

Druckluftverteilung

Energieeinsparung bei der Druckluftverteilung

Eine optimale Druckluftverteilung ist eine Energieleitung wie ein Stromkabel, die möglichst verlustfrei Druckluftenergie transportiert, d. h. mit geringster Reduzierung

- des Fließdruckes (Druckabfall durch Leitungsempunkte)
- der Luftmenge (Leckagen) und
- der Luftqualität (Rost, Schweißzunder, Wasser etc.)

Leitungsführung

In der Praxis werden Druckluftleitungen (Haupt- und Zuführungsleitungen) häufig aus Unkenntnis und unter Außerachtlassung von energetischen Gesichtspunkten ausgewählt, mit dem Ergebnis, dass in 80 von 100 Betrieben (EU-Studie) oft 50 % und mehr der Druckluftenergie vernichtet werden, bevor sie zu den Verbrauchern gelangt.

Die richtige Planung eines Netzes hat direkten Einfluss auf die Leistung der Maschinen und die Kosten der Druckluftproduktion. Suchen Sie den richtigen Durchmesser unter Berücksichtigung des gewünschten Volumenstroms und des zulässigen Druckabfalls aus. Der Druckabfall vom Druckluftbe-

hälter zur Kupplung an der Wandscheibe sollte 0,1 bar nicht übersteigen. Bei optimal ausgelegten Druckluftnetzen unterteilt man den Druckabfall in:

- ≤ 0,03 bar für die Hauptleitung
- ≤ 0,03 bar für die Verteilerleitung
- ≤ 0,04 bar für die Anschlussleitung
- ≤ 0,3 bar für das Anschlusszubehör.

Genauso wie die Wirtschaftlichkeit der Verdichter dokumentiert ist, sollte auch die Leistungsfähigkeit der Druckluftverteilung dokumentiert sein – das Fehlen einer Dokumentation führt immer zur Energievergeudung.

Hauptleitung (HL):

Sie verbindet die Erzeugerstation (Kompressorenraum) mit dem Verteilernetz. Die Hauptleitung sollte so dimensioniert sein, dass für zukünftige Erweiterungen Reserven vorhanden sind.

Verteilerleitung (VL):

Sie verteilt die Luft innerhalb eines Verbraucherabschnittes. Sie kann als Stich- oder Ringleitung bzw. als Ringleitung mit integrierten Stichleitungen ausgelegt werden.



Druckluft

Fakten

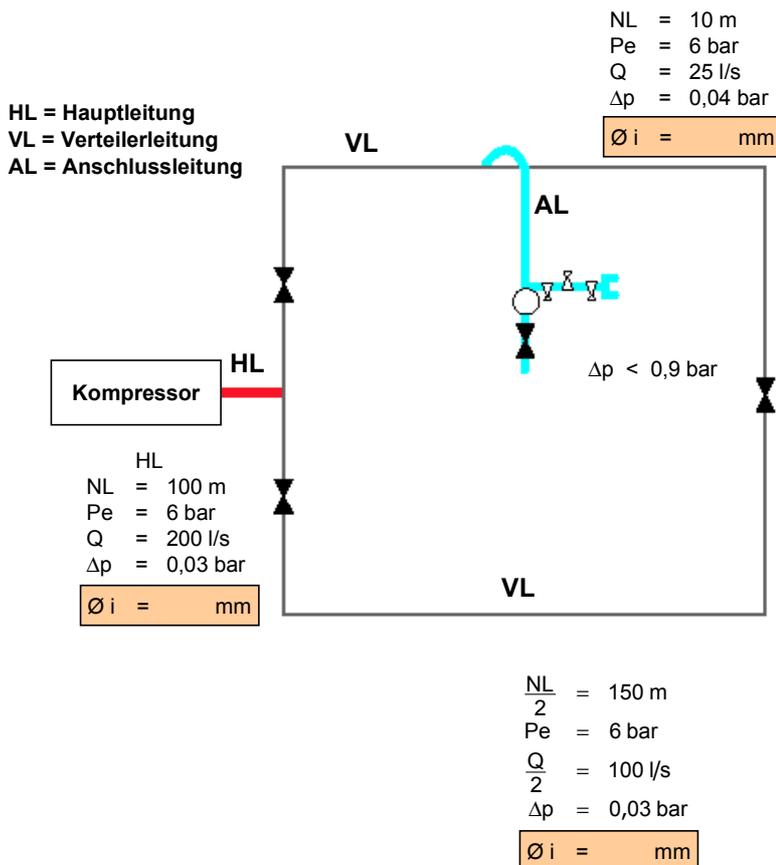


Abb. 1: Benennung der Leitungssegmente

Anschlussleitung (AL):

Sie ist die Verbindung zwischen Verteilung und Maschinen- oder Anlagenzapfstelle. Die Anbindung der Anschlussleitung an der Verteilung soll nach oben aus der Verteilung geführt werden, um zu vermeiden, dass Kondensat mit der Luft austritt.

Anschlusszubehör:

Diese Systemkomponenten sind häufig die kritischen Punkte eines Systems und bedürfen ebenfalls großer Aufmerksamkeit. Kupplungen, Schläuche, Spiralen oder Wartungseinheiten führen häufig wegen falscher Auslegung zu eklatanten Energieverschwendungen. Zusätzlich finden sich hier auf kurzem Raum viele Verbindungen, die leckagebehaftet sein können.

Begriffserklärung entscheidender Faktoren

Fließdruck

Trotz jahrzehntelanger Aufklärungsarbeit der Hersteller wird die Mehrzahl aller Druckluftwerkzeuge nur mit einem Fließdruck zwischen 3 und 5 bar beaufschlagt, das sind 1-3 bar zu wenig. Die Manometer an den Reglern und Wartungseinheiten vor den Werkzeugen zeigen den statischen Druck an. Doch nicht der treibt die Werkzeuge an, sondern der dynamische, der Fließdruck.

Weitere Beeinträchtigungen des Fließdruckes entstehen durch zu geringe Rohrquerschnitte und verwinkelte Rohrführungen. Bei der Auslegung müssen des Weiteren für alle Verbinder die entsprechenden äquivalente Längen mit eingeplant werden.

Luftmenge

Bei über Jahre „gewachsenen“ Druckluftverteilungssystemen aus unterschiedlichsten Werkstoffen, verschiedenen nicht optimalen Durchmesser, mehr oder weniger korrosionsfesten Materialien und unterschiedlichsten Verbindungsarten, kann die Leckagerate zwischen 25 und 35 % liegen. Leckagen kosten viel Geld. Sie sind die fleißigsten Verbraucher, die 365 Tage im Jahr arbeiten.

Luftqualität

Wünschenswert sind korrosions- und oxydationsfeste Premium-Rohrsysteme, die speziell für Druckluftanwendungen entwickelt wurden. Ein System sollte so gewählt sein, dass die durch die Erzeugung und Aufbereitung erzeugte Luft durch die Rohre auch nach langer Zeit nicht in ihrer Qualität beeinträchtigt wird.

Fließdruck am Werkzeug (P _e bar)	Luftverbrauch %	Maßnahme	
8,0	125	} Regler drosseln	Energievergeudung
7,0	111		
6,3 bar	100 %	optimale Leistung	
6,0	96	} Druck erhöhen	überproportionaler Produktivitätsrückgang
5,0	77		
4,0	61		
3,0	44		

Tab. 1: Beziehung zwischen Fließdruck und Luftverbrauch

Lochdurchmesser mm	Luftverlust		Energieverlust		Kosten	
	bei 6 bar l/s	bei 12 bar l/s	bei 6 bar kWh	bei 12 bar kWh	bei 6 bar €	bei 12 bar €
1	1,2	1,8	0,3	1,0	144	480
3	11,1	20,8	3,1	12,7	1.488	6.096
5	30,9	58,5	8,3	33,7	3.984	16.176
10	123,8	235,2	33,0	132,0	15.840	63.360

(*) kW x 0,06 € x 8.000 Bh/a

Tab. 2: Jährliche Energiekosten durch Leckage

Rohrinnen-Durchmesser	Druckabfall	Investitionskosten	Energiekosten zur Kompensation des Druckabfalls
1. 90 mm	0,04 bar	→ 10.000 €	→ 150 € p. a.
2. 70 mm	0,2 bar	→ 7.500 €	→ 600 € p. a.
3. 50 mm	0,86 bar	→ 3.000 €	→ 3.270 € p. a.

Tab. 3: Folgekosten durch zu geringe Durchmesserwahl

Speicherung

Ein weiterer Einflussfaktor für die Luftqualität und die Luftmenge ist die Speicherung der Druckluft. Druckluftspeicher direkt nach der Erzeugung, auch "zentrale Speicherung" genannt, beeinflussen die Luftqualität insoweit, als das direkte Kondensat abgeschieden wird. Des Weiteren wird durch einen Speicher die Möglichkeit geboten, eine wesentlich größere Luftmenge innerhalb kurzer Zeit anzufordern, als dies der Kompressor schlagartig leisten könnte. Hier gibt es – je nach Einsatzfall im Betrieb – auch die Möglichkeit, "dezentrale Speicher" direkt am Verbraucher einzusetzen. Weitere Informationen zum Thema Speicherung von Druckluft finden Sie auch in den „Druckluft effizient“-Fakten Steuerung und Aufbereitung.

Kosten

Bei Vergleichen der Investitionskosten sollten Material und Montagekosten der verschiedenen Rohrsysteme verglichen werden, da es keine allgemeingültige Formel für das „richtige Rohrmaterial“ gibt. Daher sollte der individuelle Bedarfsfall mit seiner jeweiligen technischen Anforderung im Vordergrund stehen.

Bis auf Edelstahl liegen die Kosten unterschiedlicher Rohrwerkstoffe nicht so weit auseinander, so dass bei den jährlichen Abschreibungsbeträgen die Unterschiede so gering sind, dass sie negiert werden können.

Entscheidend ist aber auch die Wahl der richtigen Nennweite. Hier entstehen bei zu geringen Durchmessern erhebliche Folgekosten. Wer hier bei den Anschaffungskosten spart, muss bei den Folgekosten tief in die Tasche greifen (s. Tab. 3).

Sanierung im Bereich der Druckluftverteilung

Generell sollte aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen nicht lange mit einer Leitungskontrolle gewartet werden. Doch auch dabei sollte Schritt für Schritt vorgegangen werden, und blinder Aktionismus vermieden werden.

Große Einsparpotenziale in der Druckluftverteilung können auf Basis einer schnellen Grobdiagnose wie folgt ermittelt werden:

- Luftqualität
- Leckagen
- Druckabfällen

Entspricht die **Luftqualität** den Anforderungen?

Dies ist neben der Art der Druckluftaufbereitung vor allem auch eine Frage, ob das Leitungssystem korrosionsfest ist. Entspricht die Luft an den Verbrauchern noch den (produzierten) Werten am Ausgang der Erzeugung? Ölkohleablagerungen/Wasseranfall, Rost oder Zinkgeriesel (wenn auch nur in Teilbereichen) machen oft neben einer zentralen Druckluftaufbereitung zusätzlich teure Wartungseinheiten an jeder Entnahmestelle erforderlich.

Weist das System **Leckagen** auf?

Durch eine Lastaufzeichnung der Kompressoren, die dann mit den vorhandenen Abnahmen verglichen wird, kann die Leckagemenge bestimmt werden. Dringend zu berücksichtigen ist hierbei aber, dass sowohl bei „geöffneten“ wie auch „geschlossenen“ Verbrauchern gemessen wird, da Leckagen am Anschlusszubehör und in den Maschinen diese Messungen verfälschen könnten.

Unter „Leckagen“ könnte man auch die Folgen von Überverdichtungen in der Auswirkung an den Werkzeugen betrachten. Ein Werkzeug, das 6 bar benötigt, aber mit 7 oder 8 bar beaufschlagt wird, vergeudet erhebliche zusätzliche Luftmengen.

Wie hoch ist der **Druckabfall**?

Dieser kann durch zu enge Querschnitte entstehen. Bei „gewachsenen“ Netzen wurden im Laufe der Zeit immer mehr Verbraucher an immer längere Hauptleitungen angeschlossen, ohne dass diese den Anforderungen entsprechend neu dimensioniert wurden. Eventuell wurde sogar nur die Kompressorenleistung erhöht. Nach Vorlage der Diagnose, unter Berücksichtigung aller drei Kriterien, kann eine wirtschaftlich sinnvolle Sanierung festgelegt werden: Entweder sind Teilbereiche zu sanieren oder bei Zusammentreffen aller Negativerscheinungen ist möglicherweise unter Kosten-/ Nutzensgesichtspunkten ein neues Netz die wirtschaftlichste Lösung. Solche Sanierungen kosten oft erheblich weniger als die jahrelange Energievergeudung – die Amortisationszeiten sind sehr kurz.

Ein wirtschaftliches Konzept kann von jedem Druckluftfachbetrieb erstellt werden!

Oftmals ist eine akribische Betrachtung des kompletten Systems, von der Erzeugung und Aufbereitung über die Verteilung bis hin in die Mechanismen der Maschine, durch Messungen ein (zeit-)aufwendiges Muss, welches sich aber schnell und auf Dauer für einen Betrieb – gleich welcher Art und Größe – gewinnbringend auszahlt.

Der Pflege der teuersten Energiequelle, die zudem produktionsentscheidend ist, sollte die Sorgfalt entgegengebracht werden, die es auch tatsächlich verdient !!!



Die Kampagne „Druckluft effizient“ hat zum Ziel, die Betreiber von Druckluftanlagen zur Optimierung ihrer Systeme zu motivieren und dabei erhebliche Kosten einzusparen. Sie wird von der **Deutschen Energie-Agentur (dena)**, dem **Fraunhofer-Institut Systemtechnik und Innovationsforschung** (Fraunhofer ISI, Gesamtprojektleitung) und dem **Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)** mit Unterstützung des Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) und den folgenden Industrieunternehmen durchgeführt.

Atlas-Copco
domnick-hunter
GASEX
Kaeser Kompressoren
Schneider Druckluft
ultra air

BEKO Technologies
Energieagentur NRW
Gebr. Becker
Legris – TRANSAIR
systemplan, Karlsruhe
ultrafilter International

BOGE Kompressoren
Gardner Denver Wittig
Ingersoll-Rand
METAPIPE
Thyssen Schulte – MULTIPLAST
ZANDER Aufbereitungstechnik

Weitere Informationen finden Sie unter www.druckluft-effizient.de