

4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage

Arbeitsinstrument für den Druckluftverantwortlichen



Druckluft ist eine universell nutzbare, aber kostspielige Energieform. Auch bei vorbildlich betreuten Anlagen gibt es ein beachtliches Potenzial, um den Energieverbrauch und die Kosten zu senken.

Der vorliegende 4-Schritte-Check ist ein Hilfsmittel, das Sie durch Ihre Druckluftanlage führt. Es zeigt Ihnen, welche Fragen Sie stellen und wie Sie bei einer Optimierung vorgehen müssen.

Nebst den detaillierten Checklisten enthält das Dokument 5 Hilfsblätter, die Ihnen die Umsetzung in der Praxis vereinfachen sollen. Viel Erfolg!

Standort der Anlage

Verantwortlich

Datum

DRUCKLUFTANLAGE AUF DEM PRÜFSTAND

DER «4-SCHRITTE-CHECK» ZEIGT IHNEN, WIE SIE IHRE DRUCKLUFTANLAGE SYSTEMATISCH OPTIMIEREN UND WO DIE TYPISCHEN ENERGIELECKS LIEGEN.

ATTRAKTIVES SPARPOTENZIAL

Mit einer Optimierung kann ein durchschnittlicher Betrieb die Energiekosten für Druckluft um 30% reduzieren. Die Spannweite der Einsparungen liegt zwischen 5% und 70%.

SICH DRUCKLUFTWISSEN ANEIGNEN

Klären Sie, wie Sie sich in Ihrem Betrieb das nötige Wissen aneignen wollen. Auf der Website der Kampagne effiziente Druckluft (www.druckluft.ch) finden Sie die nötigen Informationen, Dokumente und Checklisten. Zudem gibt es eine Vielzahl von Fachbüchern und Herstellerinformationen.

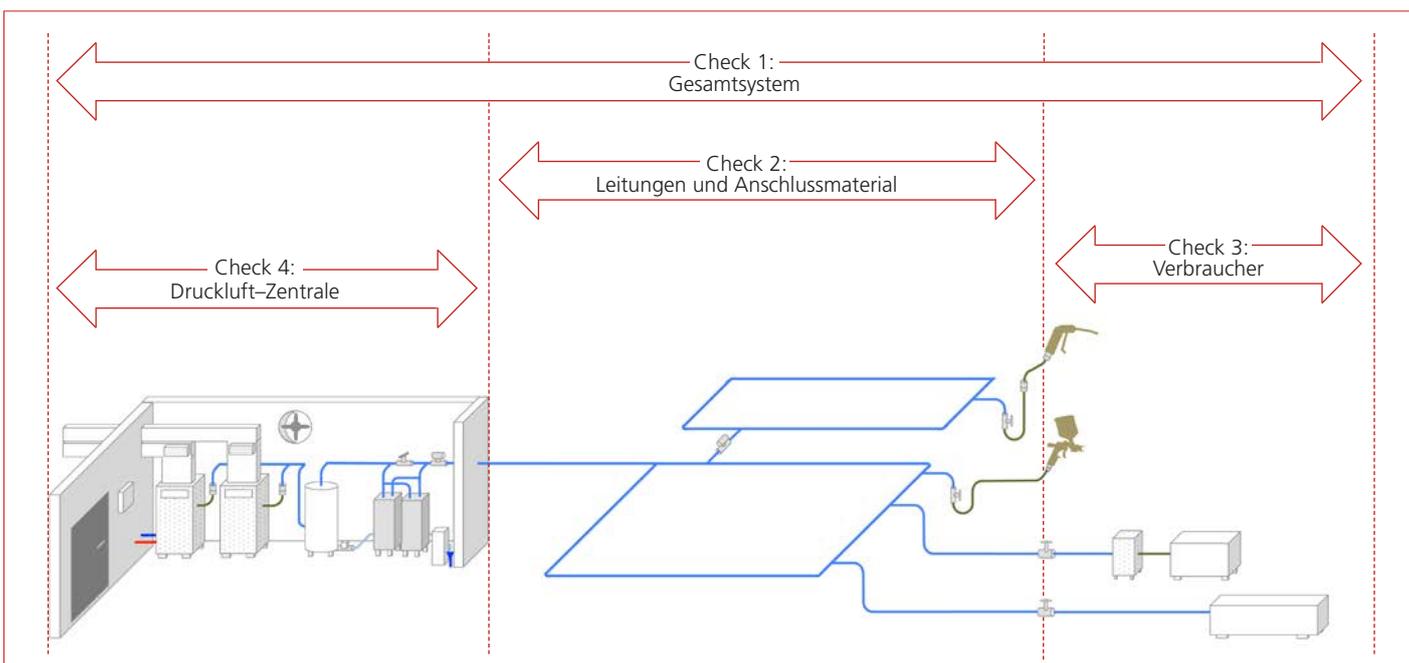
JÄHRLICH ÜBERPRÜFEN

Machen Sie den «4-Schritte-Check» jedes Jahr. Er führt Sie Schritt für Schritt durch die gesamte Anlage. Der Check gliedert die Druckluftversorgung in vier Bereiche (siehe Bild unten).

Fassen Sie die Resultate auf den Ergebnisblättern (Seite 18 und 19) zusammen. Das ist Ihre Basis für die planmässige Umsetzung der Optimierungsmassnahmen.

BUDGET RESERVIEREN

Erfolgreiche Betriebsoptimierungen benötigen nebst dem Wissen auch Zeit und finanzielle Mittel. Als Richtgrösse sollte für die erste Optimierung ein Budgetrahmen von etwa einem Drittel der jährlichen Energiekosten der Druckluft des Unternehmens zur Verfügung stehen. Bei einem entsprechenden Aufwand von 12000 Franken bedeutet dies rund 4000 Franken für interne und externe Arbeiten.



SO PACKEN SIE IHR PROJEKT AN

VOR DEM CHECK

- Fixieren Sie einen Termin für die Durchführung.
- Machen Sie sich mit den Checklisten vertraut.
- Beschaffen Sie sich die ergänzenden Informationen zum Check (vgl. Kasten unten).
- Mieten oder kaufen Sie ein Leckortungsgerät.

WÄHREND DES CHECKS

- Kreuzen Sie die geprüften Punkte im Check an. Wenn ein Punkt nicht erfüllt wird, notieren Sie ihn auf dem Blatt «Massnahmenplanung» auf Seite 19.
- Notieren Sie die Checkpunkte, die Sie nicht selber umsetzen wollen oder können. Ziehen Sie dafür eine externe Fachperson bei.
Für Massnahmen, bei denen Sie unsicher sind, empfiehlt es sich auf jeden Fall, eine Fachperson einzuschalten.
- Legen Sie den Termin für den nächsten Check fest.

NACH DEM CHECK

- Beauftragen Sie eine externe Fachperson mit der Prüfung derjenigen Punkte, welche Sie nicht selbst kontrollieren oder umsetzen konnten.
- Bestellen Sie das notwendige Verbrauchsmaterial gemäss Ihrer Materialliste (Anschlussmaterial, Filter etc.).
- Arbeiten Sie die Massnahmen der nicht erfüllten Checkpunkte (Blatt «Massnahmenplanung, Seite 19») innerhalb eines Monats systematisch ab.
- Legen Sie einen Ordner an, in dem Sie künftig alle Unterlagen zu Ihrer Druckluftanlage sammeln (Kopien Servicerapporte, Dokumente EnergieSchweiz etc.).
- Informieren Sie Ihre Teams und Ihre Vorgesetzten über die durchgeführten Arbeiten und Ergebnisse.

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Für Druckluftverantwortliche mit wenig Routine und Erfahrung gibt es in der Checkliste Hinweise auf ergänzende Unterlagen (>). Hier finden Sie wertvolle Informationen zur konkreten Umsetzung der Massnahmen. Die Bezugsquellen der Unterlagen finden Sie auf Seite 20.



CHECK 1 GESAMTSYSTEM

Bevor Sie mit der eigentlichen Optimierung starten, sollten Sie sich einige grundsätzliche Gedanken zu Ihrer Druckluftanlage machen. Der Blick auf das Gesamtsystem hilft Ihnen, den Fokus richtig zu legen.

WIE HOCH SIND DIE STROMKOSTEN IHRER DRUCKLUFTANLAGE?

Die Energiekosten der Druckluft sind ein Indikator für den Stellenwert der Druckluft in Ihrem Unternehmen. Zudem kann anhand der Kosten ein (betriebswirtschaftlich) sinnvolles Zeitbudget für eine Optimierung abgeleitet werden.

Sie können die Energiekosten mit einer der folgenden drei Methoden erheben respektive abschätzen:

A: Auswertung Energieverbrauchsdaten

Die genaueste Methode ist eine Auswertung der Energiemessung (Stromzähler). Leider verfügen nur die wenigsten Druckluftanlagen über einen separaten Stromzähler.

B: Auswertung der Betriebsstunden

Aufgrund der Betriebsstunden der Kompressoren und ihrer Leistungsaufnahme kann der Energieverbrauch berechnet werden (siehe Hilfsblatt «Berechnung Energiekosten» auf Seite 13).

C: Schätzung anhand der Kompressorleistung

Die einfachste, aber auch ungenaueste Methode ist die Abschätzung über die Leistung der Kompressoren. Erfahrungen zeigen, dass ein Kompressor pro kW Leistung jährlich rund 300 Franken Energiekosten verursacht. Der Streubereich liegt in der Praxis bei 150 bis 600 Franken pro kW.

AUSFALL DRUCKLUFTANLAGE

2. Ist-Situation

Klären Sie, welche Bereiche bei einem Ausfall effektiv stillstehen.

1. Soll-Situation

Klären Sie, welche Anlagen, Maschinen oder Anwendungen stillstehen dürfen, wenn die Druckluftanlage ausfällt.

	keine	einzelne	mehrere	alle		keine	einzelne	mehrere	alle
alle	OK	OK	OK	OK	Ausfall des grössten Kompressors	OK	OK	OK	OK
mehrere	OK	OK	OK	Handlungsbedarf		Ausfall der grössten Aufbereitung	OK	OK	Handlungsbedarf
einzelne	OK	OK	Handlungsbedarf	Handlungsbedarf			Handlungsbedarf	Handlungsbedarf	Handlungsbedarf
keine	OK	Handlungsbedarf	bei den Kompressoren	bei der Aufbereitung			bei der Aufbereitung	bei der Aufbereitung	bei der Aufbereitung

GESAMTSYSTEM

ja nein

1 Abschätzung Energiekosten

Kennen Sie die (ungefähren) jährlichen Energiekosten der Druckluftanlage?

> siehe Seite 4

> Hilfsblatt 1: Berechnung Energiekosten (Seite 13)

2 Ausfall Druckluftanlage

Wissen Sie, was bei einem Ausfall der Druckluftanlage passiert?

> siehe Seite 4

> Ergebnis auf der Seite 18 (Zusammenfassung) im Punkt 3 festhalten

3 Liste mit Mängeln

Wurden die Mitarbeitenden auf Mängel (zu wenig Druck, Vereisungen etc.) und Probleme mit der Druckluftversorgung angesprochen und eine entsprechende Liste zusammengestellt?

> Hilfsblatt 2: Erfassung Mängel (Seite 14)



Verlieren Sie keine Zeit bei Anlagen oder Maschinen, die in absehbarer Zeit stillgelegt werden.

Fokussieren Sie auf die Druckluftbereiche, welche Sie auch künftig nutzen.



CHECK 2

LEITUNGEN UND ANSCHLUSSMATERIAL

LEITUNGEN

	ja	nein
4 Alte Armaturen durch verlustarme ersetzen Wurden sämtliche Armaturen kontrolliert und alte Sitzventile sowie ersatzbedürftige Armaturen durch moderne Kugelhähnen oder Klappen mit vollem Durchgang ersetzt? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Teilstränge abkoppeln (Bereichsabspernung) Werden Teilstränge automatisch mit einem Kugelhähnen abgekoppelt, wenn ausserhalb der Betriebszeiten (in der Nacht, am Wochenende) kein Druckluftbedarf besteht? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANSCHLUSSMATERIAL

6 Stecknippel an Schläuchen überprüfen Wurden alte, abgenutzte Stecknippel an den Schläuchen durch neue ersetzt, sodass sich die Kupplungen wieder vollständig öffnen? > Ratgeber «Richtige Nutzung der Druckluft»: Anschlussmaterial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7 Alte, enge Kupplungen ersetzen Wurden sämtliche Kupplungen kontrolliert und alte, ersatzbedürftige Kupplungen durch moderne Modelle mit vollem Durchgang ersetzt? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8 Defekte Schläuche ersetzen Wurden alle alten, spröden Schläuche ausgewechselt und durch moderne PU-Schläuche ersetzt oder die Enden gekürzt (z.B. glaseige PVC-Schläuche)? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9 Schlauchquerschnitt überprüfen Wurden alle Schlauchquerschnitte geprüft und dünne Schläuche mit grossem Druckabfall durch moderne PU-Schläuche ersetzt? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 1 und Tipp 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10 Spiralschläuche überprüfen Werden Spiralschläuche mit geringem Innendurchmesser nur für die letzten 3 bis 5 Meter vor dem Arbeitsort eingesetzt? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11 Schlauchlänge optimieren Entsprechen die Schlauchlängen – speziell auch in Schlauchabrollern – dem realen Bedarf und wurden zu lange Schläuche konsequent gekürzt? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 1 und Tipp 5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

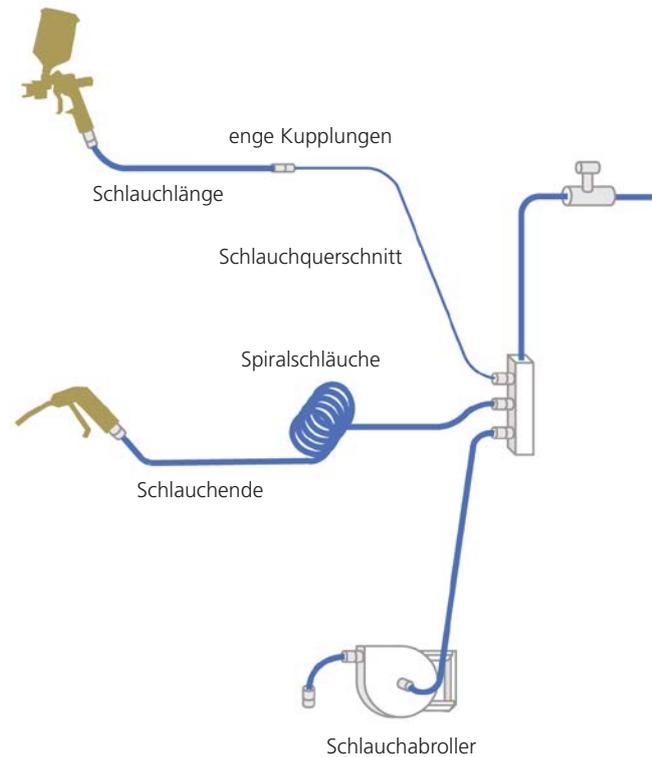


Bild: Anschlussmaterial

LECKAGEN

ja nein

12 Lecks detektieren und beschriften

Wurde das gesamte Leitungsnetz (speziell Verschraubungen, Bogen, T-Stücke und Kupplungen) auf Lecks geprüft, die Leckstellen gekennzeichnet und dokumentiert?

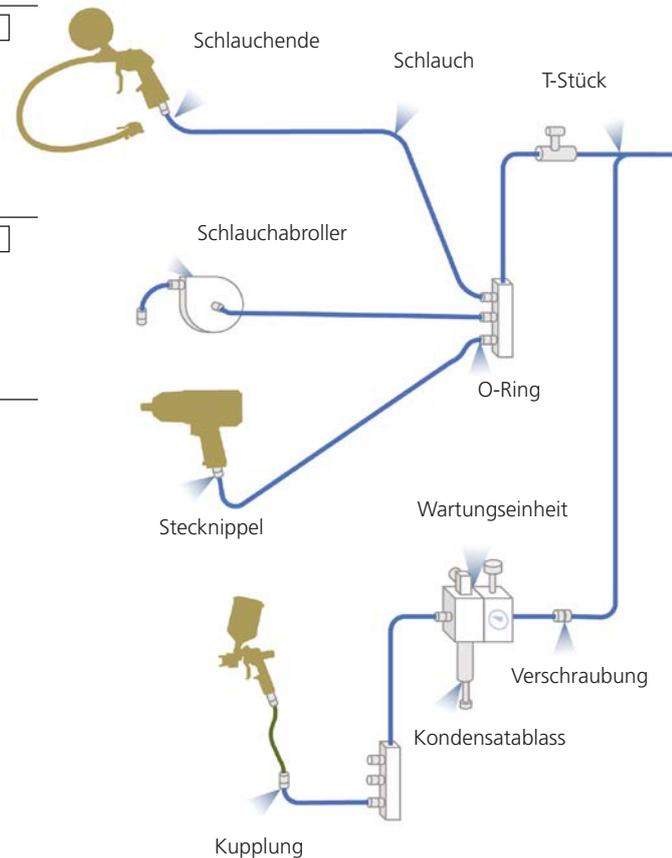
> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 1

> Hilfsblatt 5: Leckagenprotokoll (Seite 17)

13 Lecks abdichten

Wurden 70% bis 80% der gefundenen Lecks beseitigt (Verschraubungen angezogen, O-Ringe ersetzt, Kupplungen und Stecknippel ausgetauscht etc.)?

> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 1



**KONZENTRIEREN SIE SICH AUF DIE LECKS,
DIE SIE EINFACH UND SCHNELL
ABDICHTEN KÖNNEN.**

TIPP ZUM BEHEBEN DER LECKS

Nur in den wenigsten Fällen können alle Lecks eliminiert werden. Oft gibt es Leckstellen, bei denen das Abdichten schlichtweg zu aufwendig ist. Legen Sie darum den Fokus auf die Leckagen, die einfach und schnell abgedichtet werden können. Beachten Sie:

Es ist schwierig, die Grösse des Lecks zu beziffern. Denn die Lautstärke der austretenden Luft (Leckgeräusch) sagt nichts darüber aus, wie viel Luft verloren geht.

1. Beseitigen Sie entdeckte Lecks sofort, wenn dies möglich ist (z.B. durch Nachziehen von Verschraubungen).
2. Markieren Sie Lecks, die Sie nicht sofort beseitigen können, zum Beispiel mit einer farbigen Etikette. Protokollieren Sie den Ort des Lecks und nötiges Material zur Behebung, das Sie nicht im Hause haben.
3. Bestellen Sie das nötige Material für die Leckbeseitigung.
4. Beheben Sie die Lecks entsprechend Ihrem Protokoll.

Bild: An diesen Stellen finden Sie häufig Lecks.



Bild: Dank Papieretikette mit Drahtanhänger können Leckagen einfach gekennzeichnet werden. Eine Nummerierung vereinfacht die Zuordnung.

CHECK 3 VERBRAUCHER

MASCHINEN

Bei Maschinen und Anlagen, die Druckluft nutzen, müssen die Checkpunkte 15 bis 21 durchgeführt werden – sie sind auf dieser Seite beschrieben. Erfassen Sie jede Maschine in einem separaten Maschinen-Check. Nutzen Sie dafür das Hilfsblatt 4: Maschinen-Check, Seite 16.

14 Maschine vom Netz abtrennen

Sobald eine Maschine nicht mehr genutzt wird, sollte sie automatisch vom Druckluftnetz abgetrennt werden.

> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 4

15 Luftmengen einstellen

Stellen Sie die Luftmengen an allen Blasdüsen, Luftvorhängen und Blasmessern in der Maschine anhand des effektiven Bedarfs ein.

> Ratgeber «Richtige Nutzung der Druckluft»: Maschinen

16 Blasdüsen kontrollieren

Überprüfen Sie, dass die Blasdüsen so platziert, ausgerichtet und gewählt (Strahlform) sind, dass die Luft sparsam und zielgerichtet eingesetzt wird.

> Massnahmenliste Bedarfsoptimierung: Druckluft in Maschinen

17 Blaszeiten richtig einstellen

Stellen Sie die Abblaszeiten von Sensoren, Schaugläsern und Werkstücken so ein, dass sie nur bei Bedarf (periodisch und nicht andauernd) gereinigt werden.

> Massnahmenliste Bedarfsoptimierung: Druckluft in Maschinen

> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 4

18 Leckagen suchen und abdichten

Suchen Sie Lecks (Ventil-Inseln, Ventil-Blöcke, Zylinder, Leitungen, Verschraubungen) und dichten Sie diese ab.

> Massnahmenliste Bedarfsoptimierung: Druckluft in Maschinen

19 Verhalten Manometer beobachten

Achten Sie bei den Manometern vor dem Verbraucher im laufenden Betrieb darauf, dass keine grossen Schwankungen auftreten.

> Schwankungen von mehr als 0.5 bar sind ein Indiz für hohe Verbrauchsspitzen und übermässige Druckverluste in der Zuleitung (zu dünne Leitungen).

> Vergrössern Sie die Leitungen oder prüfen Sie den Einsatz eines lokalen Speichers.

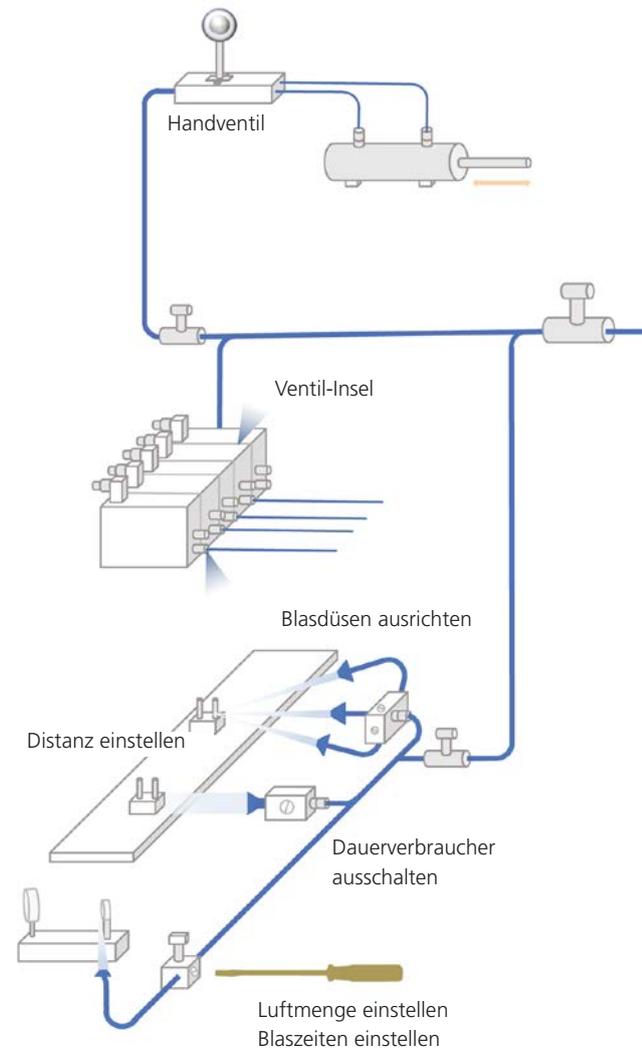


Bild: Optimierung Luftverbrauch von Maschinen

	ja	nein
20 Maschinen-Check	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wurde bei allen Maschinen der Maschinen-Check durchgeführt?		
> Hilfsblatt 4: Maschinen-Check (Seite 16)		



Falls im Betrieb mehrere identische Maschinen stehen (z.B. 7 gleiche CNC-Maschinen), kann der Maschinen-Check exemplarisch an einer Anlage durchgeführt werden.

WERKZEUG

ja nein

21 Stecknippel am Werkzeug überprüfen

Wurden alte, abgenutzte Stecknippel an den Werkzeugen durch neue ersetzt, sodass sich die Kupplungen wieder vollständig öffnen?

> Ratgeber «Richtige Nutzung der Druckluft»: Anschlusszubehör



Bild: Stecknippel auf Abnutzung überprüfen

22 Druckluftpistolen überprüfen

Werden im ganzen Betrieb ausschliesslich moderne Injektions- oder Mehrloch-Druckluftpistolen eingesetzt?

> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 4

23 Luftintensive Anwendungen prüfen

Wurde überprüft, ob bei allen Werkzeugen, die mehr als 150 Franken Energiekosten pro Jahr verursachen, Sparpotenziale bestehen (effizientere Produkte, z.B. Blaspistolen mit Injektor, weniger intensiv nutzen, Laufzeiten verkürzen etc.)?

> Ratgeber «Richtige Nutzung der Druckluft»: Werkzeug

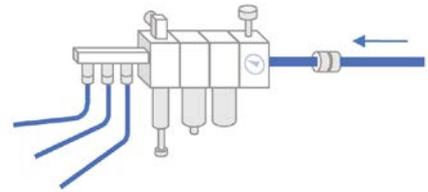


Bild: Entspricht die Wartungseinheit noch den aktuellen Bedürfnissen?

24 Wartungseinheiten überprüfen

Wurde bei allen Wartungseinheiten geprüft, ob sie noch den aktuellen Anforderungen entsprechen (Ölnebler, Filter, Mikrofilter, Leistungsfähigkeit)?

> Ratgeber «Richtige Nutzung der Druckluft»: Anschlusszubehör

DRUCKLUFTANFORDERUNGEN

25 Druckluftanforderungen überprüfen

Wurden alle Anwendungen in einer Liste erfasst, die 1. einen (besonders) hohen Druck oder einen sehr geringen Druck benötigen?

> Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 2

2. eine andere Druckluftqualität benötigen als die momentan von der Aufbereitung bereitgestellte Luft?

> Druckluftwissen für Planer, Druckluftqualität Seite 3

> Hilfsblatt 3: Überprüfung der Druckluftanforderungen (Seite 15)

ZUSÄTZLICHER CHECK

ja nein

Plausibilität Druckluftverbrauch überprüfen

Ermitteln Sie die erzeugte Druckluftmenge der Kompressoren (anhand Laufzeit und Liefermenge gemäss Unterlagen des Herstellers) und stellen Sie diese dem Verbrauch der Anwendungen gegenüber. Schätzen Sie dafür den Verbrauch der einzelnen Maschinen und Werkzeuge anhand der Luftmenge und der Betriebszeiten.

> Entsteht so über das Jahr betrachtet ein schlüssiges Bild und kann die erzeugte Druckluft den Anwendungen zugeordnet werden?



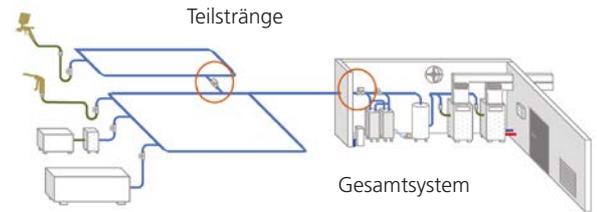
Für begeisterte Druckluftverantwortliche

CHECK 4

DRUCKLUFT-ZENTRALE

DRUCKLUFTVERTEILUNG

	ja	nein
26 Druckluftnetz abkoppeln Wird das gesamte Druckluftnetz mit einem Kugelhahnen automatisch von der Druckluft-Zentrale abgekoppelt, wenn keine Druckluft benötigt wird (in der Nacht, am Wochenende)? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27 Querschnitt Verteilungen prüfen Gibt es im Leitungssystem keine übermäßigen Reduktionen beim Leitungsquerschnitt (z.B. beim Kompressor-Abgang oder bei der Aufbereitung)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28 Ringleitungen Sind die Hauptleitungen der Verteilung als Ringleitung aufgebaut?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



ZULUFT

29 Filtermatte Ansaugluft austauschen Wurde die Filtermatte der Ansaugluft geprüft und ersetzt, falls von Auge eine Verschmutzung erkennbar war?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------

KONDENSAT

30 Zeitgesteuerte Kondensatableiter auswechseln Wurden alle zeitgesteuerten Kondensatableiter durch sparsame, elektronisch niveaugesteuerte Kondensatableiter ausgetauscht? > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Tipp 3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31 Kondensatableiter reinigen Wurden sämtliche Kondensatableiter aufgeschraubt und vom Schmutz befreit? Wurden die alten Dichtungen ersetzt und eine Funktionskontrolle durchgeführt?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32 Dichtigkeit Kondensatableiter prüfen Wurden alle Kondensatableiter (Druckbehälter, Trockner, Kompressoren) mit dem Lecksuchgerät auf ihre Dichtheit geprüft und allfällige Lecks abgedichtet (Reinigung, Dichtungen auswechseln etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33 Funktion des Öl-Wasser-Trenners prüfen Wurden die Füllstände der Öl-Wasser-Trenner geprüft, das Öl entleert und entsorgt und – sofern erforderlich – die Aktivkohleelemente ausgetauscht?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

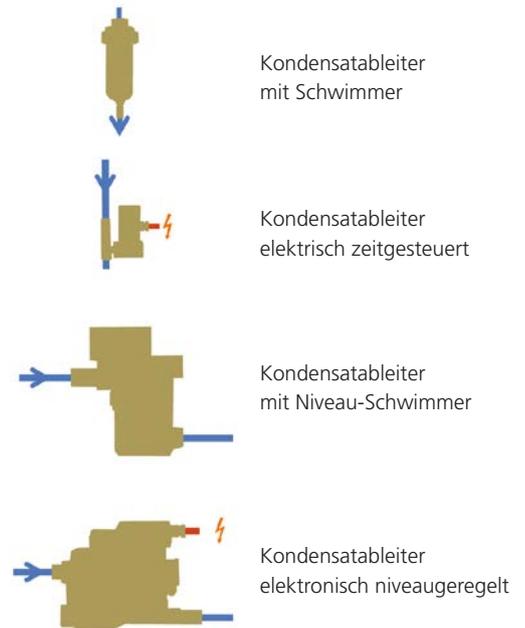


Bild: Typische Formen der unterschiedlichen Kondensatableiter-Technologien

AUFBEREITUNG

ja nein

34 Filter überprüfen

Wurden alle Filterelemente geprüft und ausgewechselt (mindestens einmal pro Jahr oder sobald der Differenzdruck über dem Filter grösser als 0.3 bar ist)?

35 Aktivkohlefilter überprüfen

Wurden alle Aktivkohlefilter geprüft und bei Bedarf ausgewechselt (mindestens alle 3 Monate)?

36 Trockner überprüfen

Wurden bei allen Kältetrocknern die Wärmeübergangsfläche im Trockner (Staub absaugen) und der Kondensatableiter gereinigt?

KOMPRESSOR

37 Zusammenspiel Kompressoren optimieren

Wurde die Arbeitsweise der Kompressoren beobachtet und das Zusammenspiel der Kompressoren optimiert?
 > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 3

38 Laufzeiten Kompressoren optimieren

Wird der Kompressor, wenn er nicht genutzt wird (Nacht, Wochenende), automatisch ausgeschaltet?

39 Wartung Kompressor

Wird der Kompressor jährlich professionell gewartet?

- Werden Ansaugfilter und Abscheiderelement gereinigt?
- Schliesst das Entlastungsventil sauber?
- Funktioniert der Ansaugregler korrekt?
- Sind die Rückschlagventile dicht?

NETZDRUCK

40 Netzdruck optimieren

Entspricht der Netzdruck den effektiven Bedürfnissen?
 > Leitfaden Druckluft-Optimierung: Massnahme 4

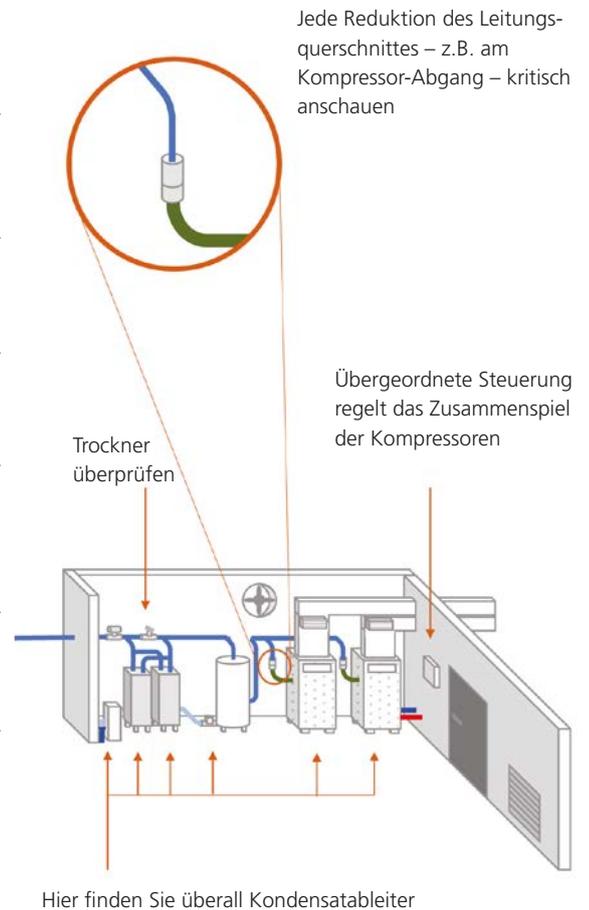


Bild: Kompressoren regelmässig warten – auch bei dem hier abgebildeten Werkstattkompressor kann der Kondensatablass defekt und der Druckluftspeicher zur Hälfte mit Kondenswasser gefüllt sein.

NOTIZEN

A series of horizontal dotted lines for taking notes.

HILFSBLATT 1

BERECHNUNG DER ENERGIEKOSTEN

Die Berechnung der Energiekosten über die Betriebsstunden ist einfacher, als sie aussieht. Sie müssen nur vier Daten an der Kompressorsteuerung ablesen und den Strompreis nachschlagen. Die unten stehende Musterberechnung zeigt Ihnen Schritt für Schritt, wie Sie vorgehen können. Wenn Sie mehr als zwei Kompressoren betreiben: dieses Hilfsblatt kopieren und für die zusätzlichen Kompressoren ausfüllen. Beachten Sie: Die Werte der Berechnung wurden bewusst nicht gerundet, damit das Ergebnis nachvollziehbar ist.

Nr. Daten	Berechnung / Quelle / Beurteilung	Beispiel	Ihre Daten Kompressor 1	Ihre Daten Kompressor 2
[1] Datum heute		7.10.2017		
[2] Datum letzte Wartung	(siehe Wartungsheft Kompressor)	1.18.2012		
[3] Zeitraum*	[3] = [1] – [2]	= 10.7.17 – 18.1.12 2000 Tage		
[4] Betriebsstunden seit der letzten Wartung*	(siehe Steuerung Kompressor)	10000 h		
[5] Laststunden seit der letzten Wartung*	(siehe Steuerung Kompressor)	7000 h		
[6] Leerlaufstunden	[6] = [5] – [4]	= 10000 – 7000 3000 h		
[7] Betriebsstunden pro Jahr	[7] = [4] / [3] × 365 Tage	= 10000 / 2000 × 365 1825 h/a		
[8] Laststunden pro Jahr	[8] = [5] / [3] × 365 Tage	= 7000 / 2000 × 365 1278 h/a		
[9] Leerlaufstunden pro Jahr	[9] = [8] – [7]	= 1825 – 1278 548 h/a		
[10] Kompressorleistung (Nennleistung)	(siehe Wartungsheft Kompressor)	40 kW		
[11] Abschätzung des Anteils der Leerlaufleistung an der Nennleistung				
> Kompressoren bis 10 KW	= 50% der Nennleistung			
> zwischen 10 und 75 kW	= zwischen 50% und 25% (linear – grob abschätzen)			
> Kompressoren über 75 kW	= 25% der Nennleistung			
[12] Anteil der Leerlaufleistung	(Beurteilung siehe [11])	39 %		
[13] Leerlaufleistung	[13] = [10] × [12]	= 40 × 0.39 15 kW		
Auslastung				
[14] Auslastung	[14] = [8] / [7] × 100%	= 1278 / 1825 × 100 70 %		
[15] Handlungsbedarf				
> über 80%	= kein Handlungsbedarf			
> 50 bis 80%	= Handlungsbedarf gegeben	Handlungsbedarf gegeben		
> unter 50%	= dringender Handlungsbedarf			
Energieverbrauch pro Jahr				
[16] Energieverbrauch Lastbetrieb	[16] = [8] × [10]	= 1825 × 40 51 100 kWh		
[17] Energieverbrauch Leerlauf	[17] = [9] × [13]	= 1278 × 15 8453 kWh		
[18] Total Energieverbrauch	[18] = [16] + [17]	= 51 100 + 8453 59 553 kWh		
Energiekosten pro Jahr				
[19] Strompreis	(Rechnung Elektrizitätswerk)	16 Rp./kWh		
[20] Energiekosten	[20] = [18] × [19] / 100	= 59 553 × 16 / 100 9529 Fr./Jahr		

* Falls Sie die Daten der letzten Wartung nicht haben, können Sie zur Not das Inbetriebnahmedatum und die Laufzeiten seit der Inbetriebnahme einsetzen. Allenfalls können Sie die Werte heute ablesen und in zwei Wochen wieder (wichtig: immer vollständige Wochen, 7 oder 14 Tage, erfassen).

Beachten Sie nebst den Energiekosten und der Auslastung die jährlichen Betriebsstunden. Klären Sie besonders bei Kompressoren mit wenigen Betriebsstunden die Ursache (Reservekompressor, falsch eingebunden?).

HILFSBLATT 2

ERFASSUNG MÄNGEL

Während Sie die Checkliste Punkt für Punkt abarbeiten, erkundigen Sie sich bei den Mitarbeitenden nach bekannten Mängeln und notieren Sie diese hier:

Nr.	Raum / Halle	Lage / Ort	Beschreibung Mangel	Handlungsbedarf			Behoben am Datum
				gross	mittel	gering	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

HILFSBLATT 3

ÜBERPRÜFUNG DRUCKLUFTANFORDERUNGEN

Nr.	Raum / Halle / Lage / Ort	Maschine/Anlage	Betriebsdruck		Qualität			Betriebszeit
			Druck (1)	Abweichung von mehr als 0.5 bar?	Hat die Anwendung eine besondere Anforderung an die Druckluftqualität? Falls bekannt: ISO-Klasse (4)			Wie weicht die Betriebszeit der Maschine von der Betriebszeit der Druckluftanlage ab?
1. Gesamtsystem								
		bar		Feststoff:..... Feuchtigkeit:..... Restölgehalt:.....			
2. Anwendungen								
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)
			.....bar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> ja >	Feststoff <input type="checkbox"/> Feuchtigkeit <input type="checkbox"/> Restölgehalt <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> ja, sie ist kürzer: siehe (2) <input type="checkbox"/> nein, aber eine kürzere Betriebszeit wäre möglich: siehe (3)

(1) Druck am Druckreduzierventil
(2) Kürzere Betriebszeiten = lokal abschalten (Maschine oder Teilstrang)
(3) Kürzere Betriebszeiten wären möglich = separates Druckluftnetz oder dezentralen Kompressor prüfen
(4) Falls vorhanden, die Druckluftqualität gemäss ISO 8573-1 eintragen

HILFSBLATT 4 MASCHINEN-CHECK

Druckvorlage: Füllen Sie für jede Maschine einen Maschinen-Check aus, kopieren Sie bei Bedarf diese Seite.

Maschine

A: Nutzung der Maschine

Wofür wird die Druckluft verwendet?
(mehrere Antworten möglich)

- Blasen Antriebe
 Steuerung

Muss die Maschine immer unter Druck stehen?

- nein ja, weil

Laufzeit der Maschine:

..... Std./Arbeitstag (z.B. Mittwoch)
 Std./Wochenende (Samstag und Sonntag)
 Std./Jahr

B: Anforderungen

Eingestellter Druck am Druckreduzierventil (Betriebsdruck) bar

Druckluftqualität

Fall A: Sie kennen die Anforderungen an die
Reinheitsklassen (ISO 8573-1).

Feststoffe Klasse
 Restfeuchte Klasse
 Restölgehalt Klasse

Fall B: Sie kennen die Anforderungen an die
Reinheitsklassen nicht (Indikator-test).

- keine Probleme bei der Produktion (kein Ausschuss)
 Probleme bei der Produktion beobachtet (Ausschuss)

C: Check

		ja	nein
• Wird die Maschine nach Betriebsschluss automatisch vom Netz abgetrennt?	> Checkpunkt 14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wurde die Luftmenge auf den effektiven Bedarf eingestellt?	> Checkpunkt 15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wurden alle Blasdüsen kontrolliert und richtig ausgerichtet?	> Checkpunkt 16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wurden die Blaszeiten richtig eingestellt?	> Checkpunkt 17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Wurde die Maschine auf Leckagen überprüft und die Lecks dokumentiert resp. abgedichtet?	> Checkpunkt 18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Ist das Manometer im Betrieb ruhig (es schwankt nicht nervös)?	> Checkpunkt 19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

D: Potenzial zur Effizienzsteigerung

		ja	nein
• Kann der Betriebsdruck der Maschine deutlich unter den Netzdruck gesenkt werden (um 0.5 bar oder mehr)?	> Checkpunkt 25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kann die Maschine mit einer deutlich geringeren Druckluftqualität als jener des Leitungsnetzes betrieben werden?	> Checkpunkt 25	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Definieren Sie die Dringlichkeit der Mängelbehebung, falls Sie bei der Maschine einen Handlungsbedarf festgestellt haben (unnötiger Dauerbetrieb, Differenzen bei den Anforderungen, mit «Nein» beantwortete Checkpunkte etc.). Optimieren Sie mit Priorität die Maschinen mit einem grossen Handlungsbedarf.

> Handlungsbedarf gross mittel gering keinen

HILFSBLATT 5 LECKAGEN-PROTOKOLL

Nr.	Raum / Halle / Lage / Ort	Behebung während			Bemerkung <small>(z.B. spezielles Material für die Behebung)</small>	Handlungsbedarf			Behoben am Datum
		Betrieb	Maschinen- ruhe	Betriebs- ruhe		gross	mittel	gering	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Druckvorlage: Bei Bedarf leere Seite kopieren, ausfüllen und dem Dokument beilegen.

ERGEBNISSE 1

ZUSAMMENFASSUNG

Fassen Sie hier die Ergebnisse des 4-Schritte-Checks zusammen. Mit dieser Zusammenstellung verfügen Sie über eine gute Grundlage für die Umsetzung der Optimierungsmassnahmen.

1. ENERGIEKOSTEN FÜR DIE DRUCKLUFT

Die jährlichen Energiekosten betragen:

5. LECKAGEN MIT GROSSEM HANDLUNGSBEDARF

Anzahl Leckagen mit grossem Handlungsbedarf:

2. AUSLASTUNG DER KOMPRESSOREN

Auslastung	gut	Handlungsbedarf gegeben	dringender Handlungsbedarf
Kompressor 1:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompressor 2:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompressor 3:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kompressor 4:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6. ÄNDERUNGEN BEI DER DRUCKLUFTVERSORGUNG

Geplante oder angedachte Änderungen (zusätzliche Anwendungen, Reduktion der Anwendungen etc.).

.....

.....

.....

.....

.....

3. VERSORGUNGSSICHERHEIT

	gut	Handlungsbedarf
Kompressoren:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aufbereitung:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. MÄNGEL MIT GROSSEM HANDLUNGSBEDARF

Die wichtigsten Mängel mit grossem Handlungsbedarf:

.....

.....

.....

.....

.....

4. NENNDRUCK

Druckband: ein: bar aus: bar

8. BEMERKUNGEN

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ERGEBNISSE 2

LISTE MASSNAHMEN-PLANUNG

Notieren Sie hier alle Massnahmen, die Sie im Rahmen des 4-Schritte-Checks mit «Nein» beantwortet haben. Diese Liste unterstützt Sie bei der Umsetzung der Massnahmen.

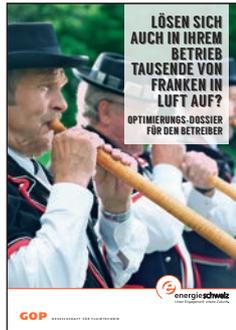
Nr.	zu erledigende Massnahme	Bemerkung Hinweis	Umsetzung	bis wann? (Termin)	erledigt Datum	Visum
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			
			<input type="checkbox"/> intern			
			<input type="checkbox"/> extern			

ALLE DOKUMENTE AUF WWW.DRUCKLUFT.CH

HILFSMITTEL VON ENERGIESCHWEIZ

Leitfaden Druckluft-Optimierung

Dieser Leitfaden zeigt Ihnen konkret, wie Sie die Effizienz Ihrer Anlage wirksam verbessern und die Betriebskosten senken. Der Leitfaden beschreibt die vier wichtigsten Optimierungsmassnahmen und die fünf lohnenswertesten Investitionen. Der Leitfaden ist ein Teil der Mappe «Lösen sich auch in Ihrem Betrieb tausende von Franken in Luft auf?».



TIPPS FÜR MEHR DURCHBLICK

1. Fehlt ein Elektrozähler für die Druckluftanlage?

Prüfen Sie eine Nachrüstung. Kostenpunkt inkl. Installation

- bis 40 kW: 500 bis 800 Franken
- mehr als 40 kW: 700 bis 1000 Franken

2. Unsicher, wie Ihre Druckluftanlage läuft?

Lassen Sie eine Lastgangmessung durch den Kompressorlieferanten oder Ihren Druckluft-Fachmann erstellen und sich anschliessend die Resultate erklären.

- Kostenrahmen: 1400 bis 2000 Franken

3. Lecksuche durch externe Fachperson

Diverse Lieferanten, Hersteller und Installationsbetriebe bieten die Lecksuche als Dienstleistung an. Eine Person kann dabei an einem Tag die Lecks über eine Fläche von der Grösse einer Turnhalle detektieren und dokumentieren (Liste und Plan).

- Kostenrahmen pro Tag: 1200 bis 1500 Franken

Ratgeber: Richtige Nutzung der Druckluft spart Kosten

Ratgeber für die Betreiber von Druckluftanlagen zur richtigen und sparsamen Anwendung der Druckluft im Betrieb.



Gestern gelernt – heute gebraucht: Druckluftwissen für Planer

Eine kompakte Auffrischung des Wissens über Technologien, Stolpersteine und Planungsschritte. Die Broschüre zeigt Ihnen die zentralen Überlegungen im Planungsprozess.



Massnahmen zur Senkung des Druckluftbedarfs

Eine Sammlung von spannenden technischen Details für Interessierte, die den Druckluftbedarf bei den Anwendungen senken wollen.



Bildquellen: 123rf (Seite 3 + 5)

EnergieSchweiz, Bundesamt für Energie BFE
Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen. Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 058 462 56 11, Fax 058 463 25 00

energieschweiz@bfe.admin.ch, www.energieschweiz.ch
Vertrieb: www.bundespublikationen.admin.ch
Artikelnummer: 805.330.D