

H.M. Künzel

Luftdurchlässigkeit von Porenbetonwänden

Problemstellung

Der Zwang zum Energiesparen und zur Reduktion des Kohlendioxidausstosses hat in den letzten Jahren zu einer höheren Wärmedämmung von Außenbauteilen geführt. Dadurch hat gleichzeitig der Anteil der Lüftungswärmeverluste am Gesamtenergieverbrauch von Gebäuden merklich zugenommen, so daß insbesondere die natürliche Gebäudelüftung stärker ins Blickfeld gerückt ist. Die Lüftung durch Undichtigkeiten im Bereich von Fenstern, Türen und Bauteilanschlüssen ist abhängig von den Wind- und Temperaturverhältnissen. Sie kann daher nicht bedarfsgerecht sein und sollte auf ein Minimum reduziert werden. In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, welche Rolle die großflächige Durchströmung von Außenwänden spielt. Poröse Mauersteine sind in der Regel luftdurchlässig, so daß Druckdifferenzen zu „Kriechströmungen“ im Material führen müssen. Welches Ausmaß diese Strömungen annehmen und ob sie einen spürbaren Einfluß auf den natürlichen Luftwechsel von Gebäuden haben, wird im folgenden mit Hilfe von Luftdurchlässigkeitsmessungen an verputzten und unverputzten Porenbetonproben genauer untersucht.

Durchführung der Untersuchungen

Die Luftdurchlässigkeitsmessungen werden mit Hilfe des in Bild 1 schematisch dargestellten Versuchsaufbaus unter Laborbedingungen durchgeführt. Dazu werden scheibenförmige, umfangversiegelte Baustoffproben luftdicht zwischen zwei Flansche gespannt, durch die eine bestimmte

Druckdifferenz über den Proben angelegt werden kann. Die Messung der Luftströmung durch die Probenscheiben erfolgt mittels einer kalibrierten Gasuhr bzw. bei sehr kleinen Volumenströmen mittels eines Blasenpermeameters in Abhängigkeit von der angelegten Druckdifferenz. Mit der vorliegenden Apparatur können Druckdifferenzen zwischen etwa 1 und 25 kPa eingestellt werden. Da diese Druckdifferenzen höher liegen als die an Bauteilen vorkommenden Luftdruckgradienten, muß sichergestellt werden, daß die Strömungsverhältnisse bei der Messung mit der Realität vergleichbar sind. Dies ist, solange es sich um laminare Durchströmungen handelt, d.h. solange ein linearer Zusammenhang zwischen dem Druckgradienten und dem gemessenen Volumenstrom besteht, der Fall. Die Messungen werden deshalb bei verschiedenen Druckstufen durchgeführt und die jeweiligen Volumenströme über den Druckgradienten aufgetragen. Liegen die Meßpunkte auf einer Geraden, dann kann aus deren Steigung der Luftleitkoeffizient für laminare Strömungen ermittelt werden.

Untersucht werden Porenbetonproben mit den Abmessungen $22 \times 20 \times 6 \text{ cm}^3$ und unterschiedlichen Festigkeitsklassen. Sie werden entsprechend ihrer Druckfestigkeit mit G2, G4 und G6 bezeichnet. Zusätzlich zu diesen homogenen Proben werden Probenscheiben von G2 gleicher Abmessung mit einer etwa 10 mm dicken Putzschicht untersucht. Bei den verwendeten Putzen handelt es sich um einen Innenputz (Gipsputz) und einen Außenputz (Kalkzementputz). Vor der Messung werden alle Proben bei 70 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und der Oberflächenstaub mit Hilfe von Druckluft entfernt.

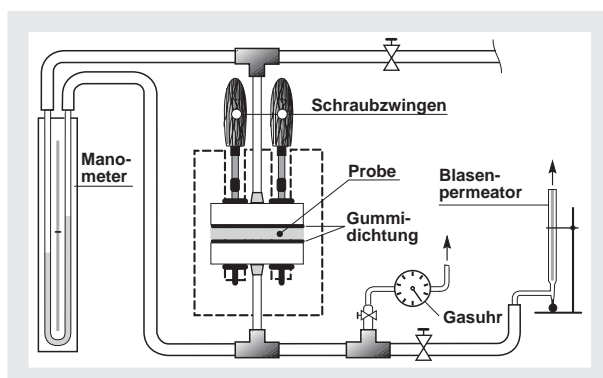


Bild 1: Schematische Darstellung der Versuchseinrichtung zur Messung des Luftleitkoeffizienten von porösen Baustoffen

Ergebnisse

Bild 2 zeigt den auf die durchströmte Fläche bezogenen Volumenstrom durch die unverputzten und verputzten Porenbetonproben G2 in Abhängigkeit vom Druckgradienten über der Probendicke. In allen Fällen herrscht ein linearer Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Druckgradient, d.h. die Luftströmung ist laminar. Die Schwankungsbreite der Luftleitkoeffizienten einzelner Proben derselben Sorte ist relativ hoch. Der Faktor zwischen größtem und kleinsten Wert beträgt bei den unverputzten Proben 2,5, bei den Proben mit Außenputz 3 und bei den Proben mit Innenputz 5. Demgegenüber unterscheiden sich die Mittelwerte der Luftleitkoeffizienten für die unverputzten und die verputzten Proben nur wenig. Sie belaufen sich auf $12,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{ms Pa}$ (unverputzt), $9,2 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{ms Pa}$ (mit Außenputz) und $8,8 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3/\text{ms Pa}$ (mit Innenputz). Das

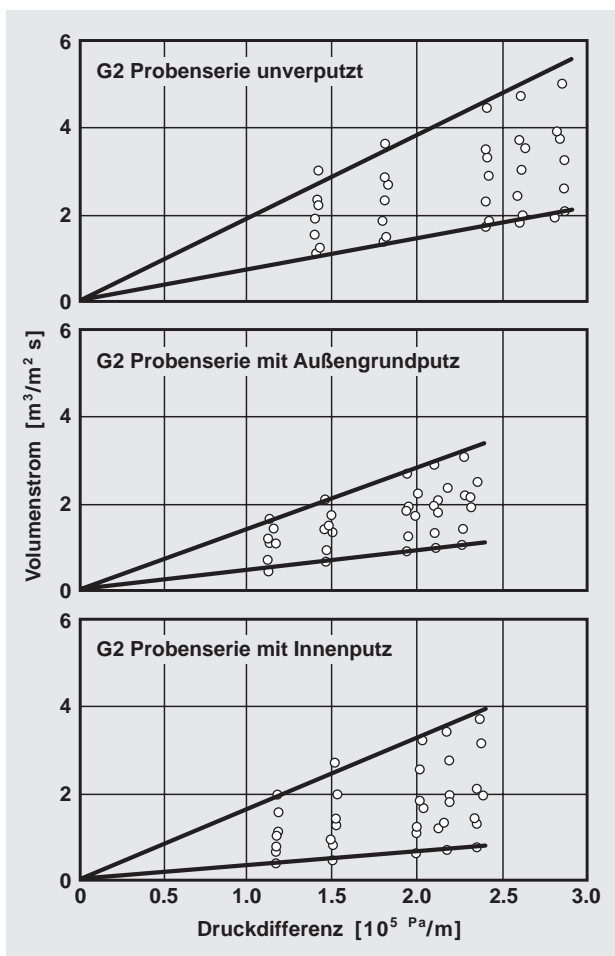


Bild 2: Auf die Durchströmungsfläche bezogener Luftvolumenstrom durch einseitig verputzte und unverputzte Porenbetonproben in Abhängigkeit vom herrschenden Druckgradienten.

heißt die Putzschichten haben trotz des optisch dichteren Eindruckes einen ähnlichen Strömungswiderstand wie der Porenbeton.

Die Mittelwerte der Luftleitkoeffizienten der unverputzten Porenbetonproben verschiedener Festigkeitsklassen sind

Tabelle 1: Mittelwerte der gemessenen Luftleitkoeffizienten der Porenbetonproben verschiedener Festigkeitsklasse (A) im Vergleich zu den Ergebnissen früherer Messungen in [1] an Proben eines anderen Herstellers (B).

Hersteller	Festigkeitsklasse [N/mm ²]	Luftleitkoeffizient [10 ⁻⁹ m ³ /msPa]
A	G 2	12,3
	G 4	6,6
	G 6	0,7
B	G 2	8,6
	G 4	5,0
	G 6	1,4

im Vergleich zu Ergebnissen früherer Messungen an Porenbetonproben eines anderen Herstellers [1] in Tabelle 1 zusammengestellt. Erwartungsgemäß nimmt der Luftleitkoeffizient mit steigender Druckfestigkeit und damit steigender Rohdichte ab. Der Unterschied zwischen den Festigkeitsklassen G2 und G6 beträgt etwa eine Zehnerpotenz und ist damit deutlich größer, als die Unterschiede in den Luftleitkoeffizienten von Porenbeton gleicher Festigkeitsklasse von verschiedenen Herstellern

Diskussion der Ergebnisse und Schlußfolgerung

Die Luftleitkoeffizienten von Porenbeton liegen je nach Festigkeitsklasse etwa zwischen 10⁻⁸ und 10⁻⁹ m³/ms Pa. Der Einfluß von üblichen Putzschichten ist nicht signifikant, so daß der Putz bei der Bewertung der Luftdurchlässigkeit einer Porenbetonwand nicht gesondert berücksichtigt werden muß. Im Vergleich zu anderen Wandbausteinen, wie z.B. Kalksandstein oder Klinker, die nach Messungen in [2] Luftleitkoeffizienten von 2 · 10⁻⁹ bzw. 3 · 10⁻¹⁰ m³/ms Pa aufweisen, kann Porenbeton als nur geringfügig luftdurchlässiger bezeichnet werden. Er ist sogar luftdichter als manche Natursandsteine, an denen trotz hoher Rohdichte (ca. 2000 kg/m³) Luftleitkoeffizienten bis zu 10⁻⁷ m³/ms Pa gemessen wurden [3].

Für die Luftströmung durch eine Porenbetonaußenwand mit einer Dicke von 30 cm im Rahmen einer sog. „Blower-Door-Messung“, bei der im Gebäude ein Unter- oder Überdruck von 50 Pa eingestellt wird, bedeutet dies, daß maximal 0,006 m³/m²h Luft fließen würden. Bei einem zweigeschossigen Einfamilienhaus mit Porenbetonaußenwänden und einer Grundfläche von ca. 8 x 10 m² entspricht das einem Luftwechsel kleiner als 0,003 h⁻¹. Im Vergleich zu entsprechenden Luftwechselraten von Niedrigenergiehäusern zwischen 1 h⁻¹ und 4 h⁻¹, wie sie beispielsweise in [4] ermittelt wurden, ist die Luftströmung durch eine Porenbetonwand aus energetischer oder hygienischer Sicht daher vernachlässigbar.

Diese Aussage gilt jedoch nur für verputzte Wände. Bei einer beidseitig unverputzten bzw. nur bekleideten Außenwand können spürbare Luftströmungen durch Fehlstellen oder Abrisse in den Stoß- und Lagerfugen entstehen. Durch einen Putz werden diese Strömungen wirksam verhindert, wobei die dann immer noch vorhandene Reduktion des Gesamtluftwiderstandes im Fugenbereich aufgrund des geringen Fugenanteils von Porenbetonwänden keine Rolle spielt.

Literatur

- [1] Bernhardt, P. und Künzel, H.: Luftdurchlässigkeit von Gasbeton. Prüfbericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, FP-164/1990.
- [2] Quenard, D. et al.: Microstructure and Transport Properties of Porous Building Materials. Wird demnächst veröffentlicht.
- [3] Figiel, G.: Untersuchung der feuchteabhängigen Frostschädigung an Natursteinen und Möglichkeiten ihrer einfachen Detektion. Diplomarbeit Universität Stuttgart 1991.
- [4] Erhorn, H. und Reiß, J.: Niedrigenergiehäuser Heidenheim. Hauskonzepte und erste Meßergebnisse. Gesundheits-Ingenieur 115 (1994), H. 1, S. 1-20.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit Unterstützung des Bundesforschungsministeriums und der Projektpartner aus der Wirtschaft im Vorhaben Annex 24 der Internationalen Energie-Agentur durchgeführt.



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