



# Nutzenergie Druckluft

## Kostenmanagement in vielen Betrieben verbesserungsbedürftig

Aus 100 Prozent teurem Strom entstehen 95 Prozent Wärme und ca. fünf Prozent mechanische Energie in Form von Druckluft. Nach einer EU-Studie<sup>1)</sup> werden aus Unkenntnis von dieser geringen Druckluftausbeute in 80 von 100 Betrieben bis 50 Prozent ungenutzt vergeudet.

Die Deutsche Energieagentur (DNA) versuchte mit einer millionenschweren Kampagne (druckluffeffizient) die Endverbraucher zu sensibilisieren, und der Endbericht an die Enquête-Kommission des Deutschen Bundestages<sup>2)</sup> empfiehlt den Ersatz der Druckluftanwendung durch elektrischen Antrieb. Damit würde nicht nur dem Umweltschutz ein großer Dienst erwiesen, sondern auch die Stromkosten der Betriebe würden zwischen zehn und 15 Prozent gesenkt. Trotz der Zwangsaktualisierung Cost-Cuttings, so Matthias Zellinger (VDMA): „Drucklufttechnik ist nicht sexy, und Vorstände sind vielfach mit dem Thema nicht zu erreichen.“

Energiequelle	Einheit	Kosten
Erdgas	Nm <sup>3</sup>	bekannt
Strom	kWh	bekannt
Wasser	m <sup>3</sup>	bekannt
<b>Druckluft</b>	m <sup>3</sup>	<b>??????</b>
Dampf	kg	bekannt



Energie-Monitoring? – Fehlanzeige. Gerade in bezug auf Druckluft sind die für das Unternehmen anfallenden Kosten oft nicht exakt erfaßt oder dokumentiert.

### Bewußtsein für das Medium Druckluft

Druckluft ist eine sehr alte Nutzenergie. 1400 v. Chr. wurden schon Schalengebläse beim Guß von bronzenen Tempeltüren eingesetzt. Druckluft gilt zu Recht als robust und sicher. Schon 1868 meldete



**Karl-Heinz Feldmann**

Geschäftsführer Metapipe Rohrsystem und Vertriebs GmbH, Dortmund.

George Westinghouse eine Druckluftbremse für Eisenbahnwagen als Patent an. Ende des 19. Jahrhunderts wurden robuste Bohrhämmer für den Bergbau entwickelt. Heute ist Druckluft ein „Lebensnerv“ der Industrie und zeichnet sich aus durch Schnelligkeit, Präzision und Flexibilität, sowie Miniaturisierung, z. B. bei der Automatisierung. Druckluft findet Anwendung zum Antrieb von Robotern; Webstühlen; für Luftlager von Laserkanonen zum Anvisieren von Geosatelliten; zur ruckfreien Bewegung von Teleskopen.

Übersehen wird bei allen diesen Vorteilen leicht, daß bei dieser teuersten Nutzenergie (zehn- bis 40-mal teurer als Elektro- oder Hydraulikenergie)<sup>3)</sup> seit Jahrzeh-

ten meist unsichtbar Milliarden vergeudet werden und sich diese teure Energie somit in nichts auflöst.

Grundlage dieses Verhaltens ist vielleicht die Überlegung, daß Atemluft nichts kostet und somit auch Druckluft sicherlich kostenmäßig negierbar sei. Die Ursache ist meistens das Fehlen von jeglichem diesbezüglichen Energie-Monitoring und Energie-Controlling sowie eines Komplexitätsmanagements.

Einzig existiert meistens ein technisches Controlling, das die Versorgungssicherheit garantiert. Wie noch auszuführen ist, werden durch diese Organisationsmängel Planungs- und Systemfehler unter dem normativen Zwang der Betriebssicherheit zwangsläufig.

### Fehlende Systemkenntnisse

In der genannten EU-Studie liegt die Ursache der technischen und wirtschaftlichen Misere in den fehlenden Systemkenntnissen. Der Anwender auf der einen Seite und die Marktsegmentierung der Anbieter mit Funktionssegmenten (Kompressoren, Aufbereitung, Verteilung) und entsprechendem Mikromarketing auf der

<sup>1)</sup> Radgen/Blaustein, Compressed Air Systems in the European Union, Stuttgart 2001, ISBN 3-932298-16-0

<sup>2)</sup> Systematisierung der Potentiale und Optionen – Endbericht an die Enquête-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages, Karlsruhe/Jülich, Dezember 2001

<sup>3)</sup> www.energie.ch/themen/industrie/infel/druckluft.htm

anderen Seite sind die Ursache. Dieses Kenntnisdefizit über die Komplexität gegenüber der Spezialisierung der Anbieter steht einer sonst automatischen System-Optimierung entgegen.

Wenn nun die einzelnen Bestandteile der Drucklufttechnik – die Bereiche Kompressoren, Aufbereitung, Verteilung – nicht optimal aufeinander abgestimmt sind, dann liegt die Verantwortung für die Schnittstellen und der zwangsläufigen diskreten Energie-Inkontinenz beim Betreiber.

Aus der Praxis ist bekannt, daß selbst bei gestiegenem Erkenntnisgewinn über die Komplexität der Druckluft, der peinlichen Einsicht über die Notwendigkeit, die bisherige Werkelei zu beenden und den Sanierungsbedarf offen und ehrlich aufzuzeigen, nicht gefolgt wird.

Dabei ist es so einfach, mit Neugierde und Freude dieses relativ einfache, technisch und energetisch aufzuarbeitende Defizit zu beseitigen, weil Leistungsfähigkeit an simplen drei Kriterien gemessen werden kann: Luftmenge, Luftqualität, Druck (Druckabfälle) des üblichen Best-Practice-Levels mit der eigenen Situation zu vergleichen. Drucklufttechnik ist relativ einfach, man muß nicht zum Spezialisten werden. Eine allgemeine Information über die systemischen Zusammenhänge reicht, und zwar vom Energiemanager bis zum Anwender.

## Einkäufer mit ins Boot

Ebenso ist es notwendig, auch die Einkäufer rechtzeitig mit ins Boot zu holen. Wir haben in letzter Zeit in mehreren

Fällen festgestellt, daß Einkäufer durch die vermehrten Informationen, z. B. in der Fachpresse, das Thema Druckluftenergie im Betrieb aufgegriffen haben.

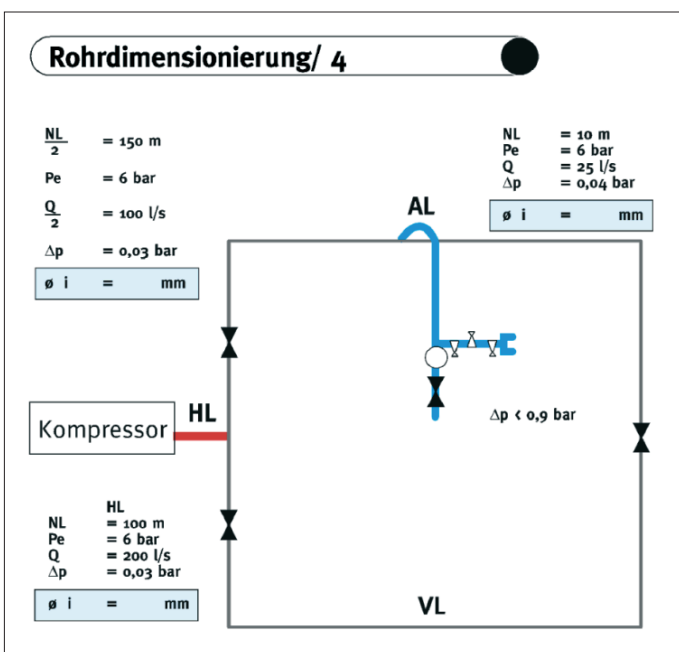
Im übrigen kostet eine erste Sofortmaßnahme nur einen Textbaustein, in dem Lieferanten verpflichtet werden, nicht nur den Betriebsdruck niedrig zu halten (z. B. 6 bar), sondern auch die Luftmengen zu spezifizieren und zu garantieren, daß die Verrohrung in den Maschinen unter dem Gesichtspunkt zur Vermeidung von Leckagen verbindlich dauerhaft dicht bleiben muß.

## Effizienzsteigerung heißt Systemkosten senken

Die Anbieter von Funktionssegmenten (es gibt kaum Vollsortimenter) sollten eigentlich unter dem Gesichtspunkt optimalen Kundennutzens weniger nur ein „Aggregat“ liefern als eine systemisch optimale Problemlösung offerieren.

Praktisch heißt das zum Beispiel, daß bei der Problematik „zu geringe Luftmengen“ der gerufene Kompressorenanbieter unter Verzicht auf ein Kompressorengeschäft gegen den kostenlosen Hinweis für den Anwender, doch besser kostengünstiger die Leckagen der Druckluftverteilung zu beseitigen, dieses Problem löst. Eine solch philanthropische Haltung oder „Fairselling“ ist allerdings selten, oft fehlt auch das systemische Know-how.

Wer z. B. „ölfreie“ Schraubenkompressoren kauft und eine aufwendige Aufbereitung in Kombination mit nicht korrosions- und oxydationsfesten Rohren in Betracht zieht, rehabilitiert unbewußt die alte



Die Druckluftleitungen sind das schwächste Glied in der gesamten Drucklufttechnik. Fachkundige Rohrdimensionierung und Minimierung von Leckagemöglichkeiten haben großen Einfluß auf die Effizienz des Systems.

Energieschleuder, weil er dadurch eine zusätzliche dezentrale Aufbereitung benötigt.

Die simple Orientierung an den schon erwähnten drei Kriterien in Hinblick auf die Kosten erlaubt es, gelassen abzuschätzen, ob temporäre Marketinglyrik wie Contracting als Rund-um-Sorglos-Paket oder viele dezentral aufgestellte Kompressoren mit dünnen Leitungen oder komplizierteste Steuerungen und Telemonitoring des Lieferanten dem jeweiligen Bedarf entspricht oder mehr eine Flucht aus der Verantwortung fördert.

In einem Vortrag<sup>4)</sup> wurde aufgezeigt, daß bei zielstrebigem Sanierung über zehn Jahre, mit besonderem Fokus auf die Nutzenergie Druckluft, bei einer Umsatzsteigerung um 50 Prozent die Primärenergie um 30 Prozent zurückgeführt werden konnte, und zwar durch 99

Maßnahmen mit einem Einsparpotential von 15 Millionen Euro.

Lesern, die an einer schnellen Information über die Zusammenhänge der Drucklufttechnik interessiert sind, wird empfohlen, an einem Seminar bei der TAW Wuppertal am 27. April 2005 in Altdorf teilzunehmen. Bei dieser Gelegenheit gibt es eine umfassende Information über die Zusammenhänge der Drucklufttechnik vom Kompressor bis zum Werkzeug mit praxisnahen Tips zur schnellen Umsetzung.

## Druckluftenergie, zuerst Transparenz – dann Effizienz

In den letzten Jahrzehnten hat sich in der Drucklufttechnik optisch einiges getan. Die Kompressoren (einschl. Auf-

bereitung) wurden zu bunten Powerstationen, aber die Druckluftleitungen sehen seit 100 Jahren ziemlich gleich aus und sind ziemlich aus dem Blick geraten.

Die Verteilung besteht aus einem Sammelsurium vieler Rohrwerkstoffe, aller möglichen spalthaltigen Verbindungsarten in verschiedensten, willkürlichen Dimensionierungen – oft nach dem Motto „je länger je kleiner“. Das Ergebnis sind Druckabfälle von 2 bis 3 bar und Leckagen zwischen 25 und 40 Prozent. Das allein ergibt schon Verluste von über 50 Prozent bzw. simpel eine unnötige Verdoppelung der Druckluftproduktion. Die EU-Studie wird, ob zu recht oder zu unrecht, von vielen Herstellern von Funktionssegmenten eigenwillig interpretiert. So wird z. B. bei Einsatz von modernen Steuerungen und Kompressoren ein Einsparpotential von 30 Prozent angegeben. Sollte das im Einzelfalle so sein, so ist erschreckenderweise neben allen anderen Einsparpotentialen die Druckluftvergeudung insgesamt noch größer als bisher aufgezeigt.

Bleiben wir bei dem schwächsten Glied innerhalb der Drucklufttechnik, den Druckluftleitungen. Bevor nicht eine komplette Diagnose über die Schwachstellen vorliegt, und zwar mit Blick auf eine Optimierung des Systems, sollte mit keiner Therapie begonnen werden.

Die Folge wird sein, daß unter anderem einzelne Betriebsbereiche zuerst neue Druckluftverteilungen bekommen. Diese werden während des Betriebes installiert, mit Umschlüssen am Wochenende. Verwendet werden sollten nunmehr einfach aus Kostengründen (Energiekosten) Premium-Rohrsysteme, also solche, die speziell für das Medium Druckluft und ihre spezifischen Anforderungen entwickelt wurden.

Diese sind korrosions- und oxydationsfest, haben spaltlose Verbindungen (keine „Piesel“-Fittings), hohe Sicherheitskoeffizienten (z. B. 2,6), lange Standzeiten (50 Jahre) und eine optimale Euro-Brandklasse (B-s1-d0), eine Konformitätserklärung nach der Druckluftgeräterichtlinie 97/23/EG sowie namhafte Referenzen.

Ein fachkundiger Lieferant gibt auch gerne Hilfestellung bei der Rohrführung (vermaschtes System) und Dimensionierung sowie bei der Verwendung einer speziellen Low-cost-Software (Metasoft).

<sup>4)</sup> M. Koch, Vortrag: „Energieeinsparmaßnahme in der Automotive Industrie von ca. Euro 15 Mio. in den letzten zehn Jahren unter besonderem Fokus der Druckluftenergie“, Internationales Kompressoren-Anwenderforum 2004, Karlsruhe, [www.Kompressoren-Anwenderforum.de](http://www.Kompressoren-Anwenderforum.de)

## Planungscheckliste Druckluftverteilung

Festlegung und Dokumentation des **Volumenstroms** unter Berücksichtigung des Luftverbrauchs, der Einschaltdauer, des Gleichzeitigkeitsfaktors, der Leckagen, der Reserven für älter werdende Werkzeuge unter Berücksichtigung von Reserven für Wachstum.

**Volumenstrom** (jetziger Verbrauch m<sup>3</sup>/h)

- plus Leckagen 10 bis 35 Prozent je nach Rohrsystem
- plus Reserven 35 Prozent Zuwachs nach Angaben des Anwenders
- plus Mehrverbrauch 5 bis 10 Prozent für älter werdende Werkzeuge
- plus Mehrverbrauch 17 bis 30 Prozent Adsorptionstrockner, kalt generiert

Die **Druckluftqualität** wird gewählt nach DIN ISO 83751, Aufbereitung (nur so gut wie nötig): z. B. Werkluft 2/4/3 durch Kältetrockner.

Die Gestaltung der Aufbereitung ergibt sich in Art und Umfang obligatorisch.

Die **Aufbereitung** sollte zentral erfolgen für die Standardqualität und dezentral für Sonderqualitäten.

Die **Verdichtung** sollte auf möglichst niedrigen Betriebsdruck (z. B. 6 bar oder weniger) abgestimmt werden: Maximaldruck am Kompressor: max. 1,5 bar höher als notwendiger Betriebsdruck am Verbraucher.

Aufteilung der **Druckabfälle** wie folgt:

Druck am Verbraucher:	6 bar
Anschlußzubehör	≤ 0,5 bar
Rohrleitungsnetz:	≤ 0,1 bar
Aufbereitung:	≤ 0,4 bar
Druckband Kompressor:	≤ 0,5 bar

**Rohrsystem:** Dokumentation der Dimensionierung nach anerkannten Verfahren; korrosions- und oxydationsfestes Rohrmaterial; spaltlose Rohrverbindungen; erweiterungsfähige, vermaschbare Rohrführung; Leckagen max. zehn Prozent!

Zur Vermeidung der Qualitätsbeeinträchtigung empfehlen sich korrosions- und oxydationsfeste Premium-Rohrsysteme. Bei der Dimensionierung der Druckluftverteilung sollten die Querschnitte obige Reserven, Leckagen etc. berücksichtigen.

## Fazit

Druckluft ist populär und sehr teuer. Wegen der großen Einsparpotentiale sollte sie eigentlich Chefsache sein. Auf die Druckluft bezieht sich wohl die letzte große Energievergeudung in der Industrie. Vom Gefühl her werden die Kosten der Druckluft sowohl von Anwendern als auch von Planern unterschätzt bzw. negiert.

In den wenigsten Betrieben werden die Druckluftkosten systematisch erfaßt. Es gehen bis zu 40 Kostenarten darin ein, die Verteilung auf Kostenstellen erfolgt in Ermangelung von Meßdaten ziemlich willkürlich. Hinzu kommt eine organisierte Unzuständigkeit in den Unternehmen für komplette Druckluftsysteme, es gibt viele Verantwortliche für das technische Funktionieren einzelner Komponenten. Für Kosten bzw. Energieeinsparungen ist häufig niemand zuständig.

Einen Überblick über notwendige Grundkenntnisse geben einschlägige Seminare, wie sie von der Technischen Akademie in Esslingen und Wuppertal bzw. vom Haus der Technik in Essen angeboten werden. □

## Internethilfe

[www.druckluft-effizient.de](http://www.druckluft-effizient.de)  
Fakten Druckluft  
FAQ / Expertenrunde  
[www.energie.ch](http://www.energie.ch)  
Energie CH  
[www.druckluft-e-market.de](http://www.druckluft-e-market.de)  
Druckluft-e-market  
[www.eanrw.de](http://www.eanrw.de)  
Energieagentur NRW  
[www.druckluft-news.de](http://www.druckluft-news.de)  
Aktuelle Infos Drucklufttechnik  
[www.knowpressure.org](http://www.knowpressure.org)  
Compressed Air Challenge

## Literaturverzeichnis

- [1] Druckluftenergie – EU-Studie zeigt Schwachstellen, Nr. 2/2003, S. 63 bis 59 in Technik am Bau (TAB)
- [2] Compressed Air Manual, 6. Auflage, Atlas Copco AB, S – 13182 Nacka – Schweden
- [3] Drucklufthandbuch, Essen 2003, ISBN 3-8027-2548-4
- [4] Metasoft, Handbuch für Druckluftberechnungen (Dimensionierung, Druckabfälle, Volumenströme), [www.druckluftverteilung.de/news.php](http://www.druckluftverteilung.de/news.php)
- [4] Murks auf fremde Rechnung, Nr. 1/2-2004, S. 33 ff in Beratende Ingenieure
- [5] Kosten von heute sind der Gewinn von morgen, Nr. 7/8-2001, S. 55 ff in Drucklufttechnik
- [6] Energiekosten und Leckagen, Projekt-Info Energieagentur NRW, Wuppertal, [www.ea-nrw.de](http://www.ea-nrw.de)
- [7] Optimale Druckluftverteilung, Renningen 2003, ISBN 3-8169-2064-4
- [8] Compressed Air Systems in the European Union Radgen/Blaustein, Stuttgart 2001, ISBN 3-932298-16-0
- [9] Systematisierung der Potentiale und Optionen, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, Dezember 2001