

Energieeffiziente Druckluftsysteme

Ein Merkblatt der IHK Projekte Hannover GmbH

Druckluft ist sauber, umweltfreundlich und sicher – und eine der teuersten Energieformen. In Deutschland werden jährlich ca. sieben Prozent des industriellen Strombedarfs in Druckluftanwendungen verbraucht, wobei das Gesamtpotenzial bei der Optimierung eines Druckluftsystems bei ca. 30 Prozent liegt. Für kleinere Betriebe konnten Einsparpotenziale bis zu 50 Prozent nachgewiesen werden.

Druckluft gilt als eine der teuersten Energieformen, da zwischen fünf und zehn Prozent der eingesetzten Energie als Druckluftenergie genutzt werden können. Ein Großteil fällt z. B. als Abwärme bei der Erzeugung an oder entweicht auf dem Weg zur Anwendung über Leckagen. Durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen kann die Energieeffizienz einer Anlage gesteigert und somit die Energiekosten gesenkt werden. Aber erst durch eine ganzheitliche Betrachtung und Optimierung des Systems – von der Erzeugung und Verteilung über die Aufbereitung bis zur Anwendung – kann das Gesamtpotenzial ausgeschöpft werden, da z. B. die Reduzierung von Leckagen zu einem geringeren Druckluftbedarf führt und somit die Teillast- und Leerlaufzeiten erhöht. Somit kann die Steuerung der Erzeugungsanlagen optimiert und weitere Potenziale genutzt werden.

1. Bedarfsermittlung und Energiedatenerfassung

Um das exakte Energieeinsparpotenzial der Druckluftanlage ermitteln zu können, sollten wichtige Eckdaten des Gesamtsystems sowie Energieverbrauchsdaten erfasst werden. Hierzu gehören z. B.

- das Alter, die Anschlussleistung und die Art der Steuerung der Kompressoren,
- das erzeugte Druckniveau,
- die Größe des Druckluftspeichers und eine Abschätzung der Gesamtlänge des Verteilnetzes,
- die Art der Aufbereitungsanlagen, deren Druckluft bzw. Energieverbrauch und die Anforderungen an die Luftqualität.

Für die Verteilung und Verbraucher empfiehlt es sich, zumindest die größten Druckverbraucher, den erforderlichen Druck und den Luftverbrauch pro Minute zu erfassen. Bei größeren Anlagen sollte die Aufstellung um kleinere Druckluftverbraucher erweitert werden.

Zur Ermittlung des Ist-Bedarfs, der Leckageverlust und der Anlage sollten

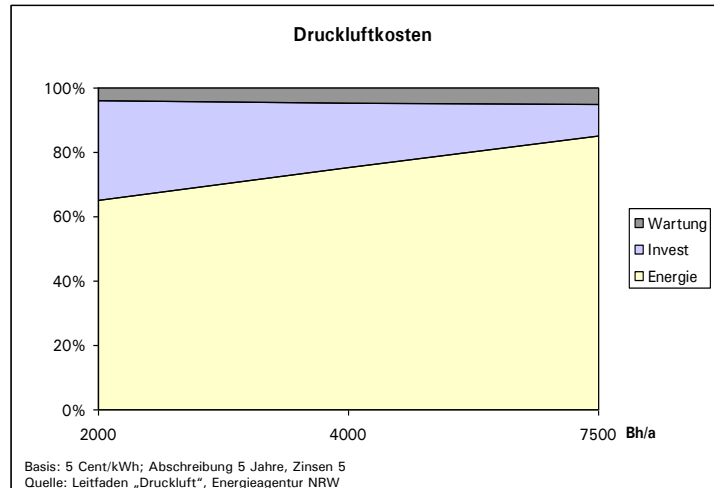
- der Druckluftverbrauch pro Stunde,
- die Anzahl der Schaltzyklen (Vollast, Leerlauf und Aus) sowie deren Dauer
- erfasst werden.

Der Druckluftverbrauch kann über die **Messung der Betriebszeiten** der Kompressoren innerhalb eines bestimmten Zeitraums, z. B. einer Stunde, erfolgen. Diese relativ einfache Methode bietet sich bei sehr kleinen Anlagen an, da hierfür keine zusätzliche Messtechnik eingesetzt werden muss. Von Nachteil ist die Ungenauigkeit, da die Liefermenge der Kompressoren und der zeitliche Verlauf nicht erfasst werden. Eine genaue Erfassung kann durch die **Messung des tatsächlichen Verbrauchs** über einen längeren Zeitraum erfolgen. Hierfür ist jedoch zusätzliche Messtechnik erforderlich.

Auf Basis dieser Daten kann der reale Druckluftverbrauch ermittelt und Aussagen zur Überdimensionierung und Reservekapazitäten im Ist-Zustand bei der Druckluftherzeugung getroffen werden.

2. Kosten der Druckluft

Ist die Entscheidung zur Erneuerung der Druckluftanlage gefallen, ist der Griff zum günstigsten Modell langfristig nicht immer die beste Wahl, denn die Energiekosten in den Betriebsjahren können die Mehrinvestition in ein energieeffizienteres System um ein vielfaches übersteigen. Die Energiekosten machen, je nach Betriebsstundenzahl, ca. 65 bis 80 Prozent der Lebenszykluskosten aus.



3. Optimierung des Gesamtsystems

Das Druckluftsystem besteht aus den Teilbereichen Erzeugung, Aufbereitung, Verteilung und Anwendung, die alle Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz bieten. Einzelmaßnahmen können den Energieverbrauch bezogen auf das Teilsegment deutlich reduzieren. Dadurch entstehen in anderen Segmenten neue Potenziale, wie z. B. durch die Reduzierung von Leckagen und den Einsatz effizienterer Kupplungen der Druckluftbedarf sinkt und somit mehr Leerlaufzeiten bei der Erzeugung auftreten. Diese können durch die Anpassung der Steuerung reduziert werden. Daher empfiehlt es sich das Druckluftsystem als Ganzes zu untersuchen und einen Ablaufplan von Maßnahmen zu erstellen. Die Betrachtung sollte von der Endnutzung über die Verteilung bis zur Erzeugung erfolgen.

3.1 Endnutzung

Die Endnutzer definieren die erforderliche Leistung der Druckluftzentrale, so dass durch Einsparmaßnahmen bei Endverbrauchern große Kostenpotenziale gehoben werden können. Grundsätzlich gilt die Devise nur dort Druckluft einzusetzen, wo es keine Alternative gibt.

Maßnahmen

- Verzicht oder Ersatz von Druckluftanwendungen (Die höchsten Effizienzgewinne sind durch die Substitution von Druckluftanwendungen möglich. Eine Vielzahl von Druckluftwerkzeugen sind ebenso elektrisch verfügbar bzw. können durch Staubsauger oder Besen ersetzt werden.)
- Anschlusszubehör durch verlustarmes Zubehör ersetzen (Ob sparsame Ausblasdüsen oder der Austausch von Ringschläuchen gegen abrollbare Schläuche, durch verlustarmes Zubehör wird der Druckluftverbrauch reduziert.)
- Dauerverbraucher mit Magnetventilen abschalten (Blasdüsen oder Vakuuminjektoren sind in der Regel unkontrollierte Dauerverbraucher, die auch bei Maschinenstillstand Druckluft verbrauchen. Diese Verbraucher können über ein Magnetventil in der Druckluftzuleitung der Maschine stillgelegt werden, sofern kein Mindestdruck für die Maschine vorgegeben ist. Dies kann beim Maschinenlieferanten erfragt werden.)
- Abschaltautomatik von Einzelanlagen (Maschinen, die über einen längeren Zeitraum keine Druckluft benötigen,

können über eine Abschaltautomatik vom Netz getrennt werden. Hierdurch werden Leckageverluste in der Maschine vermieden.)

3.2 Verteilung

Ob durch Leckagen, verwinkelte Leitungsführung, Stichleitungen, Kupplungen und Ventile – in einem Verteilsystem gibt es viele Stellschrauben zur Minimierung des Energieverbrauchs. Das Einsparpotenzial hierbei liegt bei durchschnittlich ca. 17 Prozent.

3.2.1 Optimierung der Verteilleitung

Das Verteilnetz für die Druckluft ist oft eines der ältesten Bestandteile der Unternehmensinfrastruktur und wird bei zusätzlichem Bedarf erweitert und nicht erneuert. Daher empfiehlt es sich, das Einsparpotenzial des Verteilsystems zu prüfen und Effizienzmaßnahmen umzusetzen bzw. das Verteilsystem zu erneuern.

Maßnahmen

- Verringerung der Leitungslänge
(Verteilleitungen, an die keine Verbraucher angeschlossen sind, sollten vom Netz getrennt werden. Es gilt: Je kürzer die Leitung, desto geringer der Druckverlust)
- Vermeidung von 90° Krümmungen
(Jeder Richtungswechsel erzeugt einen Widerstand für die Druckluft und erhöht somit den Druckverlust. Das Verteilsystem sollte daher so wenig wie möglich 90° Krümmungen enthalten.)
- Einsatz einer Ringleitung
(Durch Verbinden von Stichleitungen zu Ringleitungen kann der Netzdruck gesenkt werden, da bei einer Ringleitung die Druckverluste rechnerisch nur auf der halben Länge auftreten. Zudem kann der Netzdruck reduziert werden, da das doppelte Volumen für den Endnutzer zur Verfügung steht.)
- Vergrößerung des Leitungsquerschnitts
(Große Leitungsquerschnitte sorgen für geringere Druckverluste in der Leitung, wobei der Querschnitt an den Volumenstrom angepasst sein sollte.)
- Anpassung des Netzdruckes an den Verbrauch; lokale Druckluftspeicher
(Jeder Druckluftverbraucher sollte mit dem optimalen Betriebsdruck versorgt werden, da die Mehrkosten je bar sich auf sieben Prozent belaufen und sich die Leistung und Lebensdauer des Werkzeugs reduziert. Als Referenzwert gilt der Fließdruck, der sich beim Betrieb der Anlage einstellt und nicht der statische Druck, der am Manometer abzulesen ist. Eine jährliche Überprüfung des Netzdruckes sollte durchgeführt werden. Fordert ein Verbraucher kurzfristig hohe Mengen an Druckluft an, kann durch einen lokalen Druckluftverbraucher der Netzdruck stabil gehalten werden und Spitzenlasten bei der Erzeugung reduziert werden.)
- Lokale Druckerhöhung für Einzelverbraucher oder dezentrale Erzeugung
(Größere Einzelverbraucher, die einen höheren Druck verlangen, können über einen lokalen Verdichter versorgt werden. Dadurch kann der Netzdruck auf einem niedrigeren Niveau belassen werden, was zu geringen Druckverlusten und Leckagen führt. Eine dezentrale Erzeugung bietet sich bei weit entfernten Druckluftverbrauchern an. Der dezentrale Verdichter fällt deutlich kleiner aus, wenn Druckluft aus dem bestehenden Netz genommen wird und weiter verdichtet wird – anstelle von Atmosphäre zu verdichten.)
- Wartung und Instandhaltung
(Das Netz sollte regelmäßig auf Korrosionsschäden hin untersucht werden, da hierdurch der Druckverlust steigt und sich die Qualität der Druckluft verringert.)

- Abschiebern von Teilsträngen
(Wird in Teilsträngen über einen längeren Zeitraum keine Druckluft benötigt, können diese über einen Kugelhahn mit Schaltuhr abgeschiebert werden. Das Öffnen des Hahns sollte sehr langsam erfolgen, damit die Aufbereitung nicht überlastet wird und Schäden an Filtern oder an Maschinen vermieden werden.)

3.2.2 Leckagemessung, -ortung und -reduzierung

Durch Leckagen löst sich „Geld in Luft auf“ – im schlechtesten Fall an 8760 Stunden im Jahr. Zwischen 15 und 60 Prozent der erzeugten Luft können über Leckagen verloren gehen, wobei kein System absolut leckagefrei ist. Leckagen führen zu erhöhten Kompressorlaufzeiten, wodurch die Wartungsintervalle verkürzt werden. Bei weit verzweigten und komplexen Verteilsystemen empfiehlt es, sich den Leckageanteil des Gesamtsystems oder von Teilbereichen zu ermitteln, bevor eine Leckageortung durchgeführt wird.

Druckverluste in einem gut gewarteten Netz	
Leitung	Druckverlust [bar]
Hauptleitung	0,03
Verteilernetz	0,04
Anschlussleitung	0,03
Leitungen gesamt	0,10
Stichleitungen mit Anschlüssen, Kupplungen und Schläuchen	0,9
Druckverlust gesamt	1,0

Quelle: „Druckluft störungsfreie, kostengünstige und energieeffiziente Bereitstellung“, Energie Agentur NRW

Leckagen treten überwiegend im letzten Drittel des Verteilnetzes auf. Insbesondere Schläuche, Kupplungen, Zylinder und Wartungseinheiten sind besondere Schwachstellen und bedürfen einer genaueren Untersuchung. Werden Leckagen gefunden, sollten diese dokumentiert und farblich markiert werden. Eine Unterteilung nach Kleinstleckagen (nicht hörbar), mittleren (hörbar) und großen Leckagen (auf größere Entfernung hörbar) bietet sich an. Folgende Maßnahmen können zum Aufspüren von Leckagen durchgeführt werden:

1. Akustische Prüfung auf Schwachstellen
Im Rahmen eines Betriebsrundganges außerhalb der Produktionszeiten können akustisch Leckagen geortet werden.
2. Einsatz eines Leckageortungssprays oder von Seifenlauge
(Besondere Schwachstellen werden mittels Ortungsspray oder Seifenlauge auf Schwachstellen geprüft. Treten Luftblasen auf, liegt eine Leckage vor.)
3. Ortung mittels Ultraschallmessgerät
(Hierbei können Kleinstleckagen entdeckt werden. Zudem kann der Rundgang bei laufender Produktion stattfinden, so dass auch Leckagen in Maschinen geortet werden können. Entsprechende Geräte können bei Druckluftanbietern gegen Gebühr ausgeliehen oder ab ca. 600 Euro gekauft werden.)

Beim Rundgang sollten mit der Dokumentation der Leckage das Datum der Reparatur und Nachkontrolle sowie die verantwortliche Person benannt werden. Auch in Maschinen können Druckluftleckagen auftreten, die bei einem Rundgang mit berücksichtigt werden sollten. Die Leckagesuche sollte in regelmäßigen Abständen

durchgeführt werden um erneuten Leckagen vorzubeugen.

Sofortmaßnahmen zur Behebung von Leckagen:

- Undichte Verschraubungen nachziehen
- Austausch beschädigter oder undichter O-Ringe und Stecknippel
- Austausch defekter Kupplungen gegen Verlustarme
- Undichte und spröde Schläuche sollten gekürzt bzw. ausgetauscht werden
- Ventile und Zylinder vom Fachmann reparieren lassen oder Austauschen
- Dichtungen an pneumatischen Schaltkomponenten, Wartungseinheiten oder Endstellenfiltern auswechseln
- Gehaftete Verbindungen können mit Teflonband abgedichtet werden. Eine sukzessive Erneuerung des Leitungssystems sollte hierbei angedacht werden, da die trockene Druckluft der Hanfpaste Feuchtigkeit entzieht und hierdurch Kleinstpartikel in die Druckluft gelangen können und Leckagen entstehen.

Kosten von Leckagen			
Lochdurchmesser	Luftverlust bei 10 bar [m³/min]	Verluste [kW]	€/Jahr
1 mm	0,1	0,86	380
2 mm	0,4	3,5	1585
4 mm	1,63	14,0	6290
6 mm	3,64	31,4	14.062

Strompreis (5,11 Cent/kWh), 8760 h/a; Quelle: „Druckluft störungsfreie, kostengünstige und energieeffiziente Bereitstellung“, Energie Agentur NRW

1.2.3 Ermittlung des Leckageanteils in Unternehmen

Die Behälterentleerung

1. Alle Verbraucher im System werden abgeschaltet.
2. Der Druckluftspeicher wird bis zum Erreichen des oberen Systemdrucks befüllt.
3. Der Kompressor wird abgeschaltet.
4. Die Zeit, bis sich der Druck im Speicher um ein oder zwei Bar reduziert, wird erfasst.

Mit der nebenstehenden Formel kann die Leckagemenge aus den zuvor gewonnenen Daten bestimmt werden. Wenn das Speichervolumen des Verteilnetzes im Vergleich zum Druckluftspeicher größer als 5 Prozent ist, sollte dem Behältervolumen das Volumen des Netzes hinzugerechnet werden.

Formel Druckluftbehälterentleerung:

$$V_L = (V_{Beh} * (p_1 - p_2)) / t$$

V_L = Leckagemenge [l/min]
 V_{Beh} = Behältervolumen in [l]
 p_1 = Behälteranfangsdruck in [bar]
 p_2 = Behälterenddruck in [bar]
 t = Messzeit in [min]

Die Nachspeisemengenberechnung

1. Alle Verbraucher und Kompressoren (bis auf Einer) im System werden abgeschaltet.
2. Die Zeit, die der Kompressor zur Wiederherstellung des oberen Systemdrucks benötigt, wird in mehreren Durchläufen erfasst.
3. Die Gesamtzeit der Messung festgehalten.

Formel Nachspeisemengenberechnung:

$$V_L = V_{Beh} * t / T$$

V_L = Leckagemenge [l/min]
 V_{Beh} = Behältervolumen in [l]
 t = Summe der Lastzeiten des Kompressors in [min]
 T = Gesamtzeit des Messvorgangs in [min]

Für diese Berechnungsmethode muss das Speichervolumen des Netzes nicht bekannt sein. Das Verfahren kann auch automatisiert durchgeführt werden, wenn die Daten über die Kompressorensteuerung abgerufen werden.

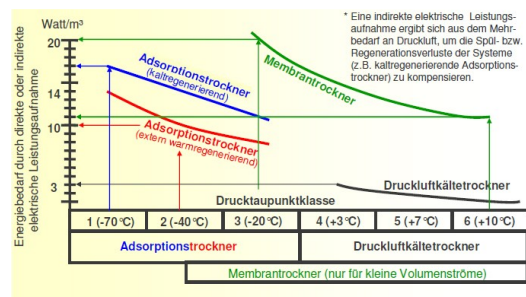
Erstellung und Auswertung von Verbrauchslastprofilen

Anhand eines Druckluftverbrauchsprofils, das z. B. an einer übergeordneten Kompressorsteuerung auslesbar ist, können an Ruhetagen die Leckagemengen bestimmt werden.

1.3 Aufbereitung

Die Druckluftaufbereitung dient zur Erfüllung der Qualitätsanforderungen an die Druckluft. Werden die Anforderungen über- oder untererfüllt, entstehen dadurch erhöhte Betriebs- oder Energiekosten. Je nach Trocknerart kann Strom, Wärme oder Druckluft zur Regeneration eingesetzt werden. Der Energieeinsatz von Druckluftkältetrocknern steigt bei Einbeziehung des Energieverbrauchs zur Druckluftherzeugung deutlich an. Membrantrockner eignen sich insbesondere zur Trocknung von kleinen Volumenströmen. Zu den derzeit energieeffizientesten Trocknern zählen extern warmgenerierte Adsorptionstrockner.

Übersicht über Kältetrockner:



Quelle: VDMA Seminar „Wirtschaftliche Druckluftversorgung“, 2000

Vor- und Nachteile von Adsorptionstrocknern			
Kaltregeneration	Warmregeneration		
	Gebälsereneration	Warmregeneration ohne Druckluftverbrauch	Kompressorwärmereneration
+ Einfache Technik	+ Geringe Betriebskosten durch Heizen mit Dampf oder Strom	+ Geringe Betriebskosten durch Heizen mit Dampf oder Strom	+ Verdichtungs-wärme wird zur Regeneration genutzt
+ geringe Investitionskosten	- Druckluftverbrauch in der Kühlphase	+ kein Druckluftverbrauch in der Kühlphase	+ kein Druckluftverbrauch
- Druckluftverbrauch		- höhere Investitionskosten	- nur mit ölfreien Kompressoren
- hohe Betriebskosten		- nur bedingt bei hoher Feuchtigkeit in der Umgebungsluft einsetzbar	

Quelle: „Druckluft effizient Fakten zur Druckluft“, Kampagne Druckluft effizient

Maßnahmen

- Beladungsabhängige Steuerung für kalt- oder warmregenerierte Adsorptionstrockner (Der Zyklus des Trockners wird im Teillastbereich an den Bedarf angepasst und reduziert dadurch die Betriebskosten des Trockners.)
- Austausch zeitgesteuerter Kondensatableiter (Durch den Einsatz niveaugeregelter Kondensatableiter werden Druckluftverluste vermieden. Zudem ist eine elektronische Überwachung und Kontrolle des Systems möglich.)
- Wahl, Reinigung und Wartung von Filtern (Je höher der Filtrationsgrad desto höher der Differenzdruck und somit der

Energieaufwand für den Kompressor. Bei der Wahl des richtigen Filters mit dem niedrigsten Differenzdruck hilft die ISO 8573-1 oder der Hersteller. Steigt der Differenzdruck über 350 mbar, ausgenommen sind Aktivkohlefilter, sollte der Filter ausgetauscht werden. Für Aktivkohlefilter gilt eine Standzeit von 1500 Betriebsstunden bzw. 3 Monaten.)

1.4 Erzeugung

Das Herz der Druckluftanlage ist die Erzeugung und die Energieeffizienz einer Anlage ist nicht immer anhand des Alters und äußerer Merkmale zu erkennen. Die Energieverbraucher sind der Antriebsmotor, der Kompressor und Zusatzantriebe z. B. für die Kühlmittelpumpe oder den Lüftermotor. Das Gesamtpotenzial der Erzeugung beläuft sich auf ca. 13 Prozent.

Maßnahmen

- Wahl der richtigen Druckluftherzeugung
(Beim Austausch der Erzeugung sollte die Anlage nach den realen Anforderungen des Druckluftnetzes ausgelegt werden. Lange Leerlauf- und Stillstandszeiten durch überdimensionierte Anlagen können somit korrigiert werden. Ein alleiniger Austausch ohne Optimierung des Netzes wird aber nur geringe Effizienzverbesserungen, z. B. durch Hocheffizienzmotoren, einen Direktantrieb ohne Getriebe oder eine intelligente Steuerung, erwirken.)
- Hocheffiziente Antriebe
(Bei der Beschaffung einer neuen Druckluftherzeugung sollte auf Hocheffizienzmotoren Wert gelegt werden, da diese, gegenüber Standardmotoren einen zwischen zwei und acht Prozent besseren Wirkungsgrad aufweisen.)
- Anpassung der internen Steuerung
(Insbesondere bei überdimensionierten Anlagen steigt durch einfache Steuerungen der Energieverbrauch deutlich an. Druckluftherzeuger können über eine Zweipunkt- oder eine stetige Regelung gesteuert werden. Die Zweipunktregelung arbeitet nach dem Ein-Aus-Prinzip bzw. nach einer stufenweisen Zu- und Abschaltung bei einem mehrstufigen Kompressor, d. h. sobald der Netzdruck auf einen Richtwert gefallen ist schaltet sich der Kompressor an und hebt den Netzdruck an bis der Abschalldruck erreicht ist. Der Kompressor schaltet danach in den Leerlaufbetrieb, in dem noch bis zu 1/3 des Stroms verbraucht werden können. Erst nach einer gewissen Zeit im Leerlauf schaltet der Kompressor in den Schein-Aus-Zustand, in dem der Energieverbrauch minimal ist. Sofern die Anlage hierfür ausgelegt ist, kann durch die Reduzierung der Leerlaufzeiten der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden. Zur stetigen Regelung gehören die Drossel-, Schieber- und Drehzahlregelung. Hier bietet die Drehzahlregelung einen erheblichen Energieeffizienzvorteil bei diskontinuierlichem Druckluftbedarf, da hiermit die Motorleistung dem realen Bedarf in einem festgelegten Fenster angepasst wird.
- Einsatz einer übergeordneten Steuerung
(Bei einer Druckluftversorgung mit mehreren Einheiten, sollte das Zusammenspiel zwischen den Anlagen von einer übergeordneten Steuerung geregelt werden. Die Steuerung kombiniert die Anlagen so, dass eine optimale Auslastung garantiert wird.)
- Abschaltung der Druckluftherzeugung
(In produktionsfreien Zeiten kann die Druckluftherzeugung und -aufbereitung abgeschaltet werden – optimal hinter dem Windkessel, da in diesem größere Mengen Druckluft gespeichert werden. Dies kann manuell oder automatisch erfolgen. Beim manuellen Aus- und Einschalten der Anlage muss unbedingt die

richtige Reihenfolge eingehalten werden, da sonst, durch die schlagartige Druckerhöhung, Filter und Maschinen beschädigt werden können.

- Regelmäßige Reinigung der Ansaugfilter (Sind Ansaugfilter zugesetzt, muss mehr Energie aufgewendet werden, um die gleiche Menge an Luft dem System zuzuführen.)
- Reduzierung der Ansauglufttemperatur der Druckluftherzeugung (Desto kühler die angesaugte Luft desto geringer ist der Wassergehalt, so dass weniger Energie für die Aufbereitung aufgewendet werden muss. Die zulässigen Temperaturen im Kompressorraum, die zwischen +5 und +40 °C liegen, sollten nicht über-/unterschritten werden. Zudem steigt der Wirkungsgrad des Kompressors mit geringerer Ansauglufttemperatur)
- Abwärmenutzung (Der größte Anteil der eingesetzten elektrischen Energie wird in Wärme umgewandelt. Daher bietet es sich an, die Wärme z. B. zur Warmwasserbereitung oder zur Heizungsunterstützung zu nutzen. Je nach Nutzung können zusätzliche Lüfter oder Wärmetauscher erforderlich sein.)

Reihenfolge beim Anschalten:

1. Anschalten der Druckluftherzeugung über den Hauptschalter (ca. 30 Min. vor Betriebsbeginn)
2. Kältetrockner anschalten
3. ca. 10 Minuten warten, bis der Kältetrockner auf Betriebstemperatur ist
4. sehr langsam den Druck im System erhöhen, damit sich das Netz sukzessive mit Luft füllt

Reihenfolge beim Ausschalten:

1. Kugelhahn nach der Aufbereitung schließen
2. Kompressor ausschalten
3. Kältetrockner ausschalten
4. Hauptschalter ausschalten

1.5 Energie-Erstberatung und Energieberatung Mittelstand

Im Rahmen der kostenfreien Energie-Erstberatung der IHK Hannover werden Sie über Energieeinsparpotenziale, Effizienztechnologien sowie über Förderprogramme und externe Beratungsangebote informiert.

Hinweis

Dieses Merkblatt soll – als Service Ihrer Industrie- und Handelskammer Hannover – nur erste Hinweise geben und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Obwohl es mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurde, kann eine Haftung auf die inhaltliche Richtigkeit nicht übernommen werden.

Stand: August 2012

Ansprechpartner

Andreas Raetsch
Industrie und Verkehr
Tel. (0511) 3107-412
Fax (0511) 3107-410
raetsch@hannover.ihk.de

Industrie- und Handelskammer Hannover
Schiffgraben 49
30175 Hannover
www.hannover.ihk.de