# Betriebsoptimierungs-Massnahmen für Unternehmen: Druckluft

energieschweiz.ch

energieschweiz

# Inhaltsverzeichnis

**Druckluft**

Lecks im Druckluftnetz beseitigen .....3
Anlage ausschalten.....5
Druck senken .....7
Teilstränge abkoppeln ..... 9

# Druckluft-Lecks kosten sie wertvolles Geld

Auch gut unterhaltene Druckluftsysteme sind vor Leckagen nicht gefeit. Sie müssen jährlich kontrolliert und die Lecks beseitigt werden – spätestens aber dann, wenn der Kompressor in der Nacht «grundlos» anspringt, obwohl der Betrieb ruht.

## Massnahme

Das Druckluft-Leitungssystem jährlich auf Leckagen überprüfen. Lecks kennzeichnen und möglichst viele davon abdichten.

## Voraussetzung

Sie haben eine Druckluftanlage, die täglich mindestens 4 Stunden in Betrieb ist.

**In einem schlecht gewarteten Druckluftnetz gehen im Schnitt 40 Prozent der Luft über Leckagen verloren.**

## Vorgehen

### 1. Lecks aufspüren

- Überprüfen Sie mit dem Leckagensuchgerät die Leitungen, Anschlüsse und Anlagen systematisch. Die meisten Lecks finden Sie auf den letzten Metern bei den Endverbrauchern.
- Notieren Sie die gefundenen Leckagen in einem Leckage-Protokoll (im 4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage hat es ein Muster – siehe weiterführende Informationen).

### 2. Lecks beheben

Beseitigen Sie die ermittelten Lecks:

- Wenn möglich die Lecks sofort abdichten, z. B. durch Nachziehen von Verschraubungen.
- Lecks, die nicht sogleich beseitigt werden können, mit einer farbigen Etikette kennzeichnen. Den Ort des Lecks und das nötige Material zur Behebung notieren.
- Das nötige Material für die Leckbeseitigung bestellen.
- Wenn das Material geliefert wurde, die Lecks abdichten.

### 3. Jährlich wiederholen

Das Druckluftsystem muss im Jahrestakt auf Leckagen kontrolliert werden – denn es ist unvermeidlich, dass kontinuierlich neue Lecks entstehen.

## Kosten – Aufwand

- Eigener Arbeitsaufwand (Lecks detektieren, abdichten):
  - 1 Arbeitstag pro Jahr bei kleinen Anlagen
  - 3 bis 5 Arbeitstage pro Jahr bei grösseren Anlagen
- Leckprüfschaum: Dose ca. 20 Franken
- Leckagensuchgerät, Kaufpreis: ab 1000 Franken
- Leckagensuchgerät, Wochenmietpreis: ca. 150 Franken

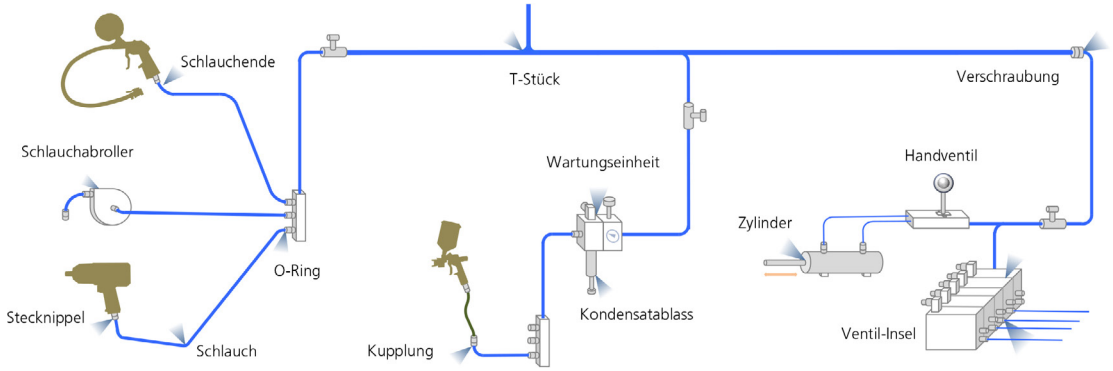
## Zu beachten

- Druckluft ist eine universell einsetzbare, aber auch eine sehr teure Energieform.
- Es ist schwierig, die Grösse von Lecks zu beziffern. Denn die Lautstärke der austretenden Luft (Leckgeräusch) sagt nichts darüber aus, wie viel Luft verloren geht.
- Es lohnt sich kaum Lecks abzudichten, die nur wenige Minuten im Tag wirken. Dazu gehören zum Beispiel defekte Dichtungen eines Türöffnungszylinders im offenen Zustand, wenn die Türe lediglich 15 Minuten am Tag offen steht.

# Ergänzende Erklärungen

## Typische Schwachpunkte

Die meisten Leckagen trifft man nahe an den Endverbrauchern. Hier lohnt es sich besonders, hinzuschauen:




## 100 Prozent dicht ist nicht immer möglich

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

## So beseitigen Sie die Leckagen

- Lockere Verschraubungen anziehen und alte, undichte Verschraubungen austauschen
- O-Ringe korrekt einbauen, beschädigte O-Ringe austauschen
- Lecke Kupplungen und Stecknippel austauschen
- Schlauchbriden anziehen oder austauschen
- Spröde, undichte Schläuche kürzen oder austauschen
- Undichte Ventile und Zylinder durch einen Fachmann reparieren oder austauschen lassen
- Bei lecken Elementen wie Wartungseinheiten die Dichtungen auswechseln oder die Einheit ganz austauschen

## Gehanfte Verbindungen

Leitungssysteme, bei denen die Rohrverbindungen mit Hanf abgedichtet sind, bergen ein besonders hohes Leckagenrisiko. Da die Hanfpaste mit der Zeit austrocknet, werden die Rohrverbindungen undicht. Undichte Verschraubungen können oft mit Teflonband abgedichtet werden. Prüfen Sie, ob sich ein sukzessiver Ersatz des gehanften Leitungssystems durch eine moderne, spaltfreie Verteilung auszahlt.

## So orten Sie Leckagen

**Mit dem Ohr:** Sind alle Verbraucher ausgeschaltet, dann hört man viele Lecks bereits von Ohr. Diese Methode funktioniert nicht in Betrieben mit Lärmemissionen, die 7/24h in Betrieb sind – und für Lecks ausserhalb des hörbaren Bereichs eignet sie sich auch nicht.

**Mit Prüfschaum:** Simple Methode für kleine Anlagen mit wenigen Endverbrauchern. Zudem ermöglicht der Prüfschaum die exakte Lokalisierung von Lecks, die sonst nicht genau zugeordnet werden können (z. B. bei Ventil-Inseln).

**Mit einem Ultraschallmessgerät:** Damit kann die Ortung während des Produktionsbetriebes durchgeführt werden, selbst in Produktionshallen mit sehr hohen Lärmemissionen. Modelle mit Schalltrichter bündeln die Schallwellen besser und die Lokalisierung wird genauer. Dank einem Kopfhörer werden die Lecks auch hörbar. Zudem gibt es Modelle, welche die Leckagerate in Liter/Minute beziffern und sogar das jährliche Einsparpotenzial in Franken berechnen.

## Weiterführende Informationen

- Leitfaden Druckluftoptimierung: Massnahmen und Tipps
- 4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage
- Plattform effiziente Druckluft

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

11.2021

# Druckluftanlage in der Nacht ausschalten – so sparen Sie Kosten im Schlaf

Wenn die Produktion nachts oder an Wochenenden ruht und kein Druckluftverbraucher versorgt werden muss, kann die ganze Druckluftanlage in dieser Zeit ausgeschaltet werden.

## Massnahme

Eine Anfahrautomatik schaltet die Druckluftanlage automatisch ab und wieder an. Beim Abschalten koppelt sie das Leitungsnetz mit einem elektrisch betriebenen Kugelhahnen ab und schaltet den Kompressor sowie den Trockner aus.

## Voraussetzung

Stellen Sie sicher, dass die Anlage keine Druckluftdauerverbraucher wie Lüftungsklappen, Membranpumpen, Schieber für Wasserleitungen etc. versorgen muss.

## Vorgehen

- Beschaffen Sie bei Ihrem Lieferanten eine Anfahrautomatik und einen Kugelhahnen, der mit einer Zeitschaltuhr steuerbar ist. Der Kugelhahnen sollte die gleiche Dimension aufweisen wie der Abgang der Druckluftleitung nach dem Trockner.
- Bauen Sie den Kugelhahnen nach dem Trockner ein.
- Lassen Sie die Anfahrautomatik durch den Lieferanten einbauen.
- Programmieren Sie die Anfahrautomatik so, dass sie
  - 30 Minuten nach Betriebsschluss mit dem Kugelhahnen das Leitungsnetz sowie den Kompressor und den Trockner ausschaltet.
  - 30 Minuten vor Betriebsbeginn den Trockner und den Kompressor einschaltet. Der Kugelhahnen wird so eingestellt, dass er 15 Minuten später langsam öffnet.

## Kosten – Aufwand

- Der Einbau einer Anfahrautomatik mit einem Kugelhahnen kostet je nach Anlagegrösse 2’000 bis 3’000 Franken.
- Die Amortisationszeit der Investition beträgt bei grossen Anlagen mit vielen Lecks 1 ½ Jahre. Bei kleinen Anlagen mit wenig Lecks ist die Amortisationszeit etwas länger.

## Zu beachten

- Die Steuerung braucht einen Handschalter, der eine einfache Inbetriebnahme der Druckluftanlage ausserhalb der programmierten Betriebszeiten ermöglicht.
- Wichtig: Es muss ein langsam öffnender Kugelhahnen eingesetzt werden. Magnetventile öffnen zu schnell und eignen sich daher nicht, um ganze Anlagen oder Teilstränge ab- und anzuschalten. Denn rasches Anschalten führt zu sogenannten Druckschlägen, die erhebliche Schäden anrichten können (zerfetzte Filter, Wasser im Druckluftnetz etc.).

# Ergänzende Erklärungen

## Manuelles Ein- und Ausschalten der Druckluftanlage

Die Druckluftanlage kann auch manuell aus- und wieder angeschaltet werden. Achten Sie aber darauf, dass beim manuellen Ein- und Ausschalten keine Fehler gemacht werden. Denn wenn der Kugelhahnen beim Einschalten aufgerissen statt langsam geöffnet wird, kann die Anlage Schaden nehmen. Die Filter können zerreissen, Wasser oder Öl können ins Leitungsnetz dringen und zu gravierenden Schäden an den Maschinen führen. Zudem zeigt die Erfahrung, dass das manuelle Ausschalten immer wieder vergessen geht. Die Druckluftanlage bleibt in Betrieb, obwohl keine Druckluftverbraucher aktiv sind.
Eine Anleitung zum manuellen Ein- und Ausschalten finden Sie im Leitfaden Druckluft-Optimierung von EnergieSchweiz.

## Schraubenkompressoren

Schraubenkompressoren müssen nach dem Ausschalten noch «nachlaufen» und dürfen darum nicht über den Netzanschluss ausgeschaltet werden. Die Aus- und Einschaltung muss über die interne Steuerung erfolgen und sollte durch eine Fachperson korrekt angeschlossen werden.

## Automatisches Trennen der Druckluftverteilung von der Erzeugung

95 % der Leckagen befinden sich im Druckluftnetz und bei den Druckluftverbrauchern. Nur 5 % der Leckagen gehen aufs Konto der Drucklufterzeugung (Kompressor, Aufbereitung). Wird die Druckluftverteilung von der Erzeugung getrennt, lässt sich ein Grossteil der Verluste vermeiden.
Eine etwas kostengünstigere Variante ist das Trennen der Druckluftverteilung von der Erzeugung. Dabei wird lediglich ein zeitgesteuerter Kugelhahnen nach der Aufbereitung eingebaut. Da die Druckluftaufbereitung in der Nacht weiterhin in Betrieb ist, spart man mit dieser Lösung etwas weniger Energie.
Im Leitfaden Druckluft-Optimierung von EnergieSchweiz ist diese Variante im Detail beschrieben.

## Weiterführende Informationen

- Kurzfilm: Energieeffizienz im Unternehmen Druckluft abschalten

- Leitfaden Druckluft-Optimierung, Informationen für den Druckluftverantwortlichen
- 4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage, Arbeitsinstrument für den Druckluftverantwortlichen
- Ratgeber Druckluft, Effizienzsteigerung in Druckluftsystemen

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

Bilder: zweiweg

09/2022

# Netzdruck optimieren

Ein zu hoher Druck im Druckluftnetz erhöht die Druckluft- und Energiekosten ohne zusätzlichen Nutzen. Zudem steigen die Leckverluste und die Druckluftwerkzeuge nutzen sich schneller ab.

## Massnahme

Den Netzdruck am Kompressor dem effektiven Bedarf anpassen.

## Voraussetzung

Liegt der Netzdruck unter 5 bar, gibt es kaum noch Optimierungsmöglichkeiten. Der Netzdruck sollte über 7 bar liegen, damit sich eine Optimierung des Netzdrucks (finanziell) lohnt.

## Vorgehen

- Lesen Sie am Kompressor den eingestellten Druck ab (z.B. 9 bar).
- Notieren Sie von jeder Anwendung (Maschine, Druckluftwerkzeug, Anlagen) den Betriebsdruck.
- Die Hauptanwendungen (90 % des Verbrauchs) bestimmen den notwendigen Nenndruck im Druckluftnetz (z.B. 6 bar). Der am Kompressor eingestellte Druck sollte gemäss einer Faustregel rund 1 bar höher eingestellt werden (z.B. 7 bar). So werden die Druckverluste in den Leitungen kompensiert.
- Für Anwendungen, die einen höheren Druck benötigen (9 bar), können Sie einen Druckverstärker oder Booster-Kompressor einbauen. Wenn der hohe Druck wegen zu kleinen Druckluftzylindern benötigt wird, könnte man diese auch durch Grössere ersetzen.
- Wenn grosse Verbraucher einen tieferen Druck benötigen (z.B. 2 bar) ein zweites Druckluftsystem prüfen..

## Kosten – Aufwand

- Ein um 1 bar zu hoher Druck im Leitungssystem erhöht die Energiekosten um 7 % – ohne jeden zusätzlichen Nutzen.

## Zu beachten

- Ein zu hoher Druck am Werkzeug senkt dessen Lebensdauer, erhöht den Verschleiss und die Betriebskosten.
- Die Optimierung des Netzdrucks bei komplexen Anlagen mit mehreren Kompressoren ist anspruchsvoll und erfordert Erfahrung. Im Zweifelsfall empfiehlt sich der Beizug einer Fachperson.
- Je höher der Druck, desto grösser sind auch die Leckageverluste. Weniger Druck reduziert daher automatisch die Leckageverluste.
- Oft hat man einen hohen Druck, weil man so mehr Reserveenergie im Druckluftspeicher hat. Benötigt man die Reserveenergie, kann man auch einen zusätzlichen grösseren Speicher installieren und dafür den Druck senken.

# Ergänzende Erklärungen

## Anschlusszubehör: Druckverluste minimieren

Wechseln Sie alte Schläuche für Verbraucher mit hohem Luftverbrauch konsequent und kontinuierlich durch moderne PU-Schläuche aus. Beachten Sie folgende Grundsätze:

- kurze, gerade Schläuche
- grosse Schlauch-Innendurchmesser
- Spiralschläuche nur für die letzten 3 bis 5 Meter vor dem Arbeitsort einsetzen
- keine ungenutzten Schlauchmeter im Schlauchabroller
- Kupplungen nach Euro-Norm mit 7,2 mm Durchmesser, anstelle solcher mit Schweizer-Norm und nur 5,5 mm Durchmesser.

Weitere Informationen finden Sie im Leitfaden Druckluft-Optimierung von EnergieSchweiz.

Spiralschläuche nur für die letzten Meter einsetzen.

## Blasdüsen mit hohem Druck

Bei Blasdüsen, die einen hohen Druck verlangen, sollten Sie prüfen, ob eine Düse mit einem grösseren Durchmesser und einem tieferen Druck eingesetzt werden könnte.

## Einbindung der Werkstatt prüfen

Fast jede Werkstatt nutzt Druckluft. Ein Werkstück wird lackiert, an der Drehbank werden die Späne weggeblasen, die Pneus des Firmentransporters werden gefüllt oder die Filtermatten aus der Lüftungsanlage abgeblasen. Dafür wird die Werkstatt der Einfachheit halber oft direkt ans bestehende Druckluftnetz der Produktion angeschlossen.

In der Praxis treffen die Experten aber immer wieder auf Anlagen, die nur für den Bedarf der Werkstatt mit einem Druck von 6,3 bar (oder höher) eingestellt sind, obwohl die Produktionsanlage mit 4,9 bar problemlos arbeiten könnte. Der um 2 bar «zu hohe» Druck verursacht Mehrkosten bei der Energie von 14 % und bei einer hohen Leckrate noch mehr.

Prüfen Sie daher, ob die Werkstatt wirklich am Druckluftnetz angeschlossen werden muss. Oft ist ein dezentraler Kleinkompressor für die Werkstatt eine viel sinnvollere Lösung.

## Weiterführende Informationen

- Kurzfilm: Energieeffizienz im Unternehmen: Volle Leistung am Druckluftwerkzeug

- Leitfaden Druckluft-Optimierung, Informationen für den Druckluftverantwortlichen
- 4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage, Arbeitsinstrument für den Druckluftverantwortlichen
- Ratgeber Druckluft, Effizienzsteigerung in Druckluftsystemen

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

Bilder: Rolf Gloor / zweiweg

09/2022

# Schalten Sie Teilstränge in der Nacht und am Wochenende aus und sparen Sie Kosten

95 % der Leckagen treten im Leitungsnetz auf. Es lohnt sich also, Teilstränge ohne Dauerverbraucher nachts und an Wochenenden, wenn die Produktion ruht, vom Druckluftnetz abzukoppeln.

## Massnahme

Koppeln Sie ganze Teilsträngen und Maschinen von der Drucklufterzeugung ab, wenn keine Druckluft benötigt wird.

## Voraussetzung

Es muss sichergestellt sein, dass in den Teilsträngen keine Druckluftdauerverbraucher wie Lüftungsklappen, Membranpumpen, Schieber für Wasserleitungen etc. eingebunden sind.

## Vorgehen

- Suchen Sie in Ihrer Druckluftverteilung nach Teilsträngen, in denen nach Betriebsschluss keine Druckluft benötigt wird.
- Beschaffen Sie bei Ihrem Lieferanten einen Kugelhahnen, der mit einer Zeitschaltuhr steuerbar ist. Der Kugelhahnen sollte die gleiche Dimension aufweisen, wie die Druckluftleitung an der Stelle, wo er eingebaut wird.
- Programmieren Sie die Schaltuhr so, dass sie den Kugelhahnen 30 Minuten nach Betriebsschluss schliesst und 30 Minuten vor Betriebsbeginn wieder öffnet.

## Kosten – Aufwand

- Einen elektrischen Kugelhahnen mit einer Zeitschaltuhr gibt es beim Lieferanten ab 350 Franken. Dazu kommen noch die Kosten für den Einbau.
- Die Amortisationszeit der Investition ist abhängig von der Grösse der Anlage und den Leckagen. Erfahrungswerte zeigen, dass sich die Investition in rund einem Jahr auszahlt.

## Zu beachten

- Wenn Sie mit dieser Lösung das ganze Druckluftnetz abkoppeln wollen, bauen Sie den Kugelhahnen dort ein, wo die Druckluftleitung den Kompressorraum verlässt.
- Wichtig: Es muss ein langsam öffnender Kugelhahnen eingesetzt werden. Magnetventile eignen sich nicht, da sie zu schnell öffnen. Dies führt zu sogenannten Druckschlägen, die erhebliche Schäden anrichten können (zerfetzte Filter, Wasser oder Öl im Leitungsnetz).

# Ergänzende Erklärungen

## Maschinen mit einem Magnetventil vom Druckluftnetz abkoppeln

Viele Maschinen arbeiten mit ungesteuerten Druckluft-Dauerverbrauchern und haben Leckagen. Diese beziehen Druckluft, auch wenn die Maschine stillsteht.
Daher kann die Maschine in den meisten Fällen von der Druckluftversorgung abgekoppelt werden, wenn sie nicht in Betrieb ist. Dazu wird vor der Maschine ein Magnetventil in die Druckluftzuleitung eingebaut. Das Ventil öffnet, sobald die Maschine in Betrieb ist und schliesst, wenn die Maschine abgestellt wird. Im Zweifelsfall erkundigen Sie sich beim Maschienenlieferanten, ob die Maschine ausserhalb der Betriebszeiten abgekoppelt werden kann.
Im Leitfaden Druckluft-Optimierung von EnergieSchweiz finden Sie weitere Informationen dazu.

Magnetventil koppelt Maschine automatisch vom Druckluftnetz ab.

## Manuelles Ein- und Ausschalten von Teilsträngen oder der ganzen Druckluftanlage

Einzelne Teilstränge oder die ganze Druckluftanlage können auch manuell aus- und wieder eingeschaltet werden.
Achten Sie aber darauf, dass beim manuellen Ein- und Ausschalten keine Fehler gemacht werden. Denn wenn der Kugelhahnen beim Einschalten aufgerissen statt langsam geöffnet wird, kann die Anlage Schaden nehmen. Die Filter können zerreissen, Wasser oder Öl können ins Leitungsnetz dringen und zu gravierenden Schäden an den Maschinen führen.
Zudem zeigt die Erfahrung, dass das manuelle Ausschalten immer wieder vergessen geht. Die Druckluftanlage bleibt in Betreib, obwohl keine Druckluftverbraucher aktiv sind.
Eine Anleitung zum manuellen Ein- und Ausschalten finden Sie im Leitfaden Druckluft-Optimierung von EnergieSchweiz.

## Weiterführende Informationen

- Kurzfilm: Energieeffizienz im Unternehmen: Druckluft abschalten

- Leitfaden Druckluft-Optimierung, Informationen für den Druckluftverantwortlichen
- 4-Schritte-Check zur Optimierung der Druckluftanlage, Arbeitsinstrument für den Druckluftverantwortlichen
- Ratgeber Druckluft, Effizienzsteigerung in Druckluftsystemen

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch
energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

Bilder: Rolf Gloor / zweiweg

09/2022

EnergieSchweiz
Bundesamt für Energie BFE
Pulverstrasse 13
CH-3063 Ittigen
Postadresse: CH-3003 Bern

Infoline 0848 444 444
infoline.energieschweiz.ch

energieschweiz.ch
energieschweiz@bfe.admin.ch
twitter.com/energieschweiz

02.2023