

# Service-Paket Druckluft: kleine und mittlere Anlagen

Arbeitsinstrument für den Druckluft-Anbieter



Bei der Erzeugung von Druckluft bieten sich beachtliche Chancen zur Senkung der Energiekosten. Die Kontrolle und Wartung des gesamten Druckluftsystems durch einen Fachmann hilft Energiespar-Potenziale zu erkennen und zu realisieren. Sie mindert das Risiko von ungeplanten Störungen des Betriebs und erhöht die Wirtschaftlichkeit der Anlage. Mit dem Servicepaket Druckluftoptimierung von EnergieSchweiz bieten wir Ihnen die ideale Lösung, um Ihr Druckluftsystem kostengünstig und zuverlässig zu optimieren.

Kunde

Adresse

Anlage

Ansprechpartner

Telefon

Firmenstempel Anbieter

Datum, Unterschrift

## 1. Aufnahme technische Daten

- Die technischen Daten der wichtigsten Komponenten wurden zusammengestellt.

### Ergebnis

#### 1.1 Kompressoren

Hersteller				
Typ				
Baujahr				
Verdichtungsart				
Steuerungsart				
Kühlung				
Leistungsangaben Lastlauf				
Leistungsangaben Leerlauf				

Leistungsangaben gemäss DIN ISO 1217 Anhang C bei aktuellem Betriebsdruck. Leistungsangaben bei drehzahlgeregelten Anlagen für die minimale und die maximale Liefermenge.

#### 1.2 Trocknungssystem

Hersteller				
Typ				
eingestellter Drucktaupunkt DTP				
Regenerierungsart				

#### 1.3 Kondensatableiter

Typ				
Standort				

#### 1.4 Filter

Hersteller				
Typ				

#### 1.5 Kondensataufbereitung

Art				
-----	--	--	--	--

#### 1.6 Übergeordnete Steuerung

vorhanden	<input type="checkbox"/> ja	<input type="checkbox"/> nein		
evt. Typ				

### Empfehlung

---



---

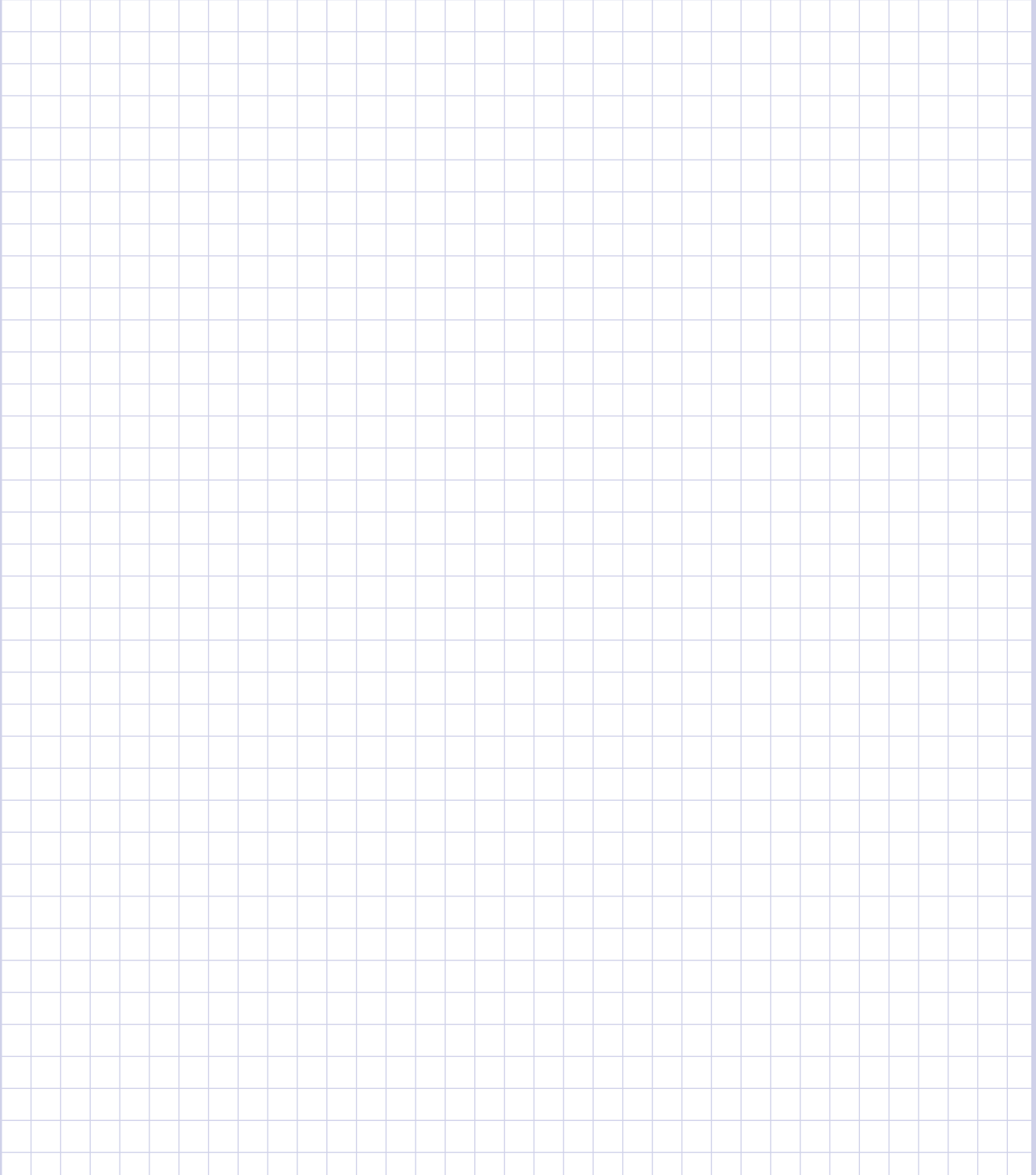


---

## 2. R-I-Schema

- Von den Komponenten der Zentrale (Kompressoren, Aufbereitung, Kondensatableiter, Kondensataufbereitung, Speicher, Steuerungen und den entsprechenden Leitungen) wurde ein R-I-Schema erstellt.

### Ergebnis



### Empfehlung

---

---

---

### 3. Analyse Kompressoren-Auslastung

- Die Auslastung der Kompressoren wurde mit dem Stoppuhr-Verfahren oder mittels Auswertung der Betriebs- und Laststunden analysiert (siehe Detail-Informationen, Punkt 1).

#### Ergebnis

##### 3.1 Stoppuhr-Verfahren (Variante 1)

Kompressor	1:	2:	3:
Messdauer (Min.)	_____	_____	_____
Lastzeit (Min.)	_____	_____	_____
Auslastung (%) [Lastzeit / Messdauer]	_____	_____	_____

##### 3.2 Auswertung Betriebs- und Laststunden (Variante 2)

Tag A: Stand Betriebsstundenzähler (h)	_____	_____	_____
Stand Laststundenzähler (h)	_____	_____	_____
Tag B: Stand Betriebsstundenzähler (h)	_____	_____	_____
Stand Laststundenzähler (h)	_____	_____	_____
Lastanteil (%)	_____	_____	_____

#### Empfehlung

---

### 4. Analyse Versorgungssicherheit

- Die Anforderungen an die Versorgungssicherheit wurden qualitativ abgeklärt (siehe Detail-Informationen, Punkt 2).

#### Ergebnis

##### 4.1 Soll-Zustand: Welche Bereiche des Betriebs dürfen bei einem Teilausfall der Druckluftanlage stillstehen?

- alle
  mehrere Bereiche
  einzelne Bereiche
  keine

##### 4.2 Ist-Zustand 1: Welche Auswirkungen hat der Ausfall des grössten Kompressors auf den Betrieb?

- alles steht still
  mehrere Bereiche stehen still
  einzelne Bereiche stehen still
  keine

##### 4.3 Ist-Zustand 2: Welche Auswirkungen hat der Ausfall der grössten Aufbereitungseinheit auf den Betrieb?

- alles steht still
  mehrere Bereiche stehen still
  einzelne Bereiche stehen still
  keine

#### Empfehlung

---

### 5. Messung Druckniveau

- Das Druckniveau wurde an drei definierten Stellen im System gemessen (siehe Detail-Informationen, Punkt 3).

Ergebnis	Messort	vor der Aufbereitung	nach der Aufbereitung	vor einem entfernten Verbraucher
Mindestdruck (Soll-Wert)	[bar]	_____	_____	_____
Minimalwert $p_{\min.}$	[bar]	_____	_____	_____
Maximalwert $p_{\max.}$	[bar]	_____	_____	_____
Betriebsdruck $p_{\text{Betrieb}}=(p_{\max.}+p_{\min.})/2$	[bar]	_____	_____	_____
Druckband $\Delta p=(p_{\max.} - p_{\min.})$	[bar]	_____	_____	_____

#### Empfehlung

---

## 6. Anforderungen an die Druckluftqualität

- Die Anforderungen an die Druckluftqualität wurden mit dem Druckluftverantwortlichen besprochen und mit der Qualität der bestehenden Aufbereitung verglichen (Variante A). Oder: Da die Anforderungen nicht bekannt sind, wurde gemeinsam mit dem Druckluftverantwortlichen ein Indikatoren-Test durchgeführt (Variante B; siehe Detail-Informationen, Punkt 4).

### Ergebnis

6.1 Der Betrieb kennt die Anforderungen an die Reinheitsklassen (Variante A, siehe [www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch), Tool).

		Anforderungen aus Betrieb/Produktion (Soll-Zustand)	Erreichbare Druckluft- qualität mit vorhandener Aufbereitung (Ist-Zustand)
Feste Verunreinigung	Klasse	_____	_____
Feuchtigkeit/Drucktaupunkt	Klasse	_____	_____
Gesamtölgehalt	Klasse	_____	_____

6.2 Der Betrieb kennt die Anforderungen an die Reinheitsklassen nicht (Variante B, Indikatoren-Test).

Produktion	<input type="checkbox"/> keine Probleme (Ausschuss)	<input type="checkbox"/> Probleme beobachtet
Werkzeug	<input type="checkbox"/> kein übermäßiger Verschleiss	<input type="checkbox"/> übermäßigen Verschleiss beobachtet
Blatt-Test	<input type="checkbox"/> keine Rückstände	<input type="checkbox"/> Öl <input type="checkbox"/> Wasser <input type="checkbox"/> Partikel auf dem Blatt
Filter	letzter Filterwechsel: _____	<input type="checkbox"/> Datum nicht bekannt

### Empfehlung

Messung durchführen

- Partikelgehalt  Feuchtigkeit/Drucktaupunkt  Gesamtölgehalt
- Detail-Überprüfung der bestehenden Aufbereitung
- Filter regelmässig wechseln (siehe Seite 6, Anlagen-Optimierung, 3-Schritte-Check)

## 7. Überprüfung Nachtabschaltung

- Die Möglichkeiten einer Nachtabschaltung der Druckluftanlage wurden mit dem Druckluftverantwortlichen besprochen.

Ergebnis		Gesamte Anlage	Teilstrang	nicht möglich, weil
Nacht	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wochenende	von _____ bis _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Empfehlung

- Anlage zu obigen Zeiten manuell abschalten (Leitfaden Druckluft-Optimierung, Seite 4)
- Nachrüsten mit Ein- und Ausschaltautomatik (Leitfaden Druckluft-Optimierung, Seiten 4 und 7)
- Nachrüsten mit einem Kugelhahnen, der das Leitungsnetz mit einer Schaltuhr nach der Aufbereitung abkoppelt (siehe Seite 6, Anlagen-Optimierung, Leitfaden Druckluft-Optimierung, Seiten 4 und 7)

## 8. Leckagenortung mit Sofortmassnahmen

- Die Anlage wurde auf Leckagen untersucht. Die identifizierten Leckagestellen sind gut sichtbar markiert und im Leckagen-Protokoll aufgelistet. Wo möglich, wurden die Lecks bereits mit Sofortmassnahmen abgedichtet (siehe Detail-Informationen zu den Mess- und Analysemethoden, Punkt 5).

**Ergebnis** (siehe auch separates Leckagen-Protokoll)

_____	Anzahl identifizierte Leckagen	_____
_____	Anzahl der Leckagen, die bei Check mit Sofortmassnahmen behoben werden konnten	_____
_____	Anzahl Leckagen, die umgehend abgedichtet werden sollten	_____

### Empfehlung

# Leckagen-Protokoll

Nr.	Raum/Halle	Lage, Ort	Behebung möglich			Bemerkung (Material für Reparatur)	Handlungsbedarf			Behoben am  Datum
			im Betrieb	bei ausgeschalteter Maschine	bei Betriebsruhe		hoch	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"/>	
			<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"/>	

(Bei Bedarf leere Seite kopieren, ausfüllen und diese dem Dokument beilegen)

# Detail-Informationen zu den Mess- und Analysemethoden

## 1. Analyse Auslastung Kompressoren

Bei **Anlagen ohne Laststundenzähler**: Der Druckluftverbrauch wird mithilfe einer Betriebs-Laststundenanalyse erhoben. Die Laststunden werden mit einer Stoppuhr während 15 Minuten gemessen und ihr Anteil an der Betriebszeit in Prozent ermittelt (Stoppuhr-Verfahren). Die Auslastung errechnet sich aus:  $\text{Lastzeit} / \text{Messdauer} \times 100$  (gleichzeitige Messung aller Kompressoren erforderlich).

Bei **Anlagen mit Laststundenzähler**: Die Betriebs- und Laststunden an zwei Tagen (Tag A + Tag B ideal 7 Tage später) ablesen. Sind nicht zwei Ablesungen möglich, beim Tag A den Wert 0 einsetzen und beim Tag B die totalen Stunden seit der Inbetriebsetzung. Die Lastwerte werden ins Verhältnis gesetzt zu den Betriebsstunden. Die Auslastung errechnet sich aus:  $\text{Stand Laststunden-Zähler (Tag B - Tag A)} / \text{Stand Betriebsstunden-Zähler (Tag B - Tag A)} \times 100$ .

**Empfehlung**: Anhand der Auslastung kann der Fachmann den Handlungsbedarf feststellen und Massnahmen vorschlagen. Als Faustformel gilt: Liegt die Auslastung

- unter 50 % = dringender Handlungsbedarf
- bei 50 – 80 % = Handlungsbedarf
- zwischen 80 und 90 % = kein Handlungsbedarf (gut)

## 2. Analyse Versorgungssicherheit

Die Anforderungen an die Versorgungssicherheit der Druckluftanlage gemeinsam mit dem Betreiber aufnehmen (Soll-Situation). Klären Sie ab, welche Bereiche des Betriebs bei einem Teilausfall der Druckluftanlage stillstehen dürfen (z.B. Kompressorausfall). Diskutieren Sie dabei, welche finanziellen Auswirkungen (Schaden) ein Ausfall für den Betrieb zur Folge hätte. Analysieren Sie anschliessend, welche Auswirkungen der Ausfall einer bestehenden Komponente (Kompressor, Trockner) hat und wie viele Bereiche im Betrieb stillstehen würden (Ist-Situation).

**Empfehlung**: Sind die Soll-Anforderungen an die Versorgungssicherheit höher als der Ist-Zustand, so sollte ein Vorschlag erarbeitet werden, wie die Versorgungssicherheit entsprechend verbessert werden kann.

## 3. Messung Druckniveau

Bei der Analyse des Druckniveaus wird der FlieSSdruck (Druckmessung bei gleichzeitigem Betrieb der Druckluftverbraucher) an folgenden Stellen erfasst:

- der eingestellte Einschalt- und Ausschalt-Druck an den Kompressoren bzw. der Steuerung
- nach der Aufbereitung
- der Betriebsdruck vor einem grossen, entfernt liegenden Verbrauchern (Schlechtpunkt im System)

An diesen drei Stellen sind der Minimal- und der Maximalwert zu ermitteln. Die Messdauer beträgt mindestens eine Minute. Die Messgenauigkeit muss ein Zehntel bar oder genauer betragen. Der Mittelwert aus Minimal- und Maximalwert ergibt den

Betriebsdruck. Die Differenz zwischen Maximal- und Minimaldruck ergibt das Druckband.

**Empfehlung**: Liegt der Mindestdruck 0,2 bar oder mehr über oder unter dem Sollwert des Werkzeugs/der Maschine, muss das Druckniveau genauer untersucht werden. Beträgt das Druckband mehr als 1 bar, wird eine Prüfung der möglichen Ursache empfohlen.

## 4. Anforderungen an die Druckluftqualität

Bei Unternehmen, die die Anforderungen an die Druckluftqualität kennen: Die geforderten Reinheitsklassen bezüglich fester Verunreinigung, Feuchtigkeit und Gesamtölgehalt werden gemäss den Klassen der ISO 8573-1 (2010) erfasst. Sie werden verglichen mit der Qualität, die mit der bestehenden Aufbereitung erzeugt wird (siehe Infoblatt Aufbereitung, [www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch)).

Bei Unternehmen, die die Anforderungen an ihre Druckluftqualität nicht kennen: Folgende Indikatoren geben Hinweise darauf, ob die Druckluftqualität den Anforderungen entspricht.

- erhöhter Ausschuss bei der Produktion (z. B. Öleinschlüsse in Farben)
- überdurchschnittliche Abnutzung der Werkzeuge
- ein mit Druckluft angeblasenes Papier weist Öl-, Wasser- oder Partikelrückstände auf
- Datum des letzten Filterwechsels

**Empfehlung**: Ist einer der ersten vier Indikatoren positiv, empfiehlt sich eine genauere Analyse der Druckluftqualität. Der Filter sollte mindestens 1-mal pro Jahr gewechselt werden (siehe [www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch), Optimierung).

## 5. Leckageortung mit Sofortmassnahmen

Bei Anlagen mit einer Ausdehnung von maximal 120m<sup>2</sup> bei einer maximalen Höhe von 2,5m: Alle Endverbraucher, alle Anschlüsse und Kupplungen sowie das gesamte Leitungsnetz werden auf Leckagen überprüft.

Bei Anlagen mit einer Ausdehnung von mehr als 120m<sup>2</sup> und/oder einer Höhe von mehr als 2,5m: Alle Endverbraucher, alle Anschlüsse, der Kompressor, der Trockner sowie die Hauptleitung werden so weit als möglich auf Leckagen überprüft.

Die identifizierten Leckagen werden im Leckagen-Protokoll aufgelistet und nummeriert. In der Anlage sind die Lecks mit gut sichtbaren, ca. 5 cm grossen Klebern und der Nummer aus dem Protokoll markiert.

Leckagen, die mit Sofortmassnahmen abgedichtet werden können, werden vor Ort behoben. Sofortmassnahmen sind alle Massnahmen, deren Behebung keine Ersatzteile/kein Material erfordert. Insbesondere sind dies: undichte Verschraubungen anziehen, Brieden anziehen, spröde, undichte Schläuche kürzen.

**Empfehlung**: Die grössten Lecks umgehend, alle weiteren innerhalb eines Monats durch den eigenen Betrieb oder durch einen externen Fachmann abdichten lassen.

# Kampagne effiziente Druckluft www.druckluft.ch

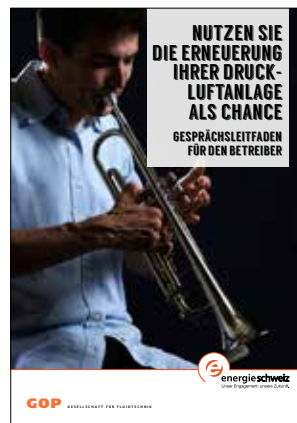
Die Kampagne effiziente Druckluft ist eine gemeinsame Aktion des Bundesamts für Energie BFE und führender Unternehmen der Druckluftbranche – getragen wird sie ausserdem von der Gesellschaft für Fluidtechnik GOP. Auf der Webseite [www.druckluft.ch](http://www.druckluft.ch) erhalten Betreiber und Druckluftfachleute umfassende Informationen rund um das Thema Druckluft und Energie.

## Sie wollen Ihre Druckluftanlage optimieren



Das Werkzeug zeigt, wie ein Optimierungsprojekt anzupacken ist. Mit dem 3-Schritte-Check kann der Druckluft-Verantwortliche seine Anlage systematisch analysieren. Und der Druckluft-Leitfaden gibt konkrete Tipps für Optimierungen, die sich rasch rechnen.

## Sie wollen Ihre Druckluftanlage erneuern oder erweitern



Dieser Gesprächsleitfaden führt die Betreiber bei einer Anlagen-Erneuerung gezielt und sicher zu einem kosten- und energieeffizienten Resultat.

## Sie wollen eine neue Druckluftanlage bauen



Der Wegweiser für die Anlagen-Neubeschaffung enthält eine detaillierte Checkliste, die dem Planer die wichtigsten Punkte aufzeigt, die er während der verschiedenen Phasen berücksichtigen muss.

## Sie wollen Ihre Druckluftanlage analysieren lassen



Mit dem Leistungsnachweis erhalten die Betreiber eine Analyse der Optimierungspotenziale ihrer Druckluftanlage und Informationen darüber, welche konkreten Massnahmen sie ergreifen können.

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](mailto:energieschweiz@bfe.admin.ch), [www.energieschweiz.ch](http://www.energieschweiz.ch)  
Vertrieb: [www.bundespublikationen.admin.ch](http://www.bundespublikationen.admin.ch)  
Artikelnummer 805.130 d

