

27 (2000) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

M. Krus, C. Fitz

Bestimmung des Diffusionswiderstandes extrem diffusionsoffener Folien

Problemstellung

Bei der Zwischensparrendämmung von geneigten Dächern setzt sich die vollgedämmte diffusionsoffene Variante immer mehr durch. Nach einem Merkblatt des Dachdeckerhandwerks [1] gilt eine unbelüftete Dachkonstruktion als feuchte-technisch unbedenklich, wenn das Unterdach eine diffusionsäquivalente Luftschichtdicke (s_d -Wert) von weniger als 0,3 m besitzt und gleichzeitig die raumseitige Dampfsperre einen s_d -Wert von mindestens 2 m aufweist. Nach der neuen Holzschutznorm [2] ist eine Dampfsperre dann nicht erforderlich, wenn die Unterspannbahn extrem diffusionsoffen ist, d.h. einen s_d -Wert von höchstens 0,02 m hat. Dies hat bei den Herstellern zu der Entwicklung zahlreicher Unterspannbahnen mit extrem niedrigem s_d -Wert geführt, der von Untersuchungslabors ausreichend genau bestimmt werden muß.

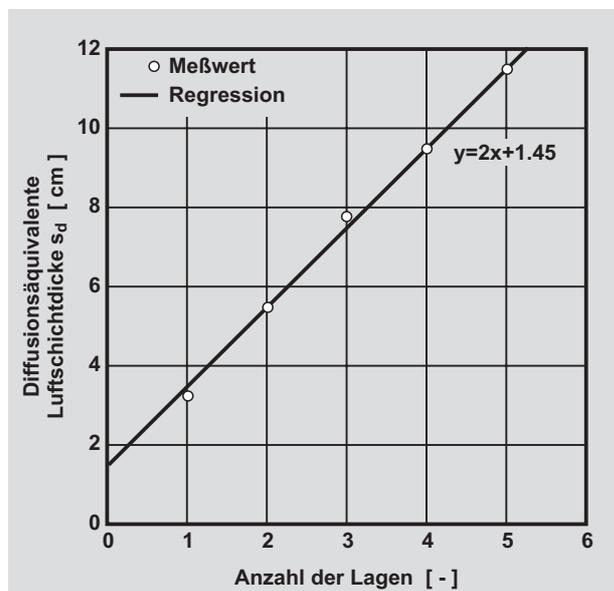


Bild 1: Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke in Abhängigkeit von der Anzahl der Lagen für Unterspannbahn USB 1, s_d -Wert und Übergangswiderstände getrennt ablesbar (modifiziert aus Liersch [4]).

Bei der Entwicklung der DIN 52615 [3], die die Bestimmung des Diffusionswiderstandes regelt, finden extrem diffusionsoffene Materialien keine spezielle Berücksichtigung, da zum damaligen Zeitpunkt keine derartigen Folien auf dem Markt waren. Bei dieser Bestimmung bleiben Stoffübergangsphänomene unberücksichtigt. Diese Stoffübergangswiderstände liegen im Zentimeterbereich und konnten für die damals üblichen Dampfbremsen mit einem s_d -Wert von meist mehr als 2 m zurecht unberücksichtigt bleiben. Für extrem diffusionsoffene Folien ist dies natürlich nicht der Fall, weswegen Liersch [4] für diese Materialien ein neues Verfahren zur Bestimmung des s_d -Wertes entwickelt hat.

Modifiziertes Verfahren nach Liersch

Wie beim gravimetrischen Verfahren nach DIN 52615 wird die zu prüfende Unterspannbahn auf ein Gefäß, das mit einem Sorptionsmittel gefüllt ist, aufgebracht und dampfdicht verschlossen. Anstelle der Messung mit einer Lage Unterspannbahn werden mehrere Messungen mit unterschiedlicher Anzahl von Lagen (1 bis 5 (6)) durchgeführt. Die Gefäße werden in einer Klimakammer einem konstanten Klima ausgesetzt. Aufgrund des Wasserdampfpartialdruckgefälles stellt sich ein konstanter Wasserdampf-Diffusionsstrom durch die Probe ein, der durch Wiegen des Gefäßes in regelmäßigen Zeitabständen bestimmt wird. Der gemessene s_d -Wert ergibt sich als Summe der folgenden Einzelwiderstände:

- $s_d (\beta_a)$ Diffusionswiderstand durch den äußeren Stoffübergang
Klimaraum/Probenoberfläche
- s_d (Probe) Diffusionswiderstand der Probe
- $s_d (\beta_i)$ Diffusionswiderstand durch den inneren Stoffübergang
Probenoberfläche/Sorptionsraum
- s_L Diffusionswiderstand der Luftschicht im Sorptionsgefäß
- $s_d (\beta_{\text{Sorbens}})$ Diffusionswiderstand durch Stoffübergang
Sorptionsraum/Sorbens

Nach Liersch ergibt sich der "wahre" s_d -Wert der Unterspannbahn aus der Steigung der Geraden, wenn man s_d über die Anzahl der Lagen aufträgt. Der Schnittpunkt mit der

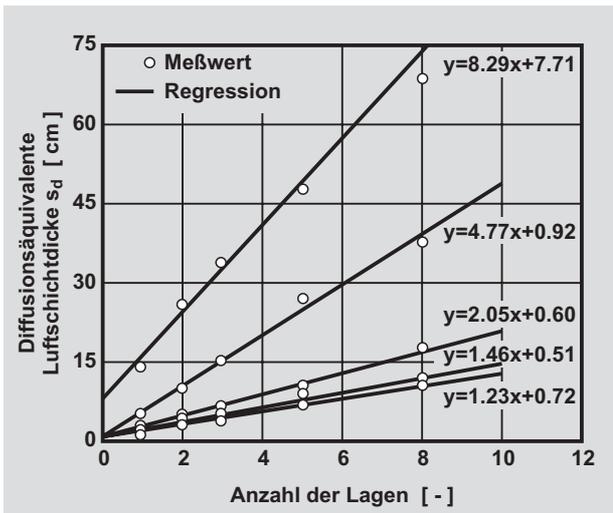


Bild 2: An unterschiedlichen Materialien für 1, 2, 3, 5 und 8 Lagen bestimmte s_d -Werte. Der Widerstand des ausgemessenen Luftspaltes wurde dabei abgezogen. Mit eingezeichnet sind die sich ergebenden Regressionsgeraden.

Ordinate ergibt die Summe der Stoffübergangswiderstände (siehe Bild 1).

Bei dem Verfahren nach Liersch sind anstelle von einer Prüfung mindestens vier Prüfungen notwendig. Die Bestimmung des s_d -Wertes ist also zeitaufwendiger und kostenintensiver.

Am IBP entwickeltes Verfahren

Überlegungen am IBP führten zu der Annahme, daß die Übergangswiderstände nicht materialabhängig, sondern allein durch die Prüfandbedingungen (Klimakammer, Dampfdruckdifferenz, Sorbens, Luftspalt, Luftgeschwindigkeit) gegeben sind. Deshalb wurden Untersuchungen an fünf verschiedenen Unterspannbahnen mit s_d -Werten zwischen 0,01 m und 0,1 m durchgeführt. Von jeder Unterspannbahn wurden an jeweils 3 Proben der s_d -Wert von 1, 2, 3, 5 und 8 Lagen bestimmt. Die Messungen wurden im Trockenbereich durchgeführt (Randbedingungen 23 °C, 0/50 % r.F.) mit Kie-

Tabelle 1: Zusammenstellung der Ergebnisse für die untersuchten Materialien.

| Probe | s_d Übergangswiderstände [cm] | s_d Methode Liersch (aus Steigung) [cm] | s_d gemäß DIN 52615 [cm] | s_d aus Messung an 8 Lagen minus mittl. Übergangswiderstand [cm] | Differenz Methode Liersch - IBP [cm] |
|---------------------|-----------------------------------|---|------------------------------|--|--|
| a | 0,92 | 4,77 | 5,33 | 4,71 | 0,06 |
| b | 0,51 | 1,46 | 1,33 | 1,35 | 0,11 |
| c | 0,60 | 2,05 | 3,00 | 2,12 | 0,07 |
| d | 0,72 | 1,23 | 2,00 | 1,23 | 0,00 |
| f | 7,70 | 8,29 | 13,67 | 8,70 | |
| Mittelwert (ohne f) | 0,69 | | | | 0,06 |

selgel als Sorbens. Der Luftspalt betrug 3 cm. Die Ergebnisse sind in Bild 2 dargestellt.

Die Ergebnisse zeigen, daß alle sich ergebenden Regressionsgeraden die Ordinate in nahezu demselben Punkt schneiden. Eine Ausnahme bildet Folie f, wobei bei diesen Messungen die Meßpunkte eindeutig nicht auf einer Geraden liegen. Der Grund hierfür liegt in der Konsistenz dieses Materials, das eine äußerst geringe Steifigkeit aufweist. Bei der Bestückung der Probengefäße mit mehreren Lagen dieses Materials zeigte sich, daß es nahezu unmöglich ist, ebene, nichtwellige Oberflächen zu schaffen. Bei diesem Material müßten deshalb abweichende Meßergebnisse erwartet werden. Dieses Problem könnte durch Verwendung anderer Gefäße mit besseren Einspannmöglichkeiten für Folien gelöst werden.

Für die Summe der Übergangswiderstände ergibt sich, ohne Berücksichtigung der Messungen an Folie f, ein mittlerer Wert von 0,7 cm mit Abweichungen von maximal $\pm 0,2$ cm (siehe Tabelle 1). Mit in der Tabelle aufgeführt sind die sich ergebenden s_d -Werte nach DIN 52615 und nach der Methode von Liersch. Zum Vergleich dazu ist der s_d -Wert aufgeführt, der sich ergibt, wenn nur die Messung mit acht Lagen berücksichtigt wird unter Abzug des mittleren Wertes der Übergangswiderstände. Während die Ergebnisse nach DIN 52615 deutliche Abweichungen zu den aus der Steigung (nach Liersch) berechneten s_d -Werten zeigen, ergeben sich nach der "IBP-Methode" fast dieselben Werte mit einer Abweichung von im Mittel lediglich 0,06 cm!

Zusammenfassung

Das Meßverfahren nach DIN 52615 ist ohne Modifikationen für extrem diffusionsoffene Folien nicht anwendbar. Exaktere Ergebnisse erlaubt die Methode nach Liersch, bei der mehrere Messungen mit unterschiedlicher Anzahl von Lagen bestimmt werden müssen, um die Summe der Übergangswiderstände zu ermitteln und zu berücksichtigen. Bei der hier beschriebenen Methode wird davon ausgegangen, daß diese Übergangswiderstände nicht von Materialien, sondern lediglich von den Randbedingungen im Klimaraum abhängig sind. Dies bedeutet, daß es ausreichend ist, die mittlere Summe der Übergangswiderstände einmalig zu bestimmen und bei der Berechnung des s_d -Wertes zu berücksichtigen. Die Ergebnisse mit Messungen an 8-lagigen Proben zeigen äußerst geringe Abweichungen zu den Ergebnissen nach Liersch. Dies bedeutet, daß damit für extrem diffusionsoffene Materialien eine zuverlässige Bestimmung des s_d -Wertes mit nur einer Messung (an acht Lagen), die nur unwesentlich aufwendiger als die Messung nach DIN 52615 ist, möglich ist.

Literatur

- [1] Merkblatt für Wärmeschutz bei Dächern. Deutsches Dachdeckerhandwerk - Regelwerk. Ausgabe September 1997. Hrsg. Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks - Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik - e.V.
- [2] DIN 68800, Teil 2: Holzschutz; vorbeugende bauliche Maßnahmen. Mai 1996.
- [3] DIN 52615: Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit von Bau- und Dämmstoffen. November 1987.
- [4] Liersch, K.W., Jaspers, D.: Eine einfache Methode zur Bestimmung realitätsnaher s_d -Werte von extrem diffusionsoffenen Unterspannbahnen in Anlehnung an DIN 52615. wksb 41 (1996), H. 37, S. 313-33.

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