

**Vorlagen Managementdokumente:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben**



EM 2010

Energiemanagement für Österreich
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben

DRUCKLUFT

Projektkonsortium

Projektleitung:



Projektpartner:



Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.



Informationen zum Projekt:

Die Österreichische Energieagentur führt gemeinsam mit Kanzian Engineering & Consulting GmbH und dem Österreichischen Energiekonsumenten Verband ein Projekt zur Umsetzung von Energiemanagement in Österreich durch.

Ein Ziel des Projekts ist die Erstellung von Wartungs- und Beschaffungsvorgaben für Anlagen, die den Energiebedarf eines Unternehmens wesentlich beeinflussen. Das Projekt EM 2010 wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms NEUE ENERGIEN 2020 durchgeführt.

Weitere Beschaffungsrichtlinien und weitere Projektinhalte finden Sie unter

www.energyagency.at/EM2010

Ersteller: Mag. DI Konstantin Kulterer, Österreichische Energieagentur, Oktober 2009

Dank für Kommentierung an Ing. Heinz Farthofer, KÄSER Kompressoren GmbH

Empfehlungen zur Wartung des Druckluftsystems

Während die Kosten eines Druckluftsystems über die Gesamtlebensdauer mit 70 bis 80% eindeutig von den Energiekosten geprägt sind, machen die Wartungskosten, d.h. der Ersatz von Komponenten, Öl, Filter und Arbeitskosten, unter 10 % aus. Der Rest sind Investitionskosten mit 15 bis 20%.

Allerdings darf man daraus nicht auf die Bedeutungslosigkeit der Wartung schließen. Im Gegenteil: eine ordnungsgemäß durchgeführte Wartung kann einen großen Einfluss auf den großen Kostenblock des Energieverbrauchs haben!

Wichtige Einflussgrößen auf die Wartungskosten sind die Qualität der angesaugten Luft, die Qualität der Luftaufbereitung aber auch die Anzahl der Kompressorstandorte.

Komponente	Tätigkeit
Kompressor	Drücke und Temperaturen kontrollieren
	Sichtkontrolle (Lärm, Vibration, Leckagen, Ölaustritt, Stromanschluss)
	Steuerung kontrollieren
	Ölstand kontrollieren, Ölwechsel laut Herstellerangaben: richtiges Schmiermittel, nicht zu viel, nicht zu wenig!
	Ölfilterwechsel nach Herstellerangaben
	Betriebsstunden regelmäßig notieren (zwischen Last- und Leerlaufstunden unterscheiden); Alternativ: Auswertung der Aus- und Einschaltzeiten aus zentralem Leitsystem (Anstieg der Betriebsstunden weist auf gestiegene Verluste hin)
	keine schmutzige und unnötig heiße Außenluft ansaugen, Zuluftkanal kontrollieren, inkl. Filter (falls vorhanden)
	Reinigung oder Austausch von schmutzigen Saugfiltern (Einsparpotential 15-40%) Normale Austauschintervalle sind alle 500 h bei Kolbenkompressoren, 2000h bis 4000h bei Schraubenkompressoren oder 4000h bei Rotationskompressoren.
	Falls anzuwenden: Keil- und Riemenspannung regelmäßig überprüfen
	Bei Kolbenkompressoren: Ventile regelmäßig überprüfen, da sie stetig an Dichtigkeit einbüßen. Ventildedern können erlahmen, brechen oder verrosten. Dadurch kann die Liefermenge um bis zu 50 % reduziert werden.
Trockner	Austausch der Lager von Verdichterelementen bei Schraubenkompressoren laut Herstellerangaben.
	Regelmäßige Reinigung des Wärmetauschers des Kältetrockners (monatlich), Druckverlust nicht über 0,3 bar..
	Eingangstemperatur in Trockner so niedrig wie möglich halten, wenn möglich nicht über 35°C, das verringert den Energiebedarf

**Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Druckluftsysteme**

	Überprüfung des Drucktaupunktes lt. Serviceangaben bzw. Spezifikation
Filter	Regelmäßiger Austausch der Druckluftfilter (jährlich); optimaler Druckverlust 0,05 bis 0,1 bar im Neuzustand. (ab 0,4 bis 0,6 bar in Abhängigkeit von der Größe jedenfalls austauschen!)
	Aktivkohleelemente mindestens alle 3 Monate wechseln
Kühlsystem	Regelmäßige Überprüfung der Kühler auf Verschmutzung und bei Bedarf Reinigung.
	Ventilatoren und Pumpen (Wasserkühlung) prüfen (Funktion, Vibration, Lautstärke)
Öl-Abscheidepatrone	Differenzdruck der Abscheidepatrone prüfen, Abscheideelementwechsel lt. Herstellerangaben, Druckverlust nicht über 0,7 bar. Wechselintervalle je nach Hersteller zwischen 2000 und 9000 h
Kondensatableiter	Kondensatableiter regelmäßig reinigen, defekte Dichtungen ersetzen.
Öl-Wassertrenner	Regelmäßige Kontrolle des gereinigten Kondensats auf Restölgehalt. Im Regelfall werden Prüfverfahren mittels Referenztrübung verwendet. Wechselintervalle zwischen 2000 und 6000 h, je nach Auslegung
Verteilssystem	Leckagen mind. 2 monatlich prüfen, jährlich Leckagenverlust berechnen!
	Druckverlust vom Kompressor zu den Verbrauchern überprüfen

Beschaffungskriterien Druckluftsystemkomponenten

Beschaffungsvorgaben

- Kompressor(en) gemäß tatsächlichem Druckluftbedarf beschaffen (s.u.)
- Kompressor mit geringstem spezifischen Leistungsbedarfs [kW/m³/min] nach ISO 1217 Anhang C bzw. jenen mit den geringsten Lebenszykluskosten:

Anschaffungskosten, Wartungs- und Energiekosten über 5-7 Jahre sind zu berücksichtigen, auf Wärmerückgewinnung achten!

- Bei variablem Druckluftverbrauch bzw. je nach Position des Druckluftkompressors in der Kaskade (z.B. Grundlast oder Spitzenlast) ist eine entsprechende Steuerung vorzusehen.
- Maschinen, Werkzeuge mit niedrigem Druckniveau beschaffen (bzw. nicht höher als bereits vorhanden)
- Leitungskomponenten mit niedrigstem Druckverlust beschaffen (Ventile, Kugelhähne, Kupplungen, Filter, Trockner)
- Verlustarme PU-Schläuche einsetzen (Schlauchabroller statt Spiralschläuche anwenden)
- Verbindungen sollen nicht geschraubt oder mit Hanf abgedichtet sein, sondern geschweißt, geklebt mit radialen O-Ringen verschraubt sein.
- Leitungsrohre mit ausreichendem Durchmesser vorsehen
- Stichleitungen vermeiden, Ringleitungen installieren

Weitere Informationen

Abschätzung oder Messung des Druckluftbedarfs

Auflistung der Maschinen und Werkzeuge, die mit Druckluft betrieben werden.

Unter Angabe folgender Punkte:

- Betriebszeiten
- Angabe des erforderlichen Druckniveaus lt. Datenblatt der Maschinen [bar]
- Benötigte Druckluft in [m³/min]
- Benötigte Druckluftqualität nach ISO 8573-1 oder VDMA 15390
- Abschätzung der Gleichzeitigkeiten (falls nicht möglich, flexible Druckluft Lösung)

Effizienztipp:

- Es muss nicht die gesamte Luft auf höchsten Reinheitsgrad gefiltert werden; (lokale Filter verringern den Energieverbrauch)
- Es müssen nicht alle Maschinen mit höchstem Druckniveau versorgt werden; (größere Verbraucher können evt. lokal versorgt werden)

Messung oder Abschätzung des Bedarfsprofils

- Angabe zu Betriebsstunden und Bedarfsprofil an normalem Arbeitstag, in der Nacht und am Wochenende:

Stunden pro Tag: maximaler, durchschnittlicher und minimaler Bedarf;

Effizienztipp:

- Besonders bei variablem Bedarf spart eine gute Steuerung viel Geld! In Randzeiten (Nacht, WE, Urlaubszeit) der Luftbedarf meist deutlich geringer. Auch dafür sind geeignete Vorkehrungen zu treffen. (Mehrkompressorensysteme, Zeitschaltuhren, manuelles abschalten)

Informationen zur Auswahl des Kompressors

Kriterium Dimensionierung

Die Druckluftherzeugung sollte dem erforderlichen Bedarf angepasst sein. Überdimensionierte Kompressoren haben höhere spezifische Kosten. Mehrere kleinere Kompressoren mit geeigneter Steuerung können flexibel an den Bedarf angepasst werden.

Kriterium Leistungsbedarf

Geringster spezifischer Leistungsbedarf [kW/m³/min] nach ÖNORM ISO 1217 Anhang C: Die Leistungsaufnahme wird dabei bei effektivem Betriebsdruck an der Eingangsklemme des Gerätes (Kompressor, Kühl-Ventilatoren, Trockner) gemessen.

Kriterium Bauart

Grundsätzlich unterscheidet man für die häufigsten Anwendungen Kolben- und Schraubenverdichter und Scroll-Kompressoren. Für Hochleistungsanwendungen kommen auch sog. Turboverdichter zum Einsatz.

Einsatzbereiche von Schraubenverdichtern (ca. 80% der Anwendungen)

Hohe Einschaltdauer, kontinuierlicher Druckluftverbrauch ohne Lastspitzen, Grundlastmaschinen; Große Liefermengen; pulsationsfreier Volumenstrom; Druckniveau zwischen 5 und 15 bar

Einsatzbereiche von Kolbenverdichtern

Schwankender Druckluftverbrauch mit Lastspitzen; Spitzenlastmaschinen für häufige Lastwechsel; für Dauerlastanwendungen weniger geeignet; kleine Liefermengen; hohe Drücke über 15 bar

Unterscheidung Ölfrei und Ölgeschmierte Kompressoren

Grundsätzlich sind ölfreie Kompressoren etwas teurer in Anschaffung und Wartung. Bei ölgeschmierten Kompressoren kann die Druckluftaufbereitung bei falscher Wartung zu ineffizienten Zuständen führen.

Kriterium Steuerung

Grundsätzlich bestehen folgende Regelungsarten, wobei zu achten ist, dass bei Schraubenkompressoren möglichst niedrige Leerlaufzeiten auftreten (bei Spitzenlastkompressoren unter 15%)

- Aussetzregelung für Kolbenkompressoren: Empfiehlt sich bei großen Druckluftbehältern zur Zwischenspeicherung, günstigste Energiebilanz
- Leerlaufregelung zur Verminderung der Motorschaltspiele, bis zu 30% Energiebedarf der Volllast
- Stufenlose Leistungsregelung nach Saugdrosselprinzip für Fördermengen zwischen 85 und 100%
- Regelung über Frequenzumrichter für Fördermengen zwischen 25 und 100%. Ein Frequenzumrichter verringert darüber hinaus die Einschaltströme.

Kriterium Mehrkompressoren-System

Je nach Position des Druckluftkompressors in der Kaskade (z.B. Grundlast oder Spitzenlast) ist eine entsprechende Steuerung vorzusehen. Für Mehrkompressorensysteme sind außerdem übergeordnete Steuerungen anzuwenden. Moderne Steuerungssysteme sind in der Lage bis zu 16 Kompressoren in einem max. Druckband von 0,5 bar zu betreiben. Für Grundlastkompressoren in Kombination mit anderen gesteuerten Kompressoren wird keine FU-Regelung empfohlen.

Kühlung

Hier wird zwischen wasser- und luftgekühlten Anlagen unterschieden. Kolbenkompressoren werden normalerweise luftgekühlt ausgeführt, Wasserkühlung setzt man besonders bei hohen Leistungen ein. Die Installations- Betriebs- und Wartungskosten für die Kühlung sind jedenfalls bei der Beschaffung bzw. bei alternativen Überlegungen zur WRG einzubeziehen! (z.B. Stromverbrauch für Pumpen, Kompressionskälte und Rückkühlung, Ventilatoren; Installation von Kanälen und Leitungen).

Druckluftaufbereitung

Kältetrockner sind die effizientesten Trockner für Anwendungen mit einem Drucktaupunkt über +3°C (ISO Klasse 4,5,6); Adsorptionstrockner eignen sich für trockene Luft (ISO Klassen 1,2,3) Regenerative Adsorptionstrockner sollten mit Kompressorabwärme oder Dampf betrieben werden, sie sind effizienter als kalt regenerierende; Membrantrockner werden nur als Endstellentrockner verwendet.

Kondensatableiter: Als Kondensatableiter sind elektronische bzw. Niveau gesteuerte Kondensatableiter vorzusehen, die nach dem tatsächlichen Kondensatanfall (Taupunkt) gesteuert werden.

Wärmerückgewinnung vorsehen

80% - 90% der elektrischen Leistung eines Druckluftkompressors steht als Wärmeleistung zu Verfügung, das bereitgestellte Temperaturniveau hängt von der Kühlungsart ab (normalerweise 60-70°C, ca. 70°C bei öl- oder wassergekühlten Kompressoren).

- Heißluft zur Hallenheizung im Winter
- Brauchwassererwärmung
- Vorerwärmung von Verbrennungsluft oder Kesselspeisewasser
- Trocknungs- und Heizprozesse
- Drucklufttrocknung

Geeigneten Standort wählen

- Möglichst nahe bei Hauptverbrauchern
- Möglichkeit zur Aufstellung und Wartung der Anlage
- Möglichkeit zur Wärmerückgewinnung
- Kanalisationsanschluss für Kondensat

**Energiemanagement-Dokumentation nach EN 16001:
Beschaffungs- und Wartungsvorgaben für Druckluftsysteme**

- Versiegelung des Bodens, kein eingelassener Bodenablauf (zur Vermeidung von Ölaustritt)
- Kühle und saubere Zuluft bzw. Filterung/Kühlung
- Unterkühlung (unter ca. + 5°C) vermeiden (insbesondere bei WRG)
- Abluft möglichst weit von Zuluft entfernt installieren

Tipps für flexible Anlagen:

- Liefermenge eher knapp kalkulieren (Sicherheitszuschläge werden ohnehin berücksichtigt)
- Platzreserven im Kompressorraum
- Mehrere Kompressoren, mind. einer Frequenzumrichter gesteuert
- Übergeordnete Steuerung vorsehen

Tipps zur Ausschreibung

Interne Angaben für Ausschreibung

- Angabe der Anwendungen für Druckluft (kurze Prozessbeschreibung)
- Laufzeiten der Anlagen (Stunden pro Woche, Arbeitswochen pro Jahr)
- Druckluftbedarf (durchschnittlich, minimal und maximal)/Verbrauchsprofil
- Erforderliches Druckniveau an Verbrauchern (innerhalb von 2 bar); sonst Angabe mehrerer Druckniveaus
- Druckluftqualität (ISO 8573)

- Min. und max. Umgebungstemperaturen und –luftdrücke
- Min. und max. Temperaturen der zu Verfügung stehenden Kühlmedien (Luft, Wasser), Kosten des Kühlwassers
- Seehöhe

- Strompreise (inkl. Tarifarten)
- Abschreibungszeit: z.B. 7 Jahre
- Gewünschte Wartungsart (Vollservice, Wartung ohne Ersatzteile, Inspektion)

Vom Hersteller einfordern

- Angabe des Normkubikmeterpreises (unter Angabe des Rechenweges)
- effiziente Kompressoren unter Angabe des spezifischen Leistungsbedarfs [kW/m³/min] nach ISO 1217 Anhang C
- Steuerungsart (Druckniveau und Druckluftbedarf soll in Randzeiten abgesenkt werden)
- Leistungsbedarf gesamt
- Angabe des Stand-By Leistungsbedarfs
- Angaben zum Kühlsystem
- Angaben zur Luftaufbereitung, inkl. geeigneten und effizienten Trocknertyp und effizienter Kondensatableitung
- Wartungskosten
- Vorsehen von Messstrecken
- Anlagen mit mehreren Kompressoren sollen über übergeordnete Steuerung verfügen
- verständliche Anlagendokumentation
- Einregulieren der Anlage (bei Inbetriebnahme ist der tatsächlich benötigte Druck einzustellen)

Ausgewählte Quellen

Blaustein, E., Radgen, P.: Compressed Air Systems in the European Union, Energy Savings Potential and Policy Actions, Stuttgart, 2001

Das Europäische Motor Challenge Programm, Modul Druckluftsysteme, Brüssel, 2003

EUREM European Energy Manager, Unterrichtsunterlagen, Wirtschaftskammer Österreich, 2004/2005

Schweizer Druckluftkampagne: www.druckluft.ch

Sustainable Energy Ireland, Compressed Air Technical Guide

United States Department of Energy, Improving Compressed Air System Performance, a Sourcebook for Industry, y, 2004

Good Practice Guide 241: Energy savings in the selection, control and maintenance of air compressors, Energy Efficiency Best Practice Programme, UK 1998