

Meßtechnische und theoretische Untersuchungen zum Luftaustausch in Gebäuden

Dipl.-Ing. Dietrich Schmidt, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

Universität Kassel, Fachgebiet Bauphysik

DFG-Forschungsvorhaben HA 1896/11-1

Laufzeit: September 1997 bis August 1998

Das Vorhaben

Die freie Lüftung über Fenster und Türen ist nach wie vor die bevorzugte Methode zur Belüftung von Gebäuden. Über die genaue Größe des bei Querlüftung entstehenden Luftwechsels existieren keine abgesicherten Kenntnisse. Deshalb werden meßtechnische Untersuchungen des Luftaustausches bei Querlüftung in einem Versuchsgebäude am Standort Kassel im Zeitraum Februar bis Juli 1998 durchgeführt und mathematische Ansätze auf der Grundlage gemessener Luftwechsel geschaffen. Die Messungen werden in drei Varianten mit unterschiedlicher Stellung (Standard: normale Kippstellung 14 cm, Vermindert: 5 cm Kippweite) der Kippfenster durchgeführt.

Ergebnisse

Der durch die Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft verursachte Luftaustausch bei Querlüftung läßt sich analog zum Luftwechsel bei einseitiger Fensterlüftung beschreiben. Die einzelnen Volumenströme addieren sich.

Für den windinduzierten Luftwechsel kann, ähnlich wie bei der einseitigen Fensterlüftung, ein zu vernachlässigender Einfluß der Windrichtung auf den resultierenden Volumenstrom festgestellt werden.

Anders als bei der einseitigen Fensterlüftung, ist der Thermikeffekt am Luftaustausch bei gleichzeitigem Wirken von Wind und Temperatur zu vernachlässigen. Schon bei sehr kleinen Windgeschwindigkeiten überwiegt der Effekt der Windanströmung, speziell der Anteil der Gebäudedurchströmung. In Bereichen kann es zu einer Verringerung des Zuluftvolumenstromes bei größerer Temperaturdifferenz kommen.

Zur Beschreibung des Luftwechsels bei Querlüftung wird ein Rechenmodell aufgestellt und die Koeffizienten werden angepaßt. In diesem Modell wird der Zuluftvolumenstrom in Abhängigkeit von der örtlichen Windgeschwindigkeit u , der Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Außenluft $\Delta\vartheta$ und den Turbulenzanteilen für Luftaustausch und Durchströmung beschrieben. Die Stellung des Fensters wird über die lichte Fläche der Fensteröffnung A_l und ein experimentell bestimmtes Durchflußverhältnis Θ beschrieben. Eine Gleichung zur rechnerischen Bestimmung des Durchflußverhältnisses aus den geometrischen Größen des Fensters (Höhe H , Breite B und Öffnungswinkel α) wird gleichfalls vorgestellt.

Die untersuchte Modellgleichung für die Querlüftungssituation ergibt sich zu:

$$\dot{V}_{Zu} = \left(\Theta_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot A_{I1} + \Theta_2 \cdot \frac{1}{2} \cdot A_{I2} \right) \cdot \sqrt{C_1 \cdot u^2 + C_2 \cdot H_{1,2} \cdot \Delta\vartheta + C_3} + \frac{\sqrt{C_4 \cdot u^2 + C_5}}{\sqrt{\left(\frac{1}{\Theta_1 \cdot A_{I1}} \right)^2 + \left(\frac{1}{\Theta_2 \cdot A_{I2}} \right)^2}}$$

Mit je einem Koeffizientensatz für die Varianten der Messung:

Variante der Fensteröffnung	C ₁ ./.	C ₂ m/s ² K	C ₃ m ² /s ²	C ₄ ./.	C ₅ m ² /s ²
Standard	9,312•10 ⁻⁵	-7,559•10 ⁻³	3,932•10 ⁻²	0,1303	9,228•10 ⁻²
einseitig vermindert	8,823•10 ⁻⁵	-7,459•10 ⁻⁴	7,039•10 ⁻⁴	2,574•10 ⁻²	1,985•10 ⁻²
beidseitig vermindert	5,602•10 ⁻³	1,567•10 ⁻⁴	2,837•10 ⁻³	3,709•10 ⁻³	1,452•10 ⁻⁴

Der Vergleich Rechnung/Messung weist, trotz einer brauchbaren Anpassung, teilweise recht große Abweichungen auf. Diese werden durch die Modellanpassung für kleinere Volumenströme bei den Messungen mit beiden Kippfenstern in normaler Kippstellung herbeigeführt. Verursacht wird dies durch große Schwankungen der Luftwechsel.

Folgerung

Mit der oben präsentierten Modellgleichung kann eine Abschätzung des Luftwechsels bei Querlüftung durchgeführt werden. Es besteht jedoch weiterer Forschungsbedarf, speziell um die gewonnenen Erkenntnisse zu erweitern und auf andere Gegebenheiten anzupassen.

Ein erster Schritt dazu ist die Bestimmung der Druckbeiwerte auf der Fassade des Versuchsgebäudes.