

B. Nusser, M. Krus, C. Fitz

Luftbewegung bei der Diffusionsmessung – ein nicht zu verachtender Faktor

Hintergrund

Werden die Wasserdampfdurchlässigkeit und somit die diffusionsäquivalente Luftschichtdicke (s_d -Wert) von Folienmaterialien, die im Baubereich zum Einsatz kommen, bestimmt, so wird derzeit nach der DIN EN ISO 12572 [1] gemessen. Bezüglich der Luftbewegung bei der Messung bestehen dort jedoch keine eindeutigen Festlegungen. In Abhängigkeit von der Überströmgeschwindigkeit bildet sich direkt oberhalb einer Probe eine unterschiedlich ausgeprägte Grenzschicht, welche die Diffusion beeinflusst und somit den ermittelten s_d -Wert der Probe verfälscht. Diese Grenzschicht wird mit zunehmender Luftgeschwindigkeit geringer. In der Norm wird kein konkreter Grenzwert angegeben, ab welchem s_d -Wert der Folie die Luftbewegung erhöht werden sollte. Es ist lediglich davon die Rede, dass für „sehr durchlässige Stoffe“ eine Luftbewegung von mindestens 2,0 m/s oberhalb des Prüfkörpers anliegen muss. Für Messungen von „nicht sehr durchlässigen Stoffen“ ist die Luft im Klimaraum mit einer Geschwindigkeit zwischen 0,02 m/s und 0,3 m/s umzuwälzen [1]. Im Zuge einer Diplomarbeit am IBP-Holzkirchen und in Zusammenarbeit mit der FH-Rosenheim wurde für verschiedene Folien unter anderem der Einfluss der Grenzschicht und deren Abhängigkeit von der Luftbewegung untersucht.

Durchführung der Untersuchung

Insgesamt wurden über 300 Diffusionsmessungen (Wetcup 23 - 50/93 und Drycup 23 - 3/50) an 5 verschiedenen Folien (Folien A – E) bei unterschiedlichen Luftgeschwindigkeiten durchgeführt. Wie in **Bild 1** zu erkennen ist, wurde die Luftgeschwindigkeit mit handelsüblichen Ventilatoren direkt vor den Proben im Klimaraum erzeugt. Es wurde bei 5 verschiedenen Luftgeschwindigkeiten gemessen. Als Richtwert wurden 0 m/s, die normale Luftbewegung im Klimaraum von $\approx 0,1$ m/s, 1 m/s, 2 m/s und 3 m/s angesteuert. Aufgrund der unterschiedlichen Entfernungen zu den Ventilatoren ergab sich eine relativ breite Abdeckung des Geschwindigkeitsbereichs.

Die Luftgeschwindigkeit wurde mit Hilfe eines richtungsunabhängigen Strömungsanemometers ca. 1 cm über der Probenoberfläche in Probenmitte erfasst. Ein Datenlogger zeichnete die Messergebnisse alle 0,2 sec. für mind. 15 min. auf. Aus den so gewonnenen Daten wurde der Mittelwert der Luftgeschwindigkeit über jeder einzelnen Probe ermittelt.



Bild 1: Versuchsaufbau zur Ermittlung des Einflusses der Überströmgeschwindigkeit [2].

Um die Proben bei einer Strömungsgeschwindigkeit von 0 m/s zu messen, wurden sie mit Papierzylindern umgeben und so vor der Luftumwälzung geschützt.

Messergebnisse

Der Einfluss der Luftgeschwindigkeit auf die Grenzschicht konnte bei den durchgeführten Messungen deutlich nachgewiesen werden. Bei den diffusionsoffenen Folien A, B und E, die im Wetcup Verfahren einen s_d -Wert zwischen 0,01 m und 0,03 m aufweisen, wurde bei einer Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit von $v_{\text{Luft}} = 0$ m/s auf $v_{\text{Luft}} > 2$ m/s eine s_d -Wert-Änderung zwischen 0,016 m und 0,019 m gemessen. Dies entspricht einer s_d -Wert Änderung von im

Mittel 88 ± 35 %. Bei den dichteren Folien C und D, mit s_d -Werten von 9,5 m und 0,38 m, liegt die s_d -Wert Änderung im Bereich der Standardabweichung und ist deshalb nicht signifikant.

Wie in **Bild 2 und 3** zu erkennen ist, ist die Änderung des s_d -Werts (Δs_d -Wert) bei Strömungsgeschwindigkeiten zwischen 0,0 m/s und 0,5 m/s am stärksten ausgeprägt. Sie nimmt mit zunehmender Strömungsgeschwindigkeit exponentiell ab. Bei den Folien A und B stellte sich ab 0,5 m/s ein nahezu lineares Gefälle ein. Ab einer Strömungsgeschwindigkeit von 2,0 m/s ist die Änderung des s_d -Werts wenig relevant.

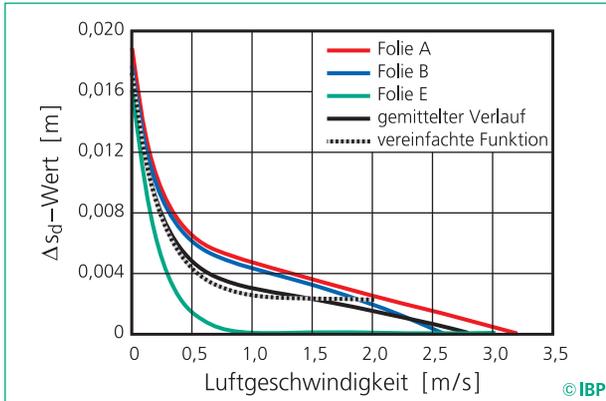


Bild 2: Änderung des s_d -Werts in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit, Wetcup [2].

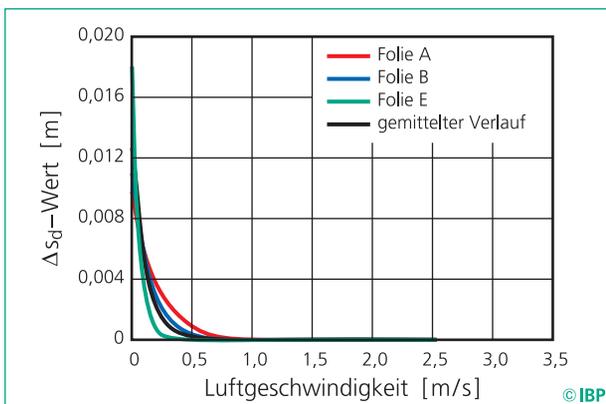


Bild 3: Änderung des s_d -Werts in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit, Drycup [2].

Ein Vergleich der s_d -Wert-Änderungen zwischen dem Wetcup- und dem Drycup-Verfahren zeigt bei den Folien A und B einen deutlichen Unterschied. Dies deutet auf einen geringeren Einfluss der Grenzschicht bei dem Drycup-Verfahren hin.

Der Diffusionswiderstand der Grenzschicht im Wetcup-Verfahren lässt sich mit Hilfe des gemittelten Verlaufs der Graphen aus **Bild 2** abschätzen. Für den praktischen Einsatz bei Diffusionsmessungen mit **Luftbewegungen zwischen 0,02 m/s und 2,0 m/s** kann folgende, vereinfachte Gleichung zur Bestimmung der Grenzschicht verwendet werden:

$$d_{G,W} = 0,00225 + 0,015 * e^{(-4,0 * v_{Luft})}$$

Die Abweichung zum gemittelten Verlauf beträgt bei Verwendung der vereinfachten Gleichung bei 2 m/s ca. 0,001 m.

Für das Drycup Verfahren kann folgende Gleichung zur Ermittlung der Grenzschicht verwendet werden:

$$d_{G,D} = 0,0133 * e^{(-8,0 * v_{Luft})}$$

$d_{G,W}$: Grenzschicht über der Probe beim Wetcup Verfahren in m

$d_{G,D}$: Grenzschicht über der Probe beim Drycup Verfahren in m

v_{Luft} : Strömungsgeschwindigkeit der Luft über der Probe in m/s, bis maximal 2,0 m/s

Zusammenfassung

Wie die Messergebnisse an diffusionsoffenen Folien zeigen, kann die Grenzschicht im Wetcup Verfahren bei der minimal zulässigen Luftbewegung (0,02 m/s) einen zusätzlichen s_d -Wert von bis zu 0,016 m aufweisen. Damit dieser Effekt den s_d -Wert der Probe nicht signifikant verfälscht, sollte die Luftgeschwindigkeit bei Proben mit einem s_d -Wert $\leq 0,1$ m höher sein. Bei Folien mit einem s_d -Wert $\leq 0,03$ m sollte die Luftgeschwindigkeit auf über 0,5 m/s erhöht werden. Dieser s_d -Wert kann auch als Grenzwert für „sehr durchlässige Stoffe“ betrachtet werden, welcher in der DIN EN ISO 12572 [1] genannt wird.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 12572:2001-09: Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit.
- [2] Nusser, B.: Diffusionsmessung nach dem Lyssy-Verfahren, Diplomarbeit im Studiengang Holzbau und Ausbau, FH-Rosenheim, 2005.



Fraunhofer Institut Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK IBP

Institutsleitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Klaus Sedlbauer

70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/970-00
83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/643-0
34127 Kassel, Gottschalkstr. 28a, Tel. 05 61/804-18 70