

sen rechnerisch nachgewiesen werden. Damit sind die Steildachsanierungen mit Holzfaser-Aufdachdämmung in Kombination mit einer feuchtigkeitsaufnahmefähigen Zwischensparrendämmung gemeint. Hier wird eine Luftdichtheitsschicht über die Sparren verlegt. Diese hochdiffusions-offenen Bahnen liegen dann zwischen den beiden Dämmschichten. Die Verlegung und Ausführung der Luftdichtheitsschicht über die Sparren ist eine äußerst praktikable handwerksgerechte Lösung und das Dach wird gleichzeitig während der Ausführung vor Regen geschützt. Die An- und Abschlüsse müssen genauso sorgfältig geplant und ausgeführt werden, sind aber in der Regel deutlich einfacher zu gestalten. Bei diesen Aufbauten handelt es sich um nach außen hin diffusionsoffene Konstruktionen. Hierbei wird die dampfbremsende Eigenschaft der vorhandenen Innenbekleidung mit berücksichtigt. Die Dicke der Überdämmung ist abhängig von dem  $S_d$ -Wert der Innenbekleidung und der Dicke der Zwischensparrendämmung. Zur Orientierung dient die nebenstehende Tabelle.

Die Voraussetzungen für diese Sanierungsvariante ist eine diffusionsoffene Holzfaser-Aufdachdämmung in Verbindung mit einer diffusionsoffenen Unterdeckbahn als Luftdichtheitsschicht. Die eingesetzten Materialien müssen aufeinander abgestimmt sein, am besten nutzt man die angebotenen Systeme der Hersteller. Die Sparrenfelder müssen bis Oberkante Sparren mit einem feuchtigkeitsregulierenden Wärmedämmstoff zur Luftdichtheitsschicht aufgefüllt werden. Hierzu eignen sich beispielsweise Holzfaser, Zellulose oder Hanf. Während der Sanierung dient die verklebte Luftdichtheitsschicht gleichzeitig als Witterungsschutz.


**BUCHTIPP**

In der vierten, überarbeiteten Auflage von „Wärme- und Feuchteschutz im Dach- und Holzbau“ stehen die neuen Anforderungen der EnEV 2014 und die Verschärfungen dieser Energieeinsparverordnung ab 2016 im Fokus. Neben den bauphysikalischen Grundlagen im Wärme- und Feuchteschutz geht es um die praktischen Auswirkungen von Wärmebrücken und Luftundichtheiten sowie um bauteilbezogene Berechnungen von zum Beispiel U-Wert oder Tauwassernachweis. Anhand konkreter Bauobjekte wird die Anwendung der aktuellen Energieeinsparverordnung beispielhaft erläutert, Projektbeispiele aus dem Dach- und Holzbau dienen hierbei als Leitfaden für eine praxisbezogene Umsetzung.

#### Wärme- und Feuchteschutz im Dach- und Holzbau

Sichere Konstruktionen und Projekte nach EnEV  
Dipl.-Ing. (FH) DDM Friedhelm Maßong  
4., überarbeitete Auflage. 2016. Gebunden. 17 × 24 cm.  
448 Seiten mit zahlreichen Abbildungen und Arbeitshilfen.  
Mit beiliegender CD-ROM.  
ISBN: 978-3-481-03250-0  
59,- Euro



#### Und was ist jetzt mit dem Lüftungskonzept?

Gut gedämmte sowie sorgfältig luftdicht ausgeführte Konstruktionen sind Grundvoraussetzungen für energiesparende und schadensfreie Dächer. Durch die fachgerechte Herstellung der Wärmedämmung verbleibt die Heizenergie viel länger im Inneren des Gebäudes. Auch die warme Luft kann nicht mehr so unkontrolliert entweichen. Der Grund hierfür ist die gewissenhaft hergestellte Luftdichtheitsschicht.

## i PRAXISTIPP

Wichtig ist ein ausgewogenes energetisches „Kräfteverhältnis“ der einzelnen Bauteile. Wenn alle Bauteile gleich schlecht sind, ist es gut. Wenn ein Bauteil besonders gut ist, ist es schlecht. Wir brauchen daher fehler-tolerante Konstruktionen mit hohem Rücktrocknungspotenzial nach dem Grundsatz: So diffusionsdicht wie nötig, so diffusionsoffen wie möglich. Die einfachsten Konstruktionen sind aus der Erfahrung die besten.

- Der  $S_d$ -Wert sollte von innen nach außen abnehmen.
- Die Systeme müssen aufeinander abgestimmt sein.
- verarbeiterfreundliche Systeme wählen
- an die ausführenden Mitarbeiter denken und nicht ständig die Systeme wechseln

Genau das ist das Ziel einer energetischen Sanierung. Das mit der Energieeinsparung durch die Wärmedämmung verstehen die meisten Bauherren. Gleiches gilt auch für die Verbesserung der „natürlichen Infiltration“ des Gebäudes. Nach durchgeführter Sanierung zieht es auf einmal nicht mehr. Nur bedeutet dies im Umkehrschluss, dass durch die nun „fehlende Infiltration“ auch der natürliche Luftwechsel minimiert ist. Ein ausreichender Luftwechsel ist aus Gründen der Hygiene sowie der Begrenzung der Raumluftfeuchte jedoch unbedingt notwendig. Aus diesem Grund fordert die DIN 1946-6 bei einer luftdichten Verbesserung der Gebäudehülle die Überprüfung durch ein Lüftungskonzept. Dadurch soll eine nutzerunabhängige Lüftung für den Feuchteschutz sichergestellt werden.

- Grundsätzliches: Es ist nicht die Aufgabe des Handwerkers, für seine Kunden ein Lüftungskonzept zu erstellen. Aber ein Hinweis auf die Notwendigkeit der Überprüfung des neuen Lüftungsverhaltens für das Gebäude sollte schon erfolgen. Diese Hinweispflicht ergibt sich auch aus dem Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand und gehört zu einer umfassenden und kompetenten Beratung.
- Übrigens: Die Luft besitzt im Vergleich zu festen Materialien eine nur sehr geringe Wärmespeicherkapazität. Die Hauptenergie verbleibt in den Wänden, der Dachkonstruktion und auch im Inventar. Aus diesem Grund ist ein kurzzeitiger Austausch der Raumluft energetisch überhaupt kein Problem.

### Die Planung und Ausführung

Die Planung und Ausführung der Luftdichtheit ist bei einer energetischen Dachsanierung mindestens so wichtig wie die Materialauswahl und der Einbau der Wärmedämmung. Leider spiegelt sich diese Tatsache des Öfteren nicht in der Kalkulation und Preisgestaltung einiger Angebote wider. Aber gerade hier werden mitunter die „teuersten“ Fehler begangen. Die Bauphysik kennt zwei Arten des Feuchteintrags in unsere Konstruktionen. Das Schadenspotenzial durch „Konvektion“ ist viel größer als das durch „Diffusion“. Die nachträgliche Änderung der Luftdichtheitschicht geht meist mit einem Rückbau des Daches einher.

*Hinweis: In den weiteren Folgen werden bauphysikalische Hintergründe beleuchtet und das Schadenspotenzial erklärt.*

Der alte Grundsatz „Das kannst du halten wie ein Dachdecker“ hilft da recht wenig. Auch das Dachdeckerhandwerk ist mittlerweile sehr transparent geworden und „hoch macht schön“ gilt spätestens seit dem Zeitalter der Drohnen nicht mehr. Mittels modernster Messtechnik können auch

im Nachhinein fast alle Fehler innerhalb der Dachkonstruktion nachgewiesen werden. Luftdichtheitsmessungen mit Blower-Door-Test und Nebelmaschinen zeigen die kleinsten Leckagen auf. Hochauflösende Wärmebildkameras visualisieren alle Schwachstellen in der Wärmedämmung und im Bereich der Anschlüsse. Knapp daneben ist auch vorbei, selbst wenn der Schaden erst einmal unbemerkt bleibt, die Physik lässt sich nicht überlisten. Schlechte Vorbereitung, falsche Materialauswahl und nachlässige Verarbeitung führen bei unseren sensiblen Holzkonstruktionen zu großen Schäden. Das schwächste Glied bestimmt die Stärke der gesamten Konstruktion. Je besser die eigentliche Konstruktion, desto gravierender wirken sich die jeweiligen Schwachstellen aus. Holz und (zu viel) Wasser finden halt gemeinsam auf Dauer keinen Platz in unseren Dachkonstruktionen. Nicht der Klügere, sondern der Schwächere gibt nach!

### Ausblick auf kommendes Thema

In Folge 2 „Bauphysik in der Theorie und Praxis – Luftfeuchte“ werden die Anforderungen aus der energetischen Gebäudehüllensanierung und die hieraus entstehenden bauphysikalischen Konsequenzen behandelt. Gut gemeint ist noch lange nicht gut gemacht! Naturgesetze und Physik lassen sich auch von EnEV und Co. keine Vorschriften machen. //

Suchbegriffe online: [www.ddh.de](http://www.ddh.de)

Bauphysik

Luftdichtheit

Wärmedämmung

EnEV

Anzeige



Die  
saubere  
Problemlösung  
für alle Dachdecker  
und Zimmerleute  
Weitere Infos unter:  
[www.walzbleischneider.de](http://www.walzbleischneider.de)