

33 (2006) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefasst

M. Krämer, N. Rambašek, P. Brandstätter

Akustisch und aerodynamisch optimierte Brandschutzklappe

Verhalten von Brandschutzklappen

Bei typischen Strömungsgeschwindigkeiten von nur wenigen m/s im Luftleitungssystem erzeugen Klappenblätter und deren Anbauten deutlich hörbare Strömungsgeräusche und einen mit dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit, der Luftdichte und dem Druckverlustbeiwert ansteigenden Druckverlust. Von diesen Parametern ist der Druckverlustbeiwert ein gestalterisch beeinflussbarer Proportionalitätsfaktor, der die Verluste durch das Umströmen der Klappe wiedergibt. Die größten Druckverluste entstehen bei der Anströmung auf das Klappenblatt. Der mit der Strömung verbundene Schall entsteht in Form von Turbulenzgeräuschen bei der Anströmung des Klappenblattes, sowie durch die Strahlzone am Ende des Klappenblattes. Die Strahlzone entspricht einer so genannten akustischen Dipolquelle, bei der die Schalleistung mit der sechsten Potenz der mittleren Strömungsgeschwindigkeit anwächst. Typische Brandschutzklappen werden hinsichtlich ihrer Bauform und insbesondere ihrer Auslösung im Lastfall betrachtet. Eine strömungsangepasste Ausführung zur signifikanten Verbesserung der aerodynamischen und aeroakustischen Eigenschaften bei Offenstellung der Brandschutzklappe wurde bislang nicht in Betracht gezogen.

Brandschutzklappe mit Strömungsprofil

Die wesentliche Erweiterung der Brandschutzklappe ist ein Strömungsprofil nach **Bild 1**, das fest mit den Seitenwänden des Brandschutzklappengehäuses verbunden und strömungsgünstig vor oder vor und hinter dem Klappenblatt platziert ist. Es existiert dabei keine feste Verbindung von Klappenblatt und Strömungsprofil und das Klappenblatt bleibt in seiner Form und Funktion unbeeinflusst. Bei geöffneter Brandschutzklappe reduziert das Strömungsprofil den Druckverlust (**Bild 2**) und das Strömungsgeräusch (**Bild 3**) erheblich. Die Geräuschkürzung ist gerade bei niedrigen Anströmungsgeschwindigkeiten bereits deutlich erkennbar und bleibt mit zunehmender Anströmungsgeschwindigkeit auf etwa

gleichem Niveau. Je nach Anwendungsfall ist für eine solche Geräuschkürzung ein Schalldämpfer mit beachtlichem Bauvolumen erforderlich. Dieser Schalldämpfer verursacht wiederum einen unerwünschten Druckverlust. Im Gegensatz dazu verbessert das Strömungsprofil noch die Druckverlustbilanz der Lüftungsanlage.

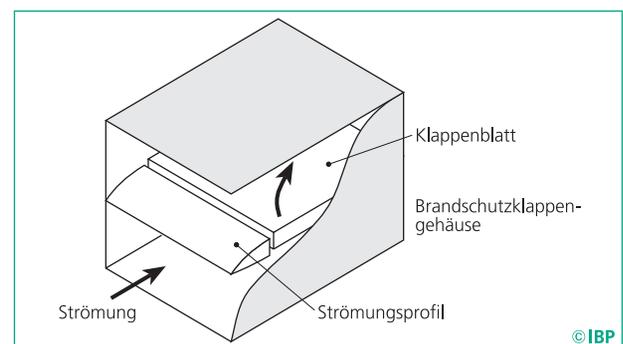


Bild 1: Schematische Darstellung einer Brandschutzklappe mit Strömungsprofil vor dem schwenkbaren Klappenblatt.

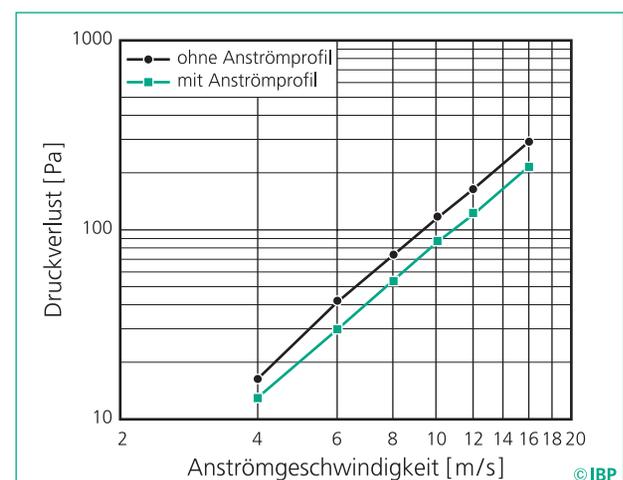


Bild 2: Gemessene Druckverluste einer Brandschutzklappe mit und ohne Strömungsprofil in Abhängigkeit von der Anströmungsgeschwindigkeit [1].

Die Form des Strömungsprofils kann so gewählt werden, dass zusätzliche elastische Anbauten am Klappenblatt nicht mehr angeströmt werden. Dies reduziert den Druckverlust und das Strömungsgeräusch weiter. Zusätzlich wird durch diese Verbesserung auch die Staubablagerung und Verschmutzung in der Brandschutzklappe (geringere Wirbelablösungen am Klappenblatt) minimiert. Aufgrund des modularen Charakters des Strömungsprofils ist es möglich, auch eine nachträgliche Installation in eine bereits existierende Brandschutzklappe vorzunehmen. Aus akustischer Sicht ist ein Strömungsprofil aus mikroperforiertem Blech vorteilhaft, da sich so eine Art zusätzlicher Schalldämpfereffekt erzielen lässt. In ähnlicher Weise ist ein normal gelochtes Blech mit hinterlegtem porösen Absorbermaterial einsetzbar.

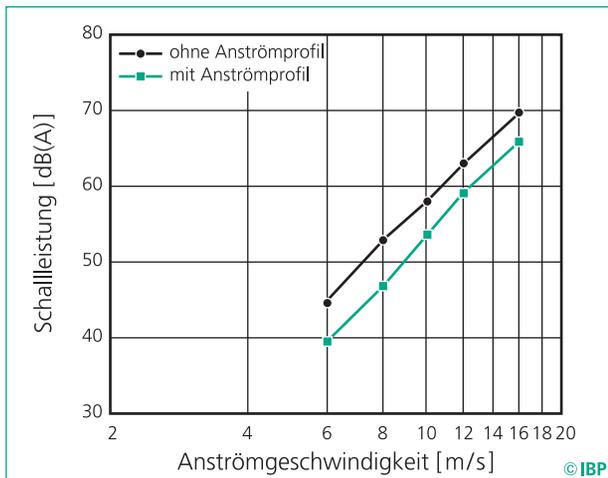


Bild 3: Gemessene Schalleistungspegel einer Brandschutzklappe mit und ohne Strömungsprofil in Abhängigkeit von der Anströmgeschwindigkeit [1].

Kostensparnis

Die Kosten von Lüftungssystemen setzen sich aus den einmaligen Investitionskosten und den jährlichen Betriebskosten zusammen. Die Investitionskosten sind dabei um so geringer je kleiner die Kanalquerschnitte gewählt werden. Umgekehrt sind die Betriebskosten proportional zum Druckverlust des Kanalsystems, der um so kleiner ist je größer der Kanalquerschnitt gewählt wird. Eine wirtschaftliche Lüftungsanlage zeichnet sich also durch einen geringen Druckverlust bei gleichzeitig kleinem Kanalquerschnitt aus. Die aerodynamisch optimierten Brandschutzklappen können hier einen wesentlichen Beitrag zur Kostensparnis liefern. Bei gleicher Baugröße wird der Druckverlust erheblich gesenkt und nachgeschaltete Schalldämpfer können aufgrund der geringeren Geräuschentwicklung am Klappenblatt evtl. entfallen oder verkürzt werden, was den Druckverlust weiter reduziert und die Investitionskosten senkt.

Die folgende Gleichung veranschaulicht den Zusammenhang zwischen den jährlichen elektrischen Energiekosten E_k und dem Druckverlustbeiwert ζ :

$$E_k = \frac{V \cdot \zeta \cdot \frac{\rho}{2} \cdot w^2}{\eta_v \cdot 1000} \cdot z \cdot a_{El} \quad [2]$$

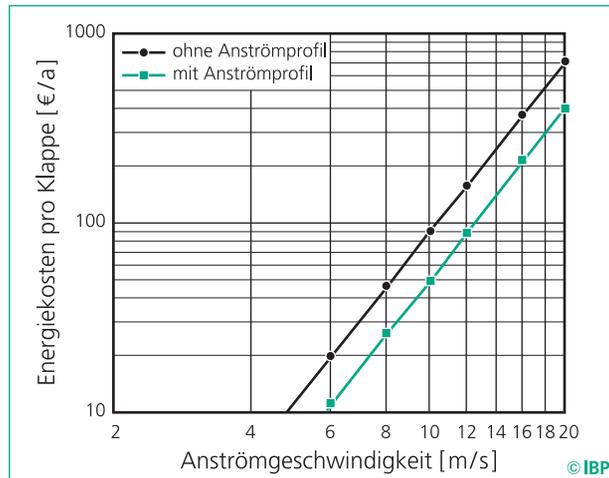


Bild 4: Energiekosten E_k bei Verwendung von Anströmprofilen in Abhängigkeit von der Anströmgeschwindigkeit w bei: Brandschutzklappen-Abmessung: 300 mm x 250 mm, Dicke des Klappenblattes: 45 mm, Ventilator Wirkungsgrad η_v : 0,8, Strompreis a_{El} : 0,14 €/kWh, Betriebsstundenzahl z : 24h x 365 d/a, Druckverlustbeiwert ohne Anströmprofil ζ : 1,31, Druckverlustbeiwert mit Anströmprofil ζ : 0,74, Gasdichte ρ : 1,21 kg/m³

Beispielhaft sind in Bild 4 die durch den Druckverlust zusätzlich verursachten jährlichen Energiekosten, die eine einzelne Brandschutzklappe verursacht, aufgetragen. Die Rentabilität eines Strömungsprofils verbessert sich, wie zu erwarten, mit ansteigender Anströmgeschwindigkeit. Umgekehrt kann bei gleichen Energiekosten der Kanalquerschnitt verkleinert werden (erhöhte Anströmgeschwindigkeit), um die Investitionskosten zu senken. Langfristig gesehen ist jedoch eine Senkung der Betriebskosten erstrebenswerter. Die akustische und aerodynamische Optimierung wirkt sich vor allem bei kleineren Querschnitten der Brandschutzklappen aus, da hier die Dicke des Klappenblattes im Verhältnis zum Querschnitt eine große Fläche einnimmt.

Bei größeren Gebäuden kann sich daher für den Bauherren eine druckverlustoptimierte Planung mit dem Einsatz von Brandschutzklappen mit Anströmprofil als nachhaltig rentabel erweisen.

Zusammenfassung

Die vorgestellte Brandschutzklappe mit Anströmprofil bringt Verbesserungen bezüglich der Geräuschentwicklung und der Druckverlustminimierung in Lüftungsanlagen. Bei der Planung von Lüftungsanlagen können so Kosten bei der Investition und im Betrieb eingespart werden. Für eine optimale Planungsgrundlage sollten Messungen nach [1] zur Verfügung stehen.

Literatur

- [1] DIN EN ISO 7235: Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen - Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust (2004).
- [2] Bayrisches Landesamt für Umweltschutz LFU: Minderung von CO₂-Emissionen durch rationelle Energienutzung beim Einsatz raumlufttechnischer Anlagen, Augsburg 2002.



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