

Energieeinsparung durch Strömungsoptimierung der Abluft

Dipl.-Betriebswirt (FH) Roland Abt, Beck Kunststoffverformungs GmbH, Frankfurt/M.

Die Entwicklung der lufttechnischen Branche hat zu einer Vielzahl neuer Produkte geführt. Der damit verbundene Fortschritt ist maßgeblich für heutige Leistungsstandards lufttechnischer Anlagen verantwortlich.

Durch Messungen auf Prüfständen und Festlegung von Standards ist es gelungen, bei Rohren und Formteilen Widerstandsbeiwerte zu ermitteln, die heute zur Berechnung von Druckverlusten in Lüftungstechnischen Anlagen herangezogen werden können. Viel zu oft wird bei der Erstellung einer lufttechnischen Anlage aus wirtschaftlichen Gründen auf verlässliche Berechnungen verzichtet. Im Angebotsfall stehen fundierte Planungsunterlagen nur teilweise oder gar nicht zur Verfügung.

Aus dieser Situation heraus entstehen Anlagen, die auf der einen Seite den Aufgabenstellungen des Betreibers nicht genügen oder im anderen Fall zu überdimensioniert sind. Beides hat einen direkten Einfluss auf die Betriebskosten und die Effizienz der Anlagen. So ist es durchaus möglich, dass eine fertig gestellte Anlage am Ende nicht mehr der angebotenen Anlage entspricht. Nachbesserungen lassen die Kosten davon laufen und können sogar dazu führen, dass der eine oder andere Anlagenbauer in den Ruin getrieben wird.

Knebelnde Einkaufsbedingungen und stetig steigender Wettbewerbsdruck unter den Anlagenbauern führen nicht selten dazu, dass strömungstechnisch ungünstige Bauteile mit hohen Widerstandswerten verarbeitet werden. Zwar sinkt der Anteil der Materialkosten durch den günstigeren Einkaufspreis, aber die schon knapp kalkulierte Zeit der Montage fällt nicht selten der Qualität, der Passgenauigkeit oder der Nacharbeit im Allgemeinen zum Opfer.

Ein guter Einkauf verdient nur dann seine Note „gut“, wenn alle Teilabschnitte der zu erstellenden Anlage terminlich reibungslos, durch standardisierte, qualitativ hochwertige und passgenaue Rohr-, Form- und Sonderteile aufgebaut worden sind. Zudem ist ein Einkauf dann erst „gut“, wenn auch die Wirtschaftlichkeit der Anlage in puncto Energieverbrauch dem neuesten Stand der Technik entspricht.



Bild 1: Die Widerstände von Segmenten und Bauteilen addieren sich; links: Segmentbogen 90°, rechts: Rohrbogen $R=D$, segmentfrei

Wer am falschen Ende spart, erzielt nur kurzfristige Erfolge!

Bei der Planung einer lufttechnischen Anlage ist zunächst immer die Entscheidung zu treffen, ob das Leitungssystem in runder oder rechteckiger Form ausgelegt werden soll. Entscheidenden Einfluss hat hier sicherlich die architektonische Planung. Auf alle Fälle sollte wegen des geringeren Widerstands die runde Ausführung der rechteckigen vorgezogen werden. Eine runde Anlage hat immer Vorteile beim Energieverbrauch. Unterdruck und Überdruck stellen außerdem für runde Bauteile mit entsprechender Wandstärke kein Pro-



Bild 2: Rediff aus Kunststoff, hier aus PPs (Polypropylen schwer entflammbar)



Bild 3: Biozentrum Jena mit Rediffs aus Kunststoff (PPs)

blem dar. Kanäle hingegen müssen sehr oft teuer verstärkt bzw. ausgesteift werden, was, wenn es im Inneren des Kanals geschieht, zu weiteren Druckverlusten führt.

Um eine preisgünstige und auch auf lange Sicht hin wirtschaftliche Anlage zu erstellen, sollte bei der Planung verstärkt auf zwei Kostenblöcke geachtet werden

Diese Blöcke sind:

- ▶ Herstellkosten der Anlage
- ▶ Betriebskosten

Die **Herstellkosten** der Lüftungsanlage werden vorwiegend durch die Auswahl der Komponenten wie Ventilatoren, Armaturen und Rohrleitungen und der entsprechend notwendigen Werkstoffe bestimmt. Die Kosten für die Montage komplettieren anschließend die Herstellkosten zu den Gesamtherstellkosten.

Die **Betriebskosten** werden im Wesentlichen durch den Energieverbrauch der gesamten Anlage einschließlich der Ventilatoren bestimmt, hinzu kommen noch Sonderkosten für geplante Wartungsarbeiten und Kosten für den regelmäßigen Austausch von Teilen, die einem Verschleiß unterliegen oder einer Verschmutzung ausgesetzt sind.

Planung lufttechnischer Anlagen

- ▶ Die Anlage sollte nach den Bedürfnissen des Betreibers geplant und montiert werden
- ▶ Ein Pflichtenheft mit den notwendigen Informationen und Vorgaben steht dem Planer zu Verfügung
- ▶ Die zu erwartenden Betriebskosten werden bereits in der Planungsphase berücksichtigt
- ▶ Die Anlage wurde entsprechend dem Plan hergestellt und montiert
- ▶ Die Montage wurde von fachkundigen Monteuren durchgeführt.

Kundenforderungen sind u.a.:

- ▶ Notwendiger Volumenstrom, Luftgeschwindigkeit, entsprechende Leitungsquerschnitte
- ▶ Niedriger Gesamtwiderstand
- ▶ Akustische Anforderungen
- ▶ Dichtheit des Leitungssystems
- ▶ Luftverteilung innerhalb der Anlage.



Bild 4 und 5: Drosselklappe aus Kunststoff (PPs) und Drosselklappe aus Blech im Vergleich

Auswahl der Leitung und Komponenten

- ▶ Werkstoff (kontaminierte Abluft oder saubere Raumluft)
- ▶ Geometrie: Was kann eingesetzt werden – Lüftungsrohr oder Lüftungskanal?
- ▶ Widerstandswerte, niedrige „Zeta“-Werte durch strömungsgünstige Formgebung der Bauteile
- ▶ Wartungskosten bei Bauteilen und Komponenten
- ▶ Anzahl der Ventilatoren, viele „kleine“ getrennt voneinander oder wenige „große“, die mehrere Ebenen abdecken
- ▶ Steuerung der Leistung nach dem momentanen Verbrauch
- ▶ Steuerung der einzelnen Bereiche mittels Volumenstromreglern oder motorisch angetriebenen Drosselklappen.

Niedrige Betriebskosten leisten einen wichtigen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit

Energieverluste treten immer an den Stellen auf, wo die strömende Luft Wirbel bilden kann und ein ungehindertes Durchströmen der Leitung nicht mehr gegeben ist.

Energieverluste entstehen:

- ▶ wenn sich Luft an einer rauen Oberflächenwandung anlehnen muss
- ▶ wenn Luft über unterbrochene Oberflächen einer Rohrleitung strömt (Wickelfalzrohr)
- ▶ durch kantige und eckige Übergänge
- ▶ durch Querschnittveränderungen unter einem ungünstigen Winkel
- ▶ in segmentierten Bögen
- ▶ durch herstellungsbedingte Hinterschneidungen, Knicke und Sicken, die für die Stabilität von Blechrohren, Kanälen und Formteilen notwendig sind
- ▶ durch Undichtigkeiten von einzelnen Bauteilen und deren Verbindungen.

Widerstand kostet Energie!

Der Widerstand jedes einzelnen Bauteils innerhalb einer Leitung wird zum Gesamtwiderstand zusammengefasst.

Als Hersteller von Lüftungsformteilen sieht die Firma Beck Kunststoffverformungs GmbH eine wichtige Aufgabe darin, den Betreibern luftungstechnischer Anlagen die Möglichkeit zu bieten, ihre Anlagen so energieeffizient wie möglich zu betreiben. Durch innovatives Denken und Handeln hat die Firma Beck Produkte entwickelt, die im Hinblick auf ihre geringen Widerstände ihresgleichen suchen.

Energieeinsparung am Beispiel eines 90° Segmentbogens: Blechbogen versus segmentfreier Kunststoffbogen

Beispiel:

Ein 90° Segmentbogen aus Blech hat eine Verlustleistung bei einem Volumenstrom von 10.000 m³/h von ca. 49 Watt. Dies entspricht bei einer täglichen Laufzeit der Anlage von 12 h an 300 Tagen im Jahr und bei einem Preis von 0,21 EUR/KWh zusätzlichen Kosten von 36,60 EUR pa.

Ein strömungsoptimierter segmentfreier 90° Bogen aus Kunststoff der Fa. Beck hingegen hat bei gleichem Volumenstrom eine Verlustleistung von ca. 23 Watt. Dies bedeutet bei sonst gleichen Gegebenheiten Kosten in Höhe von 17,08 EUR pa.



Bild 6 und 7: Beispiele für Kunststoffbögen aus PPs

Bei Einsatz eines segmentfreien 90° Bogens, ergibt sich also eine Einsparung von **19,52 EUR pa.**

Energieeinsparung am Beispiel einer Deflektorhaube: Blechhaube versus Kunststoff-Rediff

Beispiel:

Eine herkömmliche Deflektorhaube aus Blech hat eine Verlustleistung bei einem Volumenstrom von 10.000 m³/h von ca. 556 Watt. Das entspricht bei einer täglichen Laufzeit der Anlage von 12 h sowie 300 Tagen im Jahr und einem Preis von 0,21 EUR/kWh zusätzlichen Kosten von 420,00 EUR pa.



Bild 8 (links): Kunststoff-Rediff (PVC, UV-stabilisiert) auf Wickelfalzrohr; Bild 9 (rechts): Blechhaube

Eine strömungsoptimierte Deflektorhaube aus Kunststoff (Rediff der Fa. Beck) hingegen hat bei gleichem Volumenstrom eine Verlustleistung von ca. 127 Watt. Dies bedeutet bei sonst gleichen Gegebenheiten Kosten in Höhe von 96,00 EUR pa.

Durch den Einsatz eines Rediffs, ergibt sich also eine Einsparung von **324,00 EUR pa.**

Energieeinsparung am Beispiel eines Volumenstromreglers: Regler mit Messblende aus Blech versus Volumenstromregler mit Venturidüse aus Kunststoff

Beispiel:

Ein Volumenstromregler mit Messblende aus Blech hat eine Verlustleistung bei einem Volumenstrom von 1.680m³/h von ca. 53,1 Watt. Das entspricht bei einer täglichen Laufzeit der Anlage von 12 h sowie 300 Tagen im Jahr und einem Preis von 0,21 EUR/kWh zusätzlichen Kosten von 40,10 EUR pa.

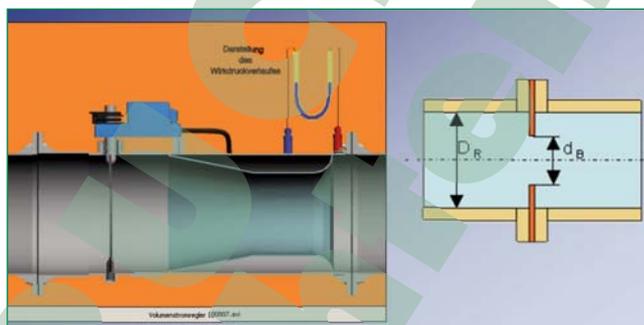


Bild 10: Beispiel eines Volumenstromreglers mit Venturidüse aus Kunststoff und einer Messblende wie sie auch in Volumenstromreglern aus Blech eingesetzt wird

Ein strömungsoptimierter Volumenstromregler mit Venturidüse aus Kunststoff (der Fa. Beck) hingegen hat bei gleichem Volumenstrom eine Verlustleistung von ca. 14,3 Watt. Dies bedeutet bei sonst gleichen Gegebenheiten Kosten in Höhe von 10,80 EUR pa.

Durch den Einsatz eines Volumenstromreglers mit Venturidüse aus Kunststoff ergibt sich also eine Einsparung von **29,30 EUR pa.**



Bild 11: Beispiel für eine Abluftanlage aus Kunststoff

Bauteil	Volumenstrom	Einsparungspotential / Bauteil in EUR/pa	Anzahl Bauteile	Gesamteinsparung der Anlage in EUR/pa
90° Bogen	10.000 m ³ /h	19,50	30	585,00
90° Bogen	2.000 m ³ /h	3,40	150	510,00
45° Bogen	2.000 m ³ /h	3,30	100	330,00
Volumenstromregler	2.000 m ³ /h	29,30	60	1.758,00
Deflektorhauben	10.000 m ³ /h	324,00	10	3.240,00
			gesamt:	6.423,00

Jährliche Energieeinsparungsmöglichkeit einer Anlage bei einer täglichen Laufzeit von 12 h