

Dimensionierung von Druckluftanlagen

Druckluftenergie zum halben Preis

Karl-Heinz Feldmann*

Druckluft findet man heute in vielen Werkstätten zum Antreiben, Steuern und Regeln von Werkzeugen, Maschinen und Geräten. Das Einsparpotential bei der Druckluftenergie ist dabei enorm. Worin die Vergeudung besteht und was dagegen zu tun ist, beschreibt der Autor in seinem Beitrag.

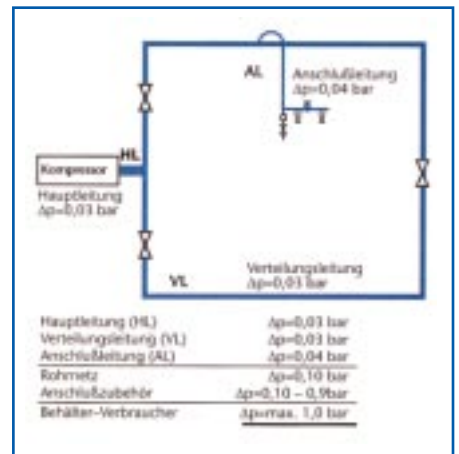
Die wenigsten Betreiber wissen, daß Druckluftenergie quasi ein Abfallprodukt der Wärmeerzeugung ist. Denn von der Antriebsleistung der Kompressoren erhalten sie nur weniger als 10 % Druckluftenergie. Der Rest ist Wärme, allerdings auf einem sehr hohen Kostenniveau.

Druckluft rationell nutzen

Druckluftenergie sollte daher kostengünstiger produziert und verlustloser zu den Verbrauchern geführt werden. Die Luft sollte nur so niedrig wie möglich verdichtet werden, maximal 1 bar über dem notwendigen Fließdruck von meistens 6 bar. Jede Über-

verdichtung, z. B. zur Kompensation von Druckabfällen, wird teuer. Für jedes zusätzliche Bar müssen ca. 10 % an elektrischer Energie aufgewendet werden. Wer also anstelle der nötigen 7 bar auf 10 bar verdichtet, hat einen ca. 30prozentig höheren Energieaufwand. Abgesehen davon, daß bei steigender Verdichtung die Leistung des Kompressors geringer wird.

Aufgrund der starken Konkurrenzierung bei den Kompressoranbietern kann man davon ausgehen, daß die für einen bestimmten Volumenstrom und eine bestimmte Druckstufe offerierten Kompressoren wirtschaftlich sind und der Preis pro Kubikmeter Druckluft vielleicht um Zehntelpfennige voneinander abweicht.



Der Druckabfall zwischen Kompressor und Verbraucher sollte nicht größer als 1 bar sein

Kosten am Leitungsende entscheidend

In „normalen“ Unternehmen darf man davon ausgehen, daß bei der Druckluftverteilung ein Sparpotential von vielleicht 50 % und mehr vorhanden ist, während das bei der Auswahl der Kompressoren nur wenige Prozent beträgt. Bei der Kostenbetrachtung sind jedoch nicht die niedrigen Kosten am Ausgangsstutzen des Kompressors interessant, sondern die am Leitungsende. Eine Verlustrate von 50 % bedeutet

* Karl-Heinz Feldmann, Geschäftsführer von Metapipe, 44135 Dortmund, Telefon (02 31) 52 79 95, Telefax (02 31) 52 79 96



Druckluft wird in vielen Werkstätten benötigt, so auch bei den Spritzgußmaschinen eines Rochlitzer Kunststoffteile-Unternehmens

die Verdoppelung der Kosten von 3 auf 6 Pfennig pro Kubikmeter oder höher. Das liegt nicht an einem fehlerhaften Gesamtsystem, sondern vorwiegend an Flaschenhälsen oder Undichtigkeiten, deren Beseitigung weniger eine Frage des Geldes, sondern des Know-hows ist.

Verluste durch Leckagen und Druckabfälle

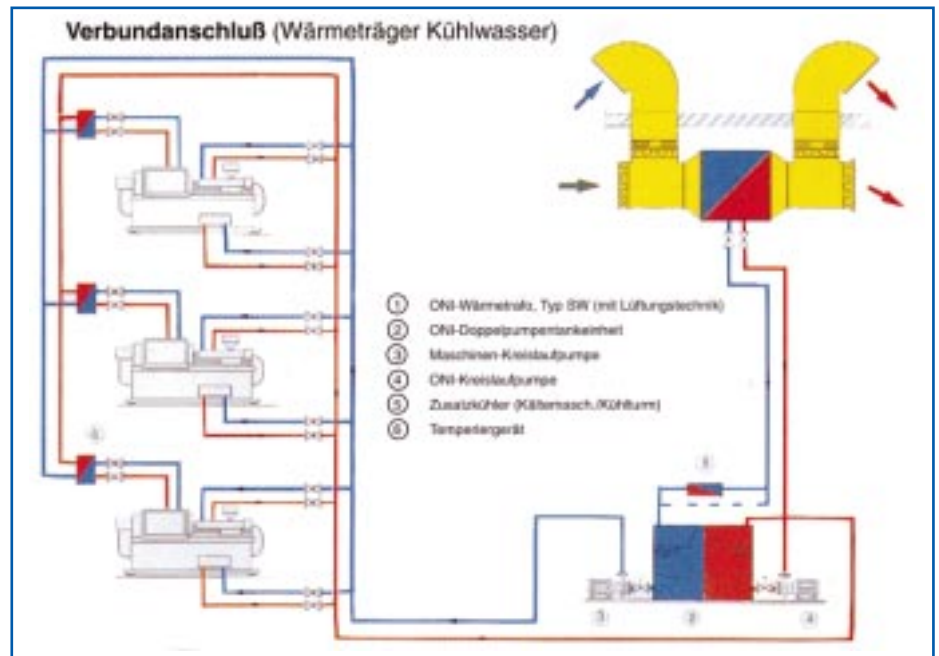
Beim Transport von Druckluftenergie entstehen Verluste durch Leckagen und Druckabfälle. Im Gegensatz zu Gas- und Hydraulikleitungen, wo diese Faktoren zu Ausfällen führen, werden sie bei Druckluft meist ignoriert oder verdrängt. Meistens ähneln sie Wasserleitungen und sind im wahrsten Sinne des Wortes über Jahre und Jahrzehnte zusammengebastelt worden. Abgesehen von Mischungen aller Rohrstoffe und Verbindungsarten ist oft jede Übersicht über das feinmaschige Netz verloren gegangen. Die Folgen sind Undichtigkeiten von ca. 30 % sowie Druckverluste von oft mehr als 3 bar, was einer Blindleistung oder einer vergeudeteten Energie von 60 % gleichkommt.



Kunststoffrohre sind korrosions- und oxydationsfest und besitzen einen geringen Rohrreibungswiderstand



Bei Verwendung moderner Kunststoffkleber ist bereits zwei Stunden nach dem Verkleben die Benutzung der Anlage möglich



Da bei der Druckluftherzeugung Wärme anfällt, wurde im Rochlitzer Kunststoffwerk eine Wärmerückgewinnung vorgesehen

Optimale Druckluftverteilung

Druckluftenergienetze müssen wie die Zuführung von Elektroenergie sorgfältig geplant und fachmännisch ausgeführt werden. Die Druckluft sollte mit möglichst geringen Energieverlusten transportiert werden:

- ausreichende Dimensionierung (Druckabfall max. 0,1 bar)
- Verwendung korrosions- und oxydationsfester Rohre (was rostet, das kostet)
- dichte Rohrverbindungen, entweder verklebt oder geschweißt

Bei der Rochlitzer Kunststofftechnik in 04746 Hartha, Hersteller von Kunststoffspritz- und Druckgußteilen, installierte der örtliche Atlas-Copco-Händler Drucklufttechnik Steffen Todt in einem neuen Werkskomplex 2 AC-Schraubenkompressoren GA 15–18 FF mit integriertem Kältetrockner sowie rund 1000 m des modernen, raumfahrtgetesteten Kunststoff-Rohrsystems Girair in den Nennweiten 20 bis 63 mm. Im alten, nun aufgegebenen Werk hatte man mit einem Rohrsystem aus verzinktem Stahl gearbeitet, das mit DN 25 (1") unterdimensioniert war und durch

die Gewindeverbindungen große Leckagen aufwies. Der Betriebsleiter legte daher nicht nur auf qualitativ hochwertige Luft durch ein oxydations- und korrosionsfestes Kunststoffrohrsystem Wert, sondern auch auf eine dokumentierte Auslegung der Nennweiten. Da bei der Druckluftherzeugung Wärme anfällt und nur ca. 10 % Druckluft, wurde auch eine Rückgewinnung der Abwärme (ca. 60 %) vorgesehen durch einen ON I-Wärmetafo. Die Druckluftherzeugung, -verteilung und Wärmerückgewinnung ließ man, um Schnittstellen in der Planungsverantwortung zu vermeiden, durch ON I-Wärmetafo, 51789 Lindlar projektieren. Die Dimensionierung derartiger Leitungen erfolgt computergestützt, wobei nach Möglichkeit aus Gründen der Verfügbarkeit und des Puffervolumens mehr Ringleitungen projektiert werden als Stichleitungen. Der Betreiber einer Druckluftanlage sollte von jedem Anbieter verlangen, daß er bei dem Angebot mit der zeichnerischen Unterlage der Rohrführung auch eine Dimensionierungsrechnung erhält, einschließlich der Angabe der Druckabfälle und der maximalen Fließgeschwindigkeit. Eine solche Dokumentation kann dann bei anfallenden Veränderungen oder Erweiterungen fortgeschrieben werden.

Kunststoffrohrsysteme

Anstelle metallischer Rohrsysteme werden zunehmend Kunststoffrohrsysteme eingesetzt. Derartige Systeme, bei denen Rohre, Fittings und Armaturen durchgängig aus ei-

Lochdurchmesser mm	Luftverlust bei 6 bare/s	Energieverlust	
		kw	DM
1	1,238	0,3	480,-
3	11,14	3,1	4960,-
5	30,95	8,3	13 200,-
10	123,8	33,0	52 800,-

Über Leckagen geht ständig Energie verloren. Die dabei entstehenden Kosten rechtfertigen in den meisten Fällen eine Sanierung

nem Material bestehen, sollten nicht teurer sein als Systeme aus anderen Werkstoffen. Zwar ist gelegentlich der Materialpreis höher als bei metallischen Rohrwerkstoffen, dafür ist die Montage aber sehr einfach. Ein weiterer Vorteil bei der Verarbeitung ist das geringe Gewicht. Zu empfehlen sind schwerentflammbare Materialien. Bei einer Klebeverbindung (Kaltschweißung) gibt es heute schon Kleber, die es erlauben, nach zwei Stunden Abbindezeit das Rohr mit dem vollen Betriebsdruck zu belasten.

Sanierung

Die Kosten einer Sanierung betragen oft nur einen Bruchteil der Energievergeudung pro Jahr, so daß sie in jedem Fall in Erwägung gezogen werden sollte. Schließlich sind die „Kosten von heute der Profit von morgen“. In erster Linie sind die Leckagen festzustellen. Dazu sollte ein Kompressorenhersteller angesprochen werden, der die Mes-

sung kostengünstig durchführen kann. Da über Leckagen ständig Energie verloren geht, wenn die Druckluftanlage eingeschaltet ist, kann die Verlustrate bei 30 oder 40 % liegen. Meistens gibt es darüber keine Erhebung. Der zweite Punkt sind die Druckabfälle, veranlaßt durch Engstellen im Rohrleitungsnetz, den sogenannten Flaschenhäl- sen. Klärung schafft hier die Frage der Verdichtungshöhe.

Wenn die Luft auf ca. 10 bar verdichtet wird, obwohl 7 bar reichen müssten, kann man davon ausgehen, daß zwischen 20 und 30 % zusätzlich an Energie für Engpässe aufgewendet werden. Dabei haben oft kleinste Rohrstränge in einem Netz oder ungeeignete Kupplungen Druckabfälle von 1 bar oder mehr zur Folge, was vielleicht mit 30 000 pro Jahr zu Buche schlägt, während die Beseitigung lediglich 3000 DM kostet. Hier hilft nur die Anfertigung eines Rohrschemas mit Nennweiten und Nennlängen, mit dessen Hilfe sich die Leistungsfähigkeit der einzelnen Stränge errechnen läßt. Außerdem kann man feststellen, ob die einzelnen Teile des Rohrnetzes organisch zueinander passen. Aus diesen Erkenntnissen wird eine Kosten-/Nutzenanalyse erstellt, die gleichzeitig eine Aussage darüber enthält, welche Teile des Netzes saniert werden sollten, um die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzes auf ein modernes Niveau zu bringen.

Optimale Druckluftverteilung leicht gemacht

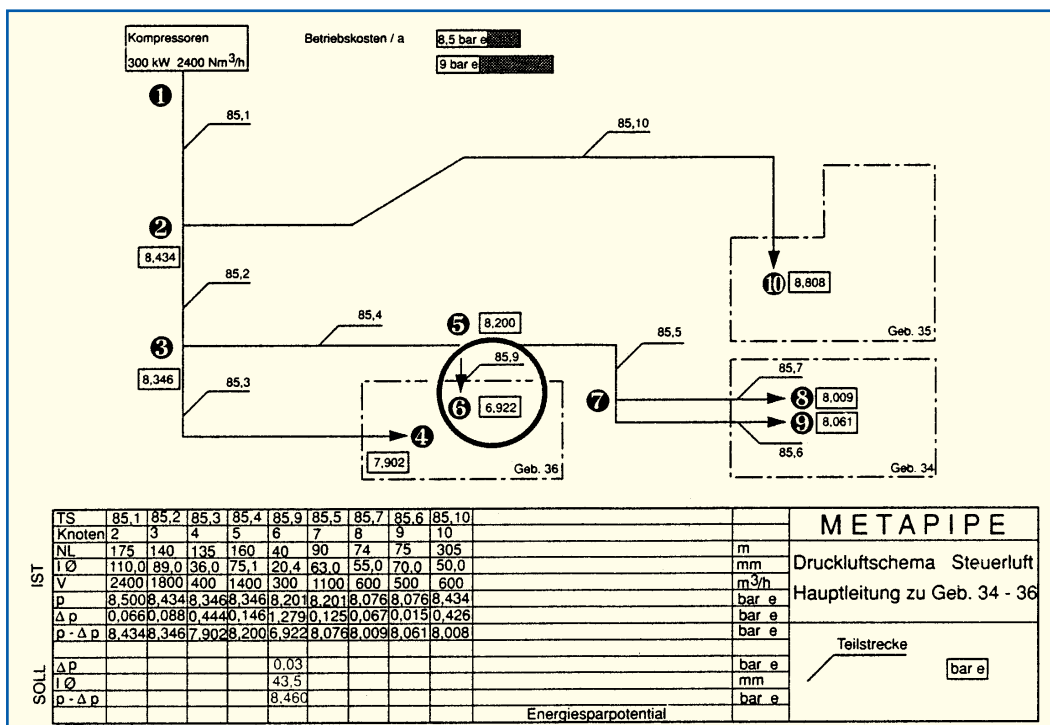
Als einen Führer für Planer und Anwender von Druckluftanlagen hat Metapipe eine Broschüre im A6-Format herausgegeben. Autor ist MP-Geschäftsführer Karl-Heinz Feldhaus. Auf 36 Seiten werden die wichtigsten Informationen über die Erstellung von Druckluftleitungen beschrieben, einschließlich Dimensionierung und Auswahl des Rohrmaterials. Außerdem enthält die Broschüre Informationen zur Analyse der Kostensituation in bezug auf die Sanierung von Altanlagen.

Wer heute bei den Druckluftkosten die Verluste der Energieverteilung nicht berücksichtigt, leistet der Vergeudung Vorschub. Eine strenge Kontrolle zahlt sich daher aus. Zusammengefaßt sollten folgende Kriterien für die Anlagekomponenten der Druckluftverteilung in Betracht gezogen werden.

- Renommee des Herstellers
- Eignung des Werkstoffs für Druckluft
- Referenzobjekte mit schwierigen Anforderungen (z. B. Aggressivität der Druckluft)
- Prüfreihen mit unterschiedlichen Kompressorölen
- Mindeststandzeit (z. B. 50 Jahre)
- Garantien (z. B. 10 Jahre)
- Zertifizierung (z. B. Bureau Veritas o. ä.)
- Sicherheitsfaktor (z. B. min. 2,5).

Literatur

- [1] K.-H. Feldmann; Optimierung von Druckluftleitungsnetzen; Sindelfingen 1987
- [2] Feldmann/Mohrig/Stapel; Druckluftverteilung; Gräfelfing, München 1985
- [3] E. Ruppelt (Herausgeber); Drucklufthandbuch; Essen 1995
- [4] E. Ruppelt/M. Bahr; Taschenbuch Drucklufttechnik; Vulkan-Verlag Essen;
- [5] Boge Kompressoren; Druckluft Kompendium; Bielefeld 1997
- [6] 7. TAB 12/97, S. 71 ff; Druckluftenergie - Planungsfehler in der Druckluftversorgung erhöhen die Kosten
- [7] Metapipe; Optimale Druckluftverteilung leicht gemacht; 2. Auflage; Dortmund 1997



Als Ursache für größere Druckabfälle wird häufig eine Unterdimensionierung von Teilbereichen des Netzes festgestellt [7]