

# Druckluftvergeudung

## Teil 2: Kostenlos saniert – Energieeinsparung trägt Investition

Karl-Heinz Feldmann

*Sowohl die Planung von Effizienzsteigerungen in der Druckluftversorgung generell als auch für die Druckluftverteilung gehören in Spezialistenhände. Erforderlich ist das Herausarbeiten klarer Ziele mit Prioritäten in einer fachübergreifenden Zusammenarbeit mit der Fähigkeit der Vereinfachung von Fragestellungen. Jede Betätigung von Stellschrauben in den Bereichen Kompressoren, Aufbereitung, Verteilung hat komplexe Auswirkungen. Es handelt sich immer um eine echte Ingenieursarbeit. Der folgende Fachbeitrag gibt unter anderem Hinweise zu Planungskriterien, Ausschreibungen, Technische Regeln und Systemkostenvergleichen.*

### Kriterien optimaler Druckluftleitungen

Im Zusammenhang mit den Vorschriften für die Medien ungefährliche Gase/Druckluft, technischen Regeln und Vorschriften zur Vermeidung umfangreicher Konformitätsrecherchen und Gefährdungsanalysen (BetrSichV) sowie zur Einschränkung der Haftung als Planer wird empfohlen, möglichst Premium-Rohrsysteme mit Zulassung für ungefährliche Gase/Druckluft einzusetzen: Rohre aus dem Wasserbereich haben ein hohes Gefährdungspotenzial (BetrSichV) gegenüber kompressiblen Medien und sind nur mit Vorbehalt einsetzbar. Für diesen Bereich der kompressiblen Medien wurden über Jahrzehnte vorwiegend metallische Rohre eingesetzt, z. B. Stahlrohre, DIN 2440/2441 mit Nenndruck

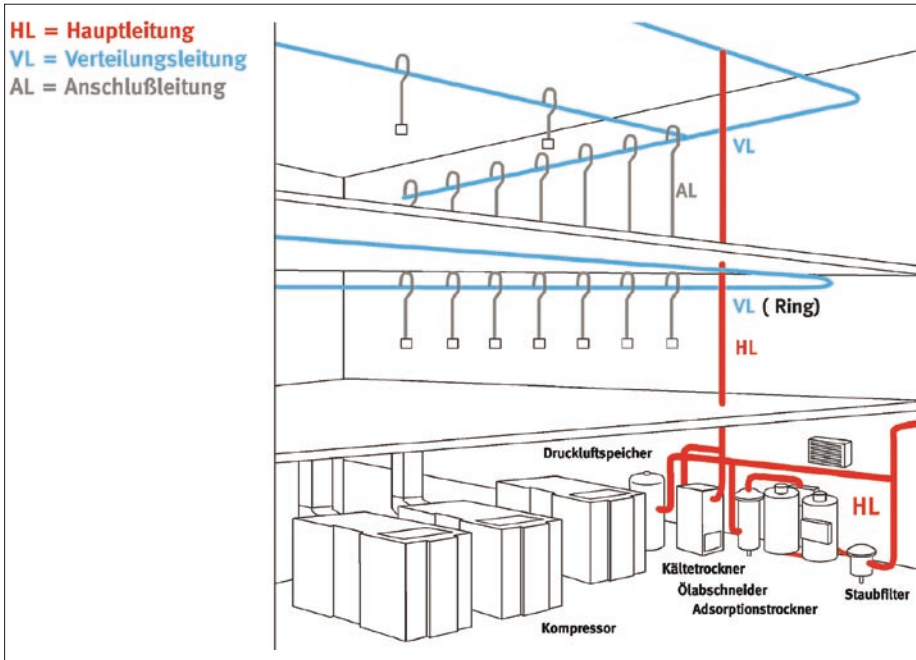
für Flüssigkeiten von 25 bar, aber für Luft und ungefährliche Gase nur mit einem reduzierten Nenndruck von 10 bar.

Als Systemanforderung (nicht nur für die Rohre, sondern auch für die Formteile und Armaturen) gilt, dass alle Bauteile im Detail hinsichtlich Standzeit, Anwendung, Sicherheit, Medien besonders im Hinblick auf die Druck-/Temperaturfunktion identisch sind. Dokumentierte Nachweise aller dieser Details, die unter anderem jeder Rohrverleger für das CE-Kennzeichen benötigt, sollten möglichst vom Hersteller vorliegen. Wer Premiumrohrsysteme verwendet, vermeidet das Sammeln und Bewerten von Dokumentationen vieler Hersteller.

Bei Rohrmaterialien werden entsprechend dem technischen Fortschritt (Ressourcenschutz, Energiebilanz) wie für die Leitung von flüssigen Medien auch im Bereich kompressibler Medien mehr und mehr Kunststoffrohre eingesetzt, sodass die folgenden Betrachtungen darauf abgestellt sind. Materialhomogene Rohrsysteme sind korrosions- und oxydationsfest, halten die Druckluft sauber und ersparen dezentralen Aufbereitungsaufwand und Verteilung von gefährlichen Feinstäuben (reine Auspuffluft) unter Umweltschutzgesichtspunkten.

Die Entwicklungen von Premiumsystemen weisen einen immer höheren nachhaltigen technologischen Standard auf, und zwar hinsichtlich systemischer, ökonomischer, energetischer und ökologischer Effizienz. Sie konzentrieren sich aufgrund praxisnahen Bedarfsmonitorings auf funktionsbasierte Entwicklung und hohe Qualitätssicherheit. Sie garantieren durch Beibehaltung spaltloser Rohrverbindungen ma-

**Autor:** Karl-Heinz Feldmann ist Geschäftsführer der Metapipe GmbH in 44135 Dortmund



Bausteine eines Druckluftnetzes

ximale Sicherheit und Wirtschaftlichkeit. Sie erleichtern detailliert abgestimmte, aufwändige zustandsorientierte Instandhaltung von kilometerlangen Druckluftnetzen.

In der Industrie empfiehlt es sich, bei der Dimensionierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten als kleinste Nennweite 25 bis 32 mm vorzusehen, und durch Vermaschung/Ringanordnung/Doppelleitung sollte die NW 100 mm in 90 % aller Bedarfsfälle reichen. Der Druckabfall im gesamten Leitungsbereich sollte 0,1 bar ( $v = \text{maximal } 6 \text{ m/s}$ ) nicht überschreiten, d. h. in den Modulbereichen Haupt-, Verteilungs- und Anschlussleitung ist je ein maximaler Druckabfall von 0,03 bar zu empfehlen. Die Rohrführung, die erheblichen Einfluss auf die Dimensionierung hat, sollte zum Wachstum eine energiesparende Vermaschung erlauben.

Der Brandschutz ist bei metallischen Rohren meist kein Problem, bei Kunststoffrohren empfiehlt sich eine Zertifizierung nach EUROCLASS B-s1-d0 / Directive 98/106/CEE.

Die Investitionskosten für optimale, vergleichbare Rohrsysteme liegen eng beieinander. Aber nicht die Investitionskosten (etwa 20 % der Life-Cycle-Cost) sollten entscheidend sein, sondern vielmehr durch fehlendes Know-how unnötige Folgekosten (unnötige Aufbereitung, falsche Rohrdimensionierung, hohe Leckagen, zu große Leerlaufzeiten) in der Größenordnung von etwa 80 %.

Die meistens anzutreffende Konzentration nur auf niedrige Investitionskosten verhindert grundsätzlich wirtschaftliche Systeme und zu hohe Folgekosten (80 %). Wer glaubt, dass billige, ungeeignete Rohrsysteme die Kosten der Druckluft reduzieren, erreicht genau das Gegenteil, sie wären geschenkt zu teuer.

**Einkäufer mit ins Boot zu holen**

Unabdingbar sollte es sein, bei Beschaffungen von Material und Planungen auch

die Einkäufer rechtzeitig mit ins Boot zu holen. Wir haben festgestellt, dass Einkäufer durch die vermehrten Informationen, z. B. in der Fachpresse, das Thema Drucklufteffizienz nachhaltig aufgegriffen haben. Im übrigen kostet z. B. eine erste Sofortmaßnahme bei Beschaffung von druckluftbetriebenen Maschinen nur einen Textbaustein,

**Der Druckabfall im gesamten Leitungsbereich sollte 0,1 bar nicht überschreiten**

in dem Lieferanten verpflichtet werden, nicht nur den Betriebsdruck niedrig zu halten (z. B. 6 bar), sondern auch die Luftmengen und Druckabfälle zu spezifizieren und unter anderem zu garantieren, dass z. B. die Verrohrung in den Maschinen unter dem Gesichtspunkt zur Vermeidung von Leckagen, Optimierung der Querschnitte und Rohrführung verbindlich unter Beachtung aller medienspezifischen Vorschriften für Druckluft ökologisch und ökonomisch konzipiert ist.

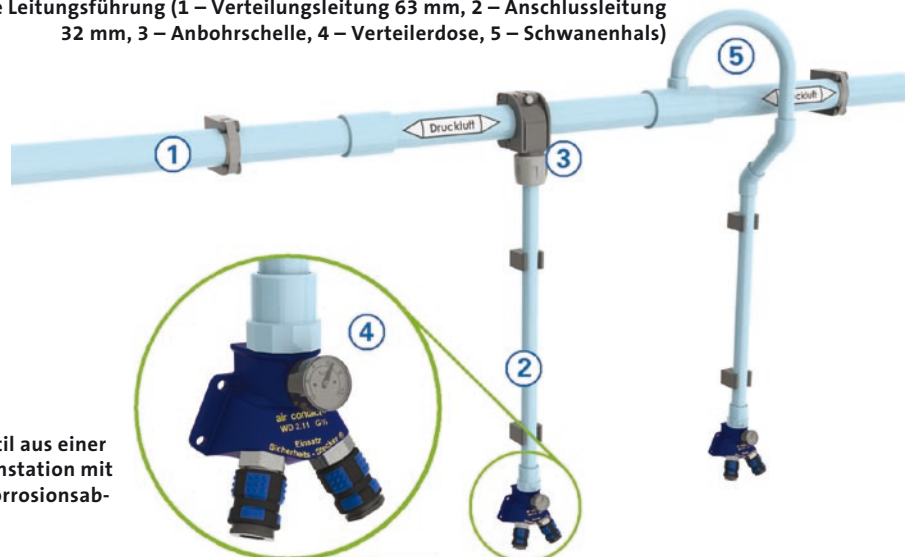
Bei Planungs- und Materialausschreibungen sollten die neuen Normen, Regelwerke und EU-Richtlinien Ausschreibungsbestandteile sein. Es ist zwar so, dass z. B. jeder Planer nach den Regeln der Technik arbeiten muss, aber durch den ausdrücklichen Hinweis (Haftung) wird das auch jedem bewusst. Hilfreich als Vorbemerkung für Ausschreibungen sind die Einsatzkriterien, z. B. spaltlose Rohrverbindung, minimale, begrenzte Luft- und Druckverluste.

In einem empfehlenswerten Vortrag [1] wurde aufgezeigt, dass bei zielstrebigem Sanierung über zehn Jahre besonderen Fokus auf die Nutzenergie Druckluft bei einer Umsatzsteigerung um 50 % die Primärenergie um 30 % zurückgeführt werden konnte, und zwar durch 99 Maßnahmen mit einem Einsparpotenzial von 15 Mio. Euro.



Graugussventil aus einer Kompressorenstation mit deutlichen Korrosionsablagern

Moderne Leitungsführung (1 – Verteilungsleitung 63 mm, 2 – Anschlussleitung 32 mm, 3 – Anbohrschelle, 4 – Verteilerdose, 5 – Schwanenhals)



Werkbilder: Metapipeline GmbH, 44135 Dortmund

	1983	1991	2003	2004
Druckluftherzeugung	6 Kolben-kompressoren	2 Schrauben-kompressoren 5 Kolben-kompressoren	8 Schrauben-kompressoren	6 Schrauben-kompressoren
Volumenstrom	160 m <sup>3</sup> /min	140 m <sup>3</sup> /min	110 m <sup>3</sup> /min	110 m <sup>3</sup> /min
Installierte Leistung	1250 kW	1200 kW	960 kW	720 kW
Stationsdruck	8 bis 9 bar	7 bis 8 bar	6,8 bar	6,5 bar
Netzdruck	6 bar	6 bar	6 bar	6 bar
Druckverlust	ca. 2,5 bar	1,5 bar	0,7 bis 0,8 bar	0,4 bar
Leckagen	40 %	35 %	15 bis 20 %	12 %
Druckluftqualität	6	5	4	4
Wärmerückgewinnung	keine	10 %	ca. 35 %	ca. 80 %
Rohrleitungsnetz	Stahl 100 %	Stahl 100 %	Kunststoff 80 % Stahl 20 %	Kunststoff 95 %

Tabelle: Betrachtung der Druckluftversorgung der letzten 20 Jahre

## Fazit: Keep it simple!

Auf die Druckluftversorgung bezieht sich wohl die letzte große Energievergeudung in der Industrie. Die Zukunftsfähigkeit dieser teuersten Nutzenergie hängt an der Behebung des Erneuerungsbedarfes der ineffektiven Druckluftnetze. Bei einem Wirkungsgrad von 5 % handelt es sich eher um eine kolossale Heizanlage, bei der zu 95 % meistens die Umwelt geheizt wird.

Wenn laut der EU-Studie von dieser mageren Druckluftausbeute 50 % und mehr aus Unkenntnis in 80 von 100 Betrieben ungerührt vergeudet werden, dann heißt das wenig zurückhaltend ausgedrückt, dass doppelt so viel als nötig produziert wird. Die Wirkleistung sinkt dann - dargestellt in der vergleichenden Wirkleistungsdarstellung im Teil 1 in DRUCKLUFTTECHNIK 7-8/2010 (Seite 40) auf nur 2,5%! Hauptschwachstelle sind die vergreisten, über Jahrzehnte „gewachsenen“ oder auch neue unfachmännisch nach Wasserleitungsge-sichtspunkten oder ähnlichem geplanten Druckluftverteilungen. Lassen wir einmal dahingestellt, wo die Ursachen solcher in der heutigen Zeit überraschenden eingeschränkten Wirklichkeitswahrnehmungen liegen, die meistens mit immer noch fehlenden diesbezüglichen Kostenarten- und Kostenrechnungen für diese Energieart einher gehen.

Die EU-Kommission erarbeitet umfangreiche Richtlinien, die schon zum Teil in nationales Recht umgesetzt sind, um letztlich über die Erschwerung der Nutzung ineffizienter Technologien bis hin zu einem ordnungsrechtlichen Verbot mittels Benchmarkings aus Gründen des Ressourcen- und Umweltschutzes dieser Ignoranz Einhalt zu gebieten. Es ist eigentlich für jeden Energiemanager, ohne zum Spezialisten zu werden, sehr einfach festzustellen, wie hoch das Einsparpotenzial bei „gewachsenen“ Druckluftversorgungen anhand der Faustformel von etwa 500 Euro pro kW installierter Kompressorenleistung im Jahr ist.

Die Kriterien, nach denen die Qualität der Druckluftverteilung festgestellt werden, sind Druckluftmengen (Leckagen), Druckluftqualität (dezentrale Aufbereitung) und Höhe der Verdichtung (kleiner gleich 1 bar über Betriebsdruck).

Bei dem Bemühen um Effizienzsteigerungen (immer systemisch) sind zwei Fallen zu vermeiden:

- Formulieren Sie bei allen Anfragen, was Sie systemisch erreichen wollen, und zwar nur an wenigen Kriterien. Anbieter und Trendsetter (!) werden versuchen, dem Druckluftbetreiber offenkundig oder subtil zu diktieren, wie der Bedarf „wirklich“ auszusehen hat.

- Tückisch ist der Fehler 2, nämlich dass Sie sich an der aufgezeigten Option orientieren,

## Internethilfen

- www.industrie-effizient.de (Druckluft)
- www.energie.ch (Druckluft)
- www.ea-nrw.de
- www.druckluft-effizient.de
- www.druckluftverteilung.de (news)
- www.druckluftverteilung.de/Nutz-energie\_Druckluft\_Leitfaden

## Stichworte zur Internetrecherche

- news.Planungskriterien Drucklufttechnik
- news.Nutzenergie Druckluft
- news.Moderne Druckluftverteilung für höchste Ansprüche
- news.Vermeidung von nicht oder nur teilgeeigneten Druckluftleitungen
- Druckluftrohre.Vorbemerkung für Ausschreibungen
- Druckluftrohre aus Kunststoff
- Druckluftrohre.Schlagzähigkeit
- Druckluftrohre.Crash Tests
- Druckluftrohre.Druckgeräterichtlinie
- Druckluftrohre.Auswahl optimaler Rohrwerkstoffe

auf den falschen Zug aufzuspringen, ohne zu klären, was eigentlich Ihr Bedarf ist. Plötzlich sprechen Sie z. B. über Rohre für heiße Luft (70 °C) und 16 bar Betriebsdruck und „moderne“, lösbare Rohrverbinder oder nur innenseitigen Korrosionsschutz. Sie haben aber weder heiße Luft noch eine Verdichtung über 10 bar noch möchten Sie das Rohrsystem (in 8 m Höhe) dauernd wegen der lösbaren Verbindung oder keinen äußeren Korrosionsschutz warten.

Für die Erstellung eines Druckluftanlagen-Audits reicht allerdings nicht eine initiale Bewertung im Vorübergehen, sondern es muss schon ein Verbrauchsprofil mit Last- und Totzeiten, der Druckluftqualität und einer Leckagemessung etc. erstellt werden, dabei hilft für wenig Geld jeder Kompressorenhersteller. Eine solche „Walk-through-Methode“ ist schon deshalb nicht möglich, weil uns z. B. in einem Betrieb eines deutschen Weltmarktführers auf das Angebot, die Leistung einer Druckluftverteilung durchzurechnen, gesagt wurde, dass der Leitungsverlauf völlig unbekannt sei, die letzten Mitarbeiter, die das wüssten, seien inzwischen pensioniert.

Noch irritierender war aber, dass es für teures Geld eine „Schwachstellenanalyse“ gab, bei der durch „Messungen“ im Kompressorenraum bei durchlaufendem Betrieb festgestellt worden war, wie hoch die Leckageraten im Netz waren. Da hat jemand an den Kompressoren festgestellt, welcher Teil der Luft durch Löcher entfleuchte und welcher Teil die Maschinen antreibt, steuert oder regelt.

METAPIPE  
18661430

WWW  
www.vfv1.de/#18661430

## Literaturhinweise:

[1] Meinolf Koch, Vortrag: „Energieeinsparmaßnahme in der Automotive Industrie von etwa 15 Mio. Euro in den letzten zehn Jahren unter besonderem Fokus der Druckluftenergie“, Internationales Kompressoren-Anwenderforum 2004, Karlsruhe, www.Kompressoren-Anwenderforum.de  
Optimale Druckluftverteilung, 2. Auflage, Renningen 2003  
Technische Regeln im Rohrleitungsbau (u. a. DVGW-Regelwerk/DIN-Normen, Unfallverhütungsvorschriften/DVS-Richtlinien, VdTÜV-Merkblätter)  
Radgen/Blaustein: „Compressed Air Systems in the European Union“, Stuttgart 2001  
Systematisierung der Potenziale und Optionen, Endbericht an die Enquête-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages, Karlsruhe/Jülich 12/2001