

# Mit dem Druckverlust steigen die Kosten

## Teil 3 der CHEMIE TECHNIK-Artikelserie „Druckluft effizient“

Strom sparen? Aber sicher! Brauchwasser aufbereiten? Na klar! Druckverluste vermeiden? Wie bitte!? Kostenreduzierung und Ressourcenschonung durch Energiesparmaßnahmen gehören mittlerweile zum Konzept selbst eines jeden ernsthaft geführten Kleinbetriebes. Umso erstaunlicher, dass in industriellen Großunternehmen und in mittelständischen Betrieben jährlich nach wie vor Milliardenverluste entstehen, weil sich dort teure Energie buchstäblich in Luft auflöst. Genauer: in sinnlos entweichende oder „verlorene“ Druckluft.



Horst Singer, Beko Technologies

In vielen Druckluftanlagen lassen sich bis zu 50 % der Druckluftkosten senken. Ein wesentlicher Hebel zur Senkung der Energiekosten ist die Reduzierung der Druckverluste. Welche enormen Auswirkungen hier selbst kleinste Ursachen, bereits zwei Tatsachen. Erstens: Strömungswiderstände im gesamten Druckluftsystem müssen von einem Kompressor durch entsprechend höheren Betriebsdruck kompensiert werden. Pro bar Druckabfall erhöht sich der Strombedarf eines Kompressors bis zu 10 %. Gleichzeitig reduziert sich die Liefermenge des Kompressors auf Grund interner Rückströmungsverluste. Um dem Luftbedarf zu entsprechen, verlängert sich die Lastlaufzeit eines Kolbenverdichters um ebenfalls ca. 10 %. Zweitens: Bei einer höheren Verdichtung

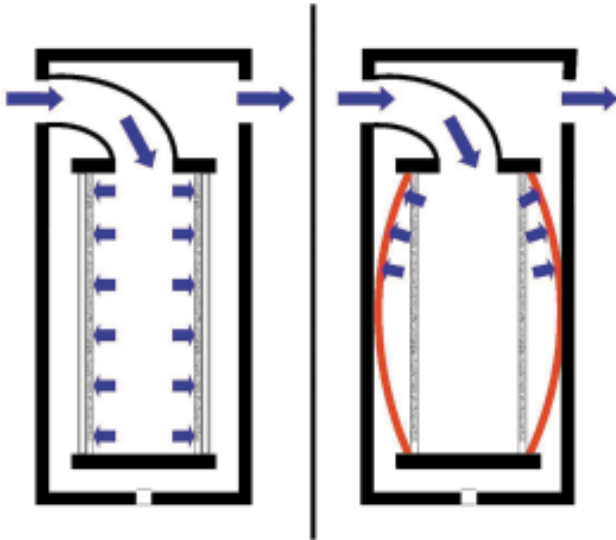


entsteht zwangsläufig mehr Verdichtungswärme. Durch einen um 1 bar höheren Betriebsdruck steigt die Verdichtungstemperatur um ca. 8 K. Gleichzeitig steigt mit der Temperatur die Dampfbeladung der Luft. Bei einer Erwärmung um 8 K werden 20 % mehr Wasserdampf und ca. 50 % mehr Öldampf aufgenommen. Durch die schlechtere Druckluftqualität halbiert sich die Standzeit von Aktivkohlefiltern und -adsorbern. Die Aufbereitungskomponenten müssen größer ausgelegt werden, die Kosten steigen. Durch den höheren Verschleiß des Kompressors und die sinkende Standzeit des Kompressoröles reduziert sich die Betriebswirtschaftlichkeit des Druckluftsystems insgesamt. Fazit: für den Druckluftanwender bedeutet ein höherer Druckverlust eine sich drastisch verschlechternde Qualität verbunden mit erheblich höheren Betriebskosten. Grundsätzlich zeichnen für Druckabfälle in Anlagen aller Größen stets zwei Ursachen verantwortlich: Strömungswiderstände und Leckagen – zwei Faktoren, die sich ebenso leicht erkennen wie beheben lassen. Strömungswiderstände entstehen an Engpässen innerhalb des Druckluftsystems – vornehmlich an den Stellen, wo die Luft von Verunreinigungen befreit, sprich gefiltert wird. Aufgabe des Anlagenplaners, und in der Folge auch des Betreibers, ist es also, an diesen neuralgischen Stellen für eine möglichst geringe Druckdifferenz zwischen einströmen-



In vielen Druckluftanlagen lassen sich bis zu 50 % der Druckluftkosten einsparen

In Teil 1 der Serie berichteten wir in CT 6 über die Initiative „Druckluft effizient“, Teil 2 in CT 8 informierte über Energieeinsparungsmaßnahmen bei der Druckluftherzeugung. Die Artikel stehen im Internet-Archiv unter [www.chemietechnik.de](http://www.chemietechnik.de) zum download zur Verfügung.



*Drainageschichten aus Nadelfilz (links) erhöhen die Betriebssicherheit gegenüber herkömmlichen Schaumstoff-Drainagen (rechts), die sich am Gehäuse anlegen können, wodurch der Druckverlust drastisch steigt*

der und aus dem Filter ausströmender Luft zu sorgen. Dreh- und Angelpunkte sind dabei die Konstruktion und Qualität der verwendeten Filter.

Die Gesamtkosten von Filtern werden wesentlich durch Energiekosten (Differenzdruck) bestimmt. Betriebswirtschaftlich macht es Sinn, Folgekosten vorrangig vor den Anschaffungskosten zu betrachten. Drei wesentliche Faktoren bestimmen den durch einen Filter verursachten Differenzdruck: die Filteroberfläche, sein Hohlraumvolumen sowie die physikalischen Eigenschaften des Filtermediums.

### Einsatzzweck des Filters exakt abstimmen

Je größer die Oberfläche des Filters, umso geringer fällt der durch ihn verursachte Differenzdruck aus. Da dieser quadratisch mit der Strömungsgeschwindigkeit steigt, eröffnet eine ausreichend groß dimensionierte Filteroberfläche ein ganz erhebliches Energiesparpotenzial. Vor allem gefaltete Filterelemente weisen eine solche große Oberfläche auf und sind somit besonders geeignet. Sie bieten sich als Oberflächenfilter vor allem zur Staubfiltration von getrockneten atmosphärischen Gasen und als Nachfilter von Adsorptionstrocknern an. Gefaltete bzw. plissierte Filterelemente haben allerdings – je nach Einsatzgebiet – nicht nur starke Seiten. Als Feinfiltermedien eignen sie sich zum Beispiel weniger gut, da auf Grund ihrer höheren Dichte eine vorwiegende Oberflächenfiltration von Feststoffen erfolgt, was

wiederum den Strömungswiderstand extrem schnell anwachsen lässt. Als Tiefenfilter funktionieren sie auch nur bedingt, da sie lediglich ein- oder zweilagig ausgeführt sind und nicht über eine entsprechende Tiefe des Filterbettes verfügen. Wichtig ist es also, Einsatzzweck und Oberfläche des Filters exakt abzustimmen.

Das Hohlraumvolumen bezeichnet den zur Durchströmung freien Raum des Filtermediums.

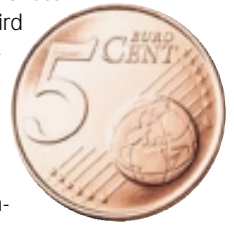
Je größer der gestaltet ist, um so geringer fällt der Druckverlust im Filter aus. Marktübliche Oberflächenfilter bestehen aus Kostengründen häufig aus gesintertem Polyethylen, das ein Hohlraumvolumen von lediglich 45 % aufweist. Im Gegensatz dazu wird in den zur Vor- wie auch zur Tiefenreinigung einsetzbaren Clearpoint-Filtern ausschließlich Borsilikat mit einem Hohlraumvolumen von 96 % eingesetzt. Damit ist die zum Durchströmen freie Querschnittsfläche mehr als doppelt so groß.

Druckluft ist zumeist ein Gasgemisch aus

Luft, Staubpartikeln und Aerosolen. Herkömmliche Filtermedien nehmen Wasser auf, wodurch die einzelnen Fasern aufquellen. Dadurch verringert sich das Hohlraumvolumen – als Folge davon setzt sich der Filter zu, der Druckverlust steigt.

Vermieden wird dieser nachteilige Effekt durch den Einsatz hydrophober Medien, das sind Stoffe, die Wasser abweisen. Im Clearpoint-Filter verhindert eine Imprägnierung das Aufquellen des Filtermediums.

Mit in den Bereich der physikalischen Filter-



*In den Clearpoint-Filtern verhindert eine Imprägnierung das Quellen des Filtermediums*

**DRUCKLUFT EFFIZIENT**

**Kosten runter!**

Die Kosten für die Anschaffung einer Druckluftanlage machen über deren Lebenszeit gerechnet nur ca. 10 % der Gesamtkosten aus. Mit über 80 % fallen die Energiekosten sehr viel mehr ins Gewicht. Ein starker Hebel zur Reduzierung der Energiekosten von Druckluftanlagen ist die Minimierung von Druckverlusten. Neben der richtigen oder sogar Überdimensionierung der Leitungen kommt dabei insbesondere Druckluftfiltern eine hohe Bedeutung zu.

eigenschaften gehört die Auslegung des Dränagematerials. Herkömmliche Filter setzen hier – wiederum aus vermeintlichen Kostengründen – auf Schaumstoff. Doch der weist im Einsatz eine Reihe deutlicher Nachteile auf, die den günstigen Einstandspreis schnell in eine ersatz- und wartungsintensive Fehlinvestition verwandeln kann. So bläht sich eine Schaumstoffdränage beispielsweise bei der Durchströmung sichtbar auf, was zur Rissbildung und damit zum kompletten Verlust der Filterwirkung führen kann. Hinzu kommt der Umstand, dass sich aus Schaumstoffdränagen zwangsläufig Silikone lösen, was zum Beispiel in Lackieranlagen verheerende Folgen hat. Weiterhin wird Schaumstoff mit zunehmender Temperatur immer flexibler, wodurch Betriebstemperaturen über 60 °C nicht zu verantworten sind. Und schließlich weisen Schaumstoffe nur eine sehr geringe chemische Beständigkeit auf. Ganz anders verhalten sich dagegen Dränagen aus Nadelfilz. Sie sind thermisch enorm

beständig – bis zu 120 °C –, mechanisch hoch belastbar, chemisch enorm resistent und zudem silikonfrei.

### Kosten einsparen durch Überdimensionierung?

Die Empfehlung, eine Anlage größer auszuliegen als scheinbar nötig, wirkt zunächst wie die unseriöse Empfehlung eines ebenso unseriösen wie geldgierigen Beraters. Doch man würde dem armen Mann mit diesem Eindruck Unrecht tun, wie sich schnell zeigt: Angenommen, eine Anlage soll an der Entnahmestelle einen Druck von 7 bar bereitstellen. Der Druckverlust innerhalb des normal ausgelegten Systems beträgt 0,61 bar – ein vertretbarer Wert. Der Kompressor muss somit einen Betriebsdruck von 7,61 bar erzeugen. Zur Druckkompensation benötigt er bei einem Druckluftvolumen von 12 m<sup>3</sup>/a eine Jahresstrommenge von 32 114 kWh, was jährliche Stromkosten von 3 277 Euro verursacht. Der Einbau der Anlage erfordert eine Investitionssumme von 2 293 Euro.

Eine für den Bedarf des Kunden überdimensionierte Anlage kostet dem gegenüber 3 041 Euro. Auch diese muss an der Verbrauchsstelle lediglich 7 bar Druckluft bereitstellen. Durch die größere Auslegung beträgt ihr Gesamtdruckverlust jedoch nur



0,30 bar (statt 0,61 bar bei normaler Auslegung). Der Gesamtbetriebsdruck muss also bei 7,30 bar (statt 7,61 bar) liegen. Die Strommenge für die Kompensation der Druckverluste beläuft sich bei gleichem Druckluftbedarf auf 15 768 kWh/Jahr (statt 32 114 kWh) und die Stromkosten dafür liegen bei 1 609 Euro p.a. (statt 3 277 Euro). Durch die Überdimensionierung werden also

Stromkosten in Höhe von 1 668 Euro gespart, während die Mehrinvestition für die „überdimensionierte“ Anlage einmalig 748 Euro beträgt. Die überdimensionierte Anlage hat sich also in weniger als einem halben Jahr amortisiert und reduziert danach Jahr für Jahr die Energiekosten um mehr als 50 Prozent gegenüber einer „exakt passenden“.



So kreativ muss modernes Kostenmanagement sein. Auch – oder sogar besonders – im Bereich der Druckluftherzeugung.

Info

CT 602