

Revision SIA 380/4 Elektrische Energie im Hochbau

Geräte zur Druckluftherzeugung und –verteilung

Im Kontext der Untersuchung „Betriebseinrichtungen, Vorgehen“ hat die SIA-Kommission 380/4 beschlossen, nebst diversen Betriebseinrichtungen auch Druckluft genauer zu betrachten. Es ist klar, dass hier Anforderungen kaum sinnvoll sind, es sollen aber Empfehlungen zu Planung und rationellem Einsatz gegeben werden.

Inhalt

1. Technik	2
2. Bedeutung	2
3. Empfehlungen zu Planung und Beschaffung	3
3.1 Druckluftherzeugung	3
3.2 Druckluftverteilung	4
3.3 Druckluftverbraucher	4
3.4 Allgemeine Hinweise zur Planung energieeffizienter Druckluftanlagen	4
4. Literatur	4



Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag der SIA Kommission 380/4 *Elektrische Energie im Hochbau* erstellt und diente als Grundlage für die Überarbeitung dieser Norm. Für den Inhalt des Berichts sind die Autoren verantwortlich. Allfällige Abweichungen der Norm vom Berichtsinhalt sind von der SIA Kommission 380/4 bewusst vorgenommen worden.

Jürg Nipkow, ARENA, Zürich

3. Juni 2002

1. Technik

In Druckluftanlagen werden mit verdichteter Luft als Betriebsmittel Druckluftwerkzeuge und Druckluftapparate betrieben. Es gibt eine technische Verwandtschaft zu Kompressoranlagen in der Kältetechnik, Gastechnik und Turbinentechnik und auf der anderen Seite zu Vakuumanlagen. Die in Industrie und Gewerbe eingesetzten Anlagen haben Kompressoren ab ca. 1 kW bis über 100 kW elektrischer Leistung und arbeiten mit dem Medium Luft zwischen 2 und 15 bar Überdruck. Die häufigsten Überdruckwerte liegen bei 6 bis 10 bar. Druckluftanlagen kommen in fast allen Branchen der Industrie und des produzierenden Gewerbes vor.

Pneumatische Prozesse haben einen schlechten Gesamtwirkungsgrad, weil bei der Luftverdichtung die ganze zugeführte mechanische Leistung in Wärme umgewandelt wird (gespeichert wird Enthalpie, nicht Energie). Bei der Luftexpansion in der Nutzung wird der Umgebung wieder Wärme entzogen, was sehr uneffizient sein kann. Viele mit Druckluft ausgeführte Vorgänge könnten zudem wesentlich effizienter mit anderen Techniken realisiert werden. Gemäss neuen Untersuchungen sind jedoch die grössten Verluste in der Regel auf Lecks im Verteilnetz zurückzuführen. Eine weitere bedeutende Verlustquelle sind überdimensionierte und nicht optimal gesteuerte Kompressoren. Insgesamt zeigen sich bei bestehenden Anlagen wirtschaftliche Energiesparmöglichkeiten zwischen 5% und 50%.

2. Bedeutung

In der Schweiz verbrauchen 150'000 Druckluftanlagen im Jahr rund 750 GWh Elektrizität, was 1.5% des nationalen Stromverbrauchs ausmacht. In Industrie- und Gewerbebetrieben beanspruchen Druckluftanlagen bis zu 25% des betrieblichen Stromverbrauchs.

Tendenziell kann festgestellt werden, dass grössere Druckluftanlagen einen überproportionalen Stromverbrauch aufweisen aber auch grössere und wirtschaftlichere Energiesparmöglichkeiten bieten. Die etwa 10'000 grösseren Druckluftanlagen (ab 15 kW Kompressorleistung) verbrauchen rund 80% der Elektrizität für Druckluft.

Bei Druckluftanlagen spielen ähnliche Mechanismen wie bei Haustechnikanlagen (Wärme, Lüftung, Kälte). Bezogen auf den Elektrizitätsverbrauch sind aber vor allem die grossen Anlagen relevant. Diese Anlagen sind komplex und erfordern Fach- und Marktwissen.

Druckluftanlagen sind einer der Schwerpunkte des europäischen Motor Challenge Programms, an welchem die Schweiz sich beteiligt (www.motorchallenge.ch).

Beispiele nach Leistungskategorien aus [1]

Kategorie	Kompressorleistung	Betriebsdauer	Elektrizitätsverbrauch	Beispiele
Kleinanlagen	< 3 kW	100 h/a	0,1 MWh/a	Handwerker, Hobbybereich (mobil)
Gewerbeanlagen	3 bis 15 kW	600 h/a	5 MWh/a	Schreinerei, Garage, Zahnarztpraxis
Industrieanlagen	18 bis 90 kW	1000 h/a	50 MWh/a	Möbelfabrik, Industrielackierer, Granitwerk
Grossanlagen	> 90 kW	2000 h/a	250 MWh/a	Chemie, Kunststoffwerk, Gieserei

Wegen des sehr unterschiedlichen Flächen- und Druckluftbedarfs der Druckluftanwender können keine flächenbezogenen Elektrizitätsverbrauchszahlen angegeben werden. Im Folgenden sind deshalb Empfehlungen zu Planung und Beschaffung von Druckluftanlagen zusammengestellt, welche grösstenteils auf der Studie von Rolf Gloor (BFE 2000, [1]) beruhen.

3. Empfehlungen zu Planung und Beschaffung

Die Hauptakteure um Druckluftanlagen sind neben dem Anwender die Kompressorlieferanten, Installateure, Armaturenhändler und Maschinenlieferanten. Diese Akteure lassen sich in der gleichen Reihenfolgen den einzelnen Anlagenbereichen: Erzeugung, Verteilung und Anwendung zuordnen.

3.1 Druckluftherzeugung

Kompressoren sind die teuersten und empfindlichsten Systembestandteile neben den Apparaten und es sind die Kompressoren, welche die Elektrizität "verbrauchen". In einer durchschnittlichen Anlage liegen im Kompressor aber nur 10% der Energiesparmöglichkeiten. Auch ein drehzahl geregelter Kompressor „merkt“ nicht, dass er einen zu hohen Systemdruck fährt, Lecks versorgt oder dass die Anwendungen leer laufen. Trotzdem sind einige Hinweise zu Kompressoren nützlich.

Bei unregelmässigem Druckluftbedarf ist ein Kolbenkompressor meistens die bessere Wahl als ein Schraubenkompressor. Daneben gibt es noch andere Systeme wie Rotationsverdichter, Scrollverdichter, Turboverdichter und Kompressoren, welche mit drehzahlvariablen Antrieben die Luftfördermenge bis auf 20% reduzieren können. Für die Energieeffizienz ist aber neben dem Kompressorwirkungsgrad die richtige Auslegung sehr wichtig: Der Kompressor muss weder mehr Druck noch mehr Luft als erforderlich liefern.

Zur Überprüfung des **Wirkungsgrades** wird das Verhältnis von Kompressorleistung (kW) zu Luftfördermenge (m^3/min) gebildet. Bei einem Netzdruck von 8 bar Überdruck ist ein Wert von $6 \text{ kW}/\text{m}^3/\text{min}$ ein guter Wert.

In vielen Anwendungsfällen trägt eine gute **Steuerung** ebensoviel zur Effizienz bei wie der Kompressor selbst

- Nachfrage-abhängige Schaltkonzepte verringern die Leerlaufzeiten
- Abschalten der Anlage ausserhalb der Betriebszeit der Druckluftverbraucher vermindert Leckverluste
- Optimale Einstellung von Ein- und Ausschaltdruck (Überdruck erhöht Energieverbrauch). Bei tiefem Nenndruck ist eine Regelung der Kompressordrehzahl zu prüfen.

Infrastruktur Ansaugluft: Je kälter die Ansaugluft des Kompressors ist, desto besser ist sein Wirkungsgrad. In einem geschlossenen Kompressorraum staut sich die Kompressorabwärme. Es ist daher auf eine ausreichende Frischluftzufuhr und Abwärmeabfuhr zu achten.

Infrastruktur Abwärmenutzung: In Druckluftkompressoren wird 100% der aufgenommen elektrischen Energie in Wärme umgewandelt. Davon sind etwa 80% auf einem brauchbaren Temperaturniveau nutzbar. Zum einen kann die warme Abluft aus dem Kompressorraum durch zu beheizende Räume geleitet werden. In der warmen Jahreszeit kann die Abwärme über Klappen direkt nach aussen geführt werden. Zum andern gibt es Kompressoren mit eingebauten Wärmetauscher, welche Warmwasser auf einem Temperaturniveau von 80°C abgeben.

3.2 Druckluftverteilung

Die Druckluftverteilung wird meistens bei der Erstellung eines Gebäudes installiert. Wie bei Bauprojekten üblich, wird die Planung an die Fachspezialisten übertragen. Wegen der Ähnlichkeit mit Wasserrohren werden Druckluftprojekte (Erzeugung und Verteilung) meistens vom Sanitärplaner bearbeitet und dann vom Sanitärinstallateur ausgeführt. Bei einfachen Anlagen wird oft die Standardkonfiguration gewählt, welche der Sanitärplaner schon während seiner Ausbildung verwendet hat. Bei komplexeren Anlagen lässt sich der Sanitärplaner von einem Kompressorlieferanten beraten und verfasst dann eine Ausschreibung um den günstigsten Anbieter zu finden. Damit wird jedoch selten eine optimale Anlage installiert.

Wenn der Planungsauftrag direkt an einen Kompressorlieferanten vergeben wird, hat der Bauherr keinen Preisvergleich und keinen unabhängigen Planer für die Kontrolle. Ideal wäre ein in Druckluftanlagen kompetenter Planer, welcher mit einem Leistungsauftrag ausschreibt und so die Lösungsvorschläge der Kompressoranbieter berücksichtigt.

3.3 Druckluftverbraucher

Bei Investitionsentscheidungen werden die Produktivität und die Anschaffungskosten berücksichtigt. Betriebskosten sind oft kein Thema und Druckluft ist ja vorhanden. Maschinen- und Anlagenlieferanten sind einem harten internationalen Preiskampf ausgesetzt. Druckluftapparate sind meistens günstiger als energieeffizientere Alternativen und intelligente Steuerungen zur Energieeinsparung verteuern die Anlage. Bei der Anschaffung von Druckluftapparaten ist deshalb zu berücksichtigen:

- Gibt es eine energieeffizientere Alternative zum Druckluftapparat? (z.B. Elektrowerkzeuge)
- Tiefer Nenndruck und möglichst kleiner Druckluftverbrauch (Betriebskosten!)
- Energiesparende Steuerung des Apparats bzw. der Einrichtung

3.4 Allgemeine Hinweise zur Planung energieeffizienter Druckluftanlagen

- Anlagenplanung durch einen Spezialisten mit Leistungsgarantie. Ein Sanitärplaner hat meistens zuwenig Erfahrung und übernimmt keine Garantie.
- Der Kompressorservice könnte zu einem Anlagenservice ausgebaut werden. Zusätzlich könnte alle 5 Jahre die Anlage analysiert werden und konkrete Verbesserungsmöglichkeiten offeriert werden. Eine solche Spezifikation könnte dann auch beim Ausfall einer Komponente den Ersatz mit einer besseren Lösung ermöglichen.
- Druckluftapparate-Beschaffung unter Berücksichtigung der Betriebskosten.

4. Literatur

- [1] Energieeinsparungen bei Druckluftanlagen in der Schweiz, Rolf Gloor, SUFERS, BFE Bern 2000 (Download von www.electricity-research.ch)
- [2] Das europäische Motor Challenge Programm, Beschreibung und Downloads: www.motorchallenge.ch, <http://energyefficiency.jrc.cec.eu.int/motorchallenge/>
- [3] Effiziente Druckluftanlagen, Projekte von FHG-ISI: www.druckluft-effizient.ch
- [4] Wirkungsgradoptimierung der Drucklufterzeugung und -verteilung (Materialien zu RA-VEL), Franz Müntz, EDMZ 724.397.21.54 D, BfK 1992. Auch auf der Impuls-CD-ROM (Vertrieb SIA).