

A. Holm, H.M. Künzel

## Feuchtetechnisches Verhalten von Holzsparren bei einer Dachsanierung von außen

### Problemstellung

Bei der Neueindeckung von ausgebauten Dächern bestehender Gebäude ist häufig ein gleichzeitiger Einbau bzw. eine Erneuerung der Wärmedämmung zweckmäßig. In der Regel soll dabei der Wohnraum unangetastet bleiben, so daß Dämmung und Dampfbremse nur von außen in den Sparrenzwischenraum eingepaßt werden können. Da die Dampfbremse nach herkömmlichem Verständnis nicht über die Kaltseite eines Bauteils gehen soll, muß sie so zugeschnitten werden, daß der Sparren an der Außenseite freibleibt. Dieses Vorgehen ist nicht nur aufwendig; es hat auch den Nachteil, daß eine dauerhafte Luftdichtheit nur schwer zu erreichen ist. Wesentlich einfacher und auch vorteilhafter in bezug auf die Luftdichtheit wäre das Weiterführen der Dampfbremse über die Außenseite der Sparren. Welche

Auswirkungen eine solche Maßnahme auf die Feuchtesituation in den Sparren hat wird im folgenden am Beispiel eines Schrägdaches mit leicht angefeuchteten Sparren für zwei unterschiedliche Dampfbremsen rechnerisch untersucht.

### Durchführung der Untersuchungen

Mit Hilfe des am Fraunhofer-Instituts für Bauphysik entwickelten und bereits mehrfach verifizierten Verfahrens zur Berechnung des Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen WUFI-2D V2.0 [1] wird das hygrothermische Verhalten eines von außen sanierten Steildaches zweidimensional berechnet. Betrachtet wird die Austrocknung der Holzsparren über einen Zeitraum von drei Jahren beim Einsatz zweier unterschiedlicher Dampfbremsfolien. In einem Fall wird eine Folie auf Polyamidbasis mit feuchteabhängigem Diffusionswiderstand [2], im anderen eine herkömmliche PE-Folie verwendet. Kurzweilige Strahlungsgewinne, die die Austrocknung beschleunigen könnten, und kapillare Transportvorgänge werden bei dieser Rechnung nicht berücksichtigt.

Aus Symmetriegründen kann der in Bild 1 gezeigte Bereich des Daches gewählt werden. Die für das jeweilige Material benötigten hygrothermischen Kennwerte stammen aus der WUFI-Datenbank. Der auf der Rauminnenseite befindliche Putz wird mit einer diffusionsäquivalenten Luftschichtdicke ( $s_d$ -Wert) von 0,2 m, die diffusionsoffene Schalungsbahn auf der Außenseite mit einem  $s_d$ -Wert von 0,02 m berücksichtigt. Als klimatische Randbedingungen werden Tagesmittel der Außentemperatur und -feuchte eines für Holzkirchen typischen Jahres gewählt. Das Raumklima variiert sinusförmig zwischen 20 °C, 40 % rel. Feuchte im Winter und 22 °C, 60 % rel. Feuchte im Sommer. Zur Ermittlung des Austrocknungsverhaltens beginnt die Berechnung im Oktober. Für den Holzsparren und die Holzverschalung wird ein Anfangswassergehalt von 110 kg/m<sup>3</sup> (ca. 30 Masse-%) angenommen. Die Anfangsfeuchte der übrigen Materialien entspricht der Ausgleichsfeuchte bei 80 % rel. Feuchte.

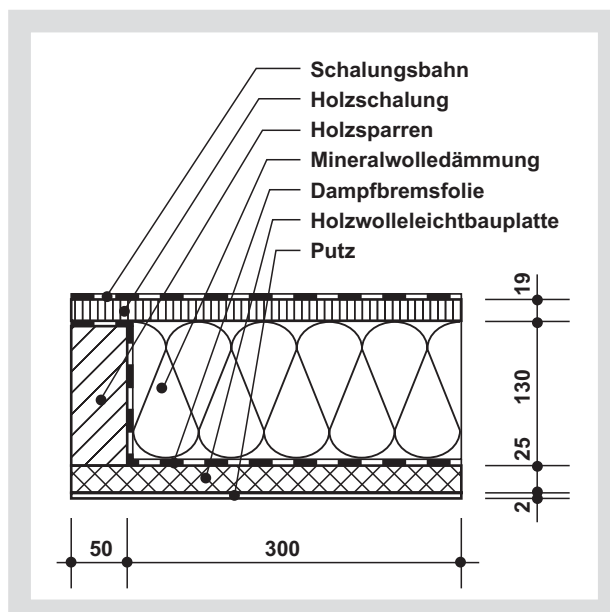


Bild 1: Schematischer Aufbau des Daches für die zweidimensionale WUFI-Betrachtung.

### Ergebnisse

Der Trocknungsverlauf des betrachteten Dachausschnitts mit den beiden unterschiedlichen Dampfbremsen ist anhand von Feuchte-Isoflächen für zwei Zeitpunkte in Bild 2 dargestellt. Bei dem Dach mit der PE-Folie trocknet nur ein Teil der

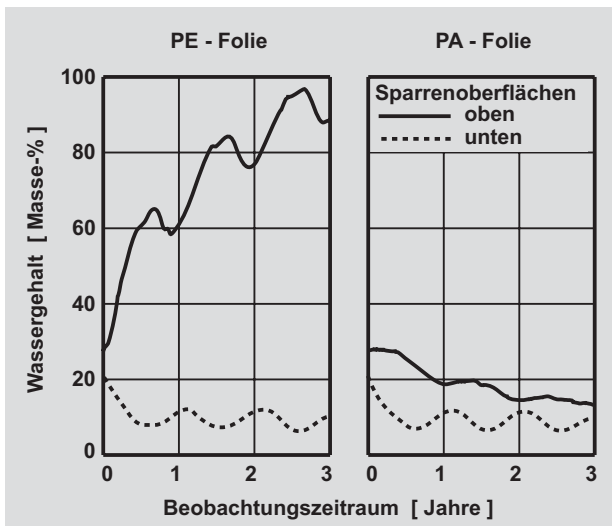


Bild 3: Zeitliche Entwicklung der Sparrenoberflächenfeuchte (oben und unten) während der ersten drei Jahre.

Feuchte nach innen aus, während sich der Rest durch Dampfdiffusion zur äußeren Sparrenoberfläche hin bewegt, wie die Feuchteverteilung nach sechs Monaten und nach einem Jahr deutlich zeigt. Ersetzt man die PE-Folie durch eine feuchteadaptive PA-Folie, wie in Bild 2 auf der rechten Seite dargestellt, dann trocknet die anfänglich vorhandene Sparrenfeuchte rasch nach allen Seiten aus. In der Anfangszeit führt dies allerdings in der Nähe des Sparrens zu einer leichten Erhöhung der Schalungsfeuchte (Bild 2 rechts oben), die sich jedoch innerhalb eines Jahres wieder vollständig abbaut. Noch besser können die instationären Trocknungsverläufe anhand der filmischen Betrachtungsmöglichkeit von WUFI-2D unter [www.wufi.de](http://www.wufi.de) verfolgt werden.

Die die Standsicherheit betreffende Holzfeuchtesituation im Dach bei Einsatz der unterschiedlichen Dampfbremsen ist anhand der inneren und äußeren Oberflächenfeuchten der Sparren (jeweils in der Mitte betrachtet) in Bild 3 dargestellt. Während die Feuchte der raumseitigen Sparrenoberfläche bei beiden Konstruktionsvarianten rasch austrocknet und sich den saisonalen Raumluftfeuchtebedingungen annähert, kommt es an der äußeren Sparrenoberfläche unter der PE-Folie langfristig zu kritischen Feuchtezuständen. Im Gegensatz dazu trocknet die Sparrenoberfläche unter der PA-Folie innerhalb eines Jahres bis unter 20 M.-% aus. Damit können Schäden durch Schimmelpilz oder Fäulnis an den Sparren ausgeschlossen werden.

### Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerung

Die Ergebnisse der zweidimensionalen Feuchtetransportberechnung mit dem Programm WUFI-2d zeigen, daß bei nachträglich von außen gedämmten Dächern mit umwickelten Sparren die Funktionstauglichkeit entscheidend von der Wahl des Dampfbremsfolienmaterials abhängt. Verwendet man PE-Folie, so trocknet der anfänglich feuchte Sparren nur schlecht aus und es kommt innerhalb des Sparrens zu Holzfeuchten über 100 Masse-%. Wird hingegen eine feuchteadaptive Dampfbremse auf der Basis von Polyamid eingesetzt, trocknet der Sparren kontinuierlich aus. Somit bietet diese Konstellation auch bei anfänglich erhöhter Sparrenfeuchte eine ausreichende Sicherheit gegenüber Feuchte-schäden.

### Literatur

- [1] Künzel, H.M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart 1994.
- [2] Künzel, H.M. und Kasper, F.-J.: Von der Idee einer feuchteadaptiven Dampfbremse bis zur Markteinführung. Bauphysik 20 (1998), H.6, S. 257-260.

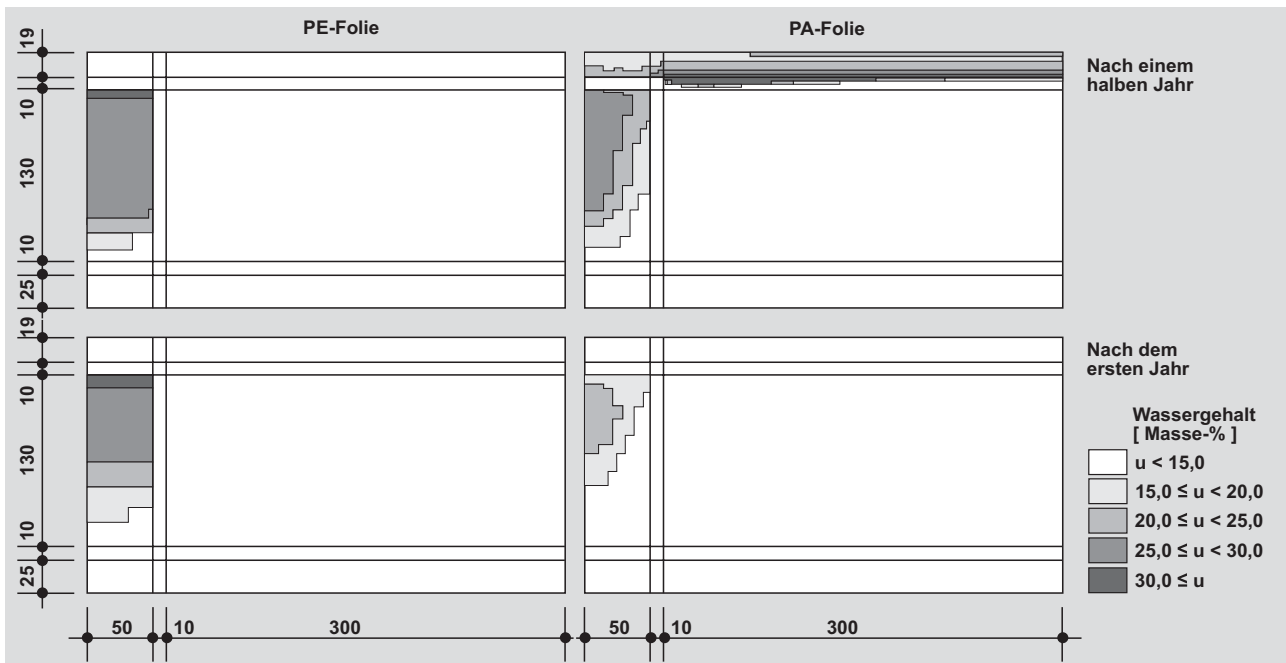


Bild 2: Verteilung des Wassergehaltes nach einem halben Jahr (oben) und dem ersten Jahr (unten). Links: Sanierung mit PE-Folie; Rechts: Sanierung mit PA-Folie



**Fraunhofer** Institut  
Bauphysik

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)**

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis  
 D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00  
 D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0