

Druckluftaufbereitung

Warum Druckluftaufbereitung?

Eine sachgerechte Druckluftaufbereitung hilft Störungen an pneumatischen Komponenten zu vermeiden. Sie erhöht die Lebensdauer der Komponenten und verringert Maschinenausfall und Stillstandzeiten. Die Prozesssicherheit wird erhöht. Die Druckluft enthält Verunreinigungen in Form von

- Partikeln,
- Wasser und
- Öl.

Wasser und Öl kann dabei sowohl in flüssiger als auch in gasförmiger Form vorliegen bzw. innerhalb des Druckluftnetzes von der einen in die andere Form übergehen.

Alle drei Verunreinigungen liegen in einem realen Druckluftnetz nicht in Reinform vor sondern bilden ein Gemisch. Dieses Gemisch kann an verschiedenen Punkten im Netz zu unterschiedlichen Zeitpunkten stark variieren. So kann sich in Stichleitungen z. B. Wasser sammeln

oder Partikel können sich über längere Zeit in einem Totraum ablagern und dann durch einen Druckstoß auf einen Schlag weitergerissen werden.

Schlecht aufbereitete Druckluft führt zu Störungen wie:

- Schneller Verschleiß von Dichtungen
- Verölte Ventile im Steuerteil
- Verschmutzte Schalldämpfer

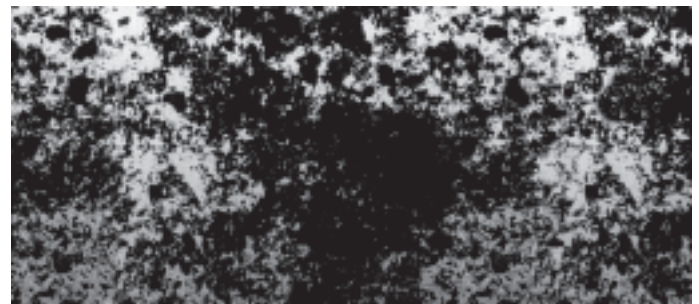
Mögliche Auswirkungen für Anwender und Maschine:

- Geringere Maschinenverfügbarkeit
- Höhere Energiekosten durch Leckage
- Höherer Wartungsaufwand
- Geringere Lebensdauer der Komponenten und Systeme

Partikel

Partikel in der Druckluft treten üblicherweise in Form von Stäuben (Ruß, Abrieb, Korrosionsprodukte) auf. Über das Druckluftnetz können gelegentlich auch Metallspäne, z. B. aus Umbauarbeiten, oder Reste von Dichtmitteln, wie z. B. PTFE-Band, in

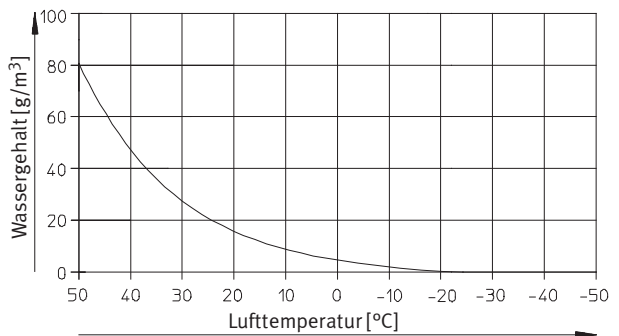
die Druckluft geraten. Nach ISO 8573-1:2010 werden die Partikel in Feinstäube: Größe 0,1 ... 5 µm und Grobstäube: Größe > 5 µm klassifiziert.



Wassergehalt der Luft

Der maximale Wassergehalt der Luft (100% relative Luftfeuchtigkeit) ist temperaturabhängig. Pro Volumeneinheit (in m³) kann die Luft nur eine bestimmte Wassermenge (in g) aufnehmen, egal welchen Druck sie besitzt. Je wärmer die Luft ist, desto mehr Wasser kann sie aufnehmen. Überschüssige Feuchtigkeit kondensiert aus.

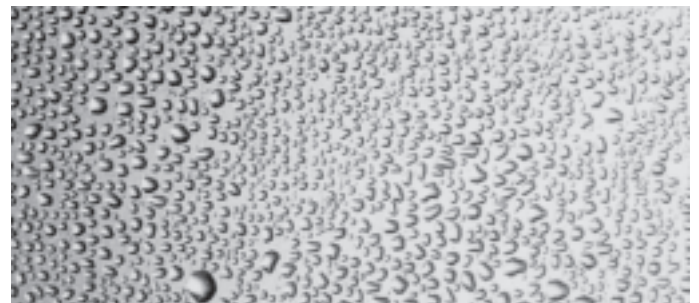
Sinkt die Lufttemperatur z. B. von 20 °C auf 3 °C, reduziert sich der maximale Wassergehalt der Druckluft von 18 g/m³ auf 6 g/m³. Die Druckluft kann also nur noch ca. ein Drittel Wasser aufnehmen. Der Rest (12 g/m³) fällt als Tropfen (Tau) aus und muss, soll er keine Störungen verursachen, abgeführt werden.



Wasserkondensation

Wasser ist als natürliche Luftfeuchtigkeit immer in der Luft vorhanden. Wasser wird beim Abkühlen der Druckluft in größeren Mengen frei.

Trocknung hilft Korrosionsschäden im Druckluftnetz und Funktionsstörungen bei den angeschlossenen Verbrauchern zu vermeiden.

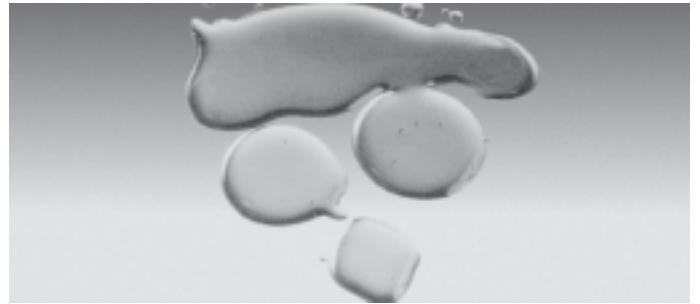


Druckluftaufbereitung

Ölverunreinigung

Auch bei ölfrei arbeitenden Verdichtern sorgen Ölaerosole in der angesaugten Atmosphäre für eine entsprechende Restölbelastung. Dieses

Öl ist aber zur Schmierung von Antrieben ungeeignet und kann sogar empfindliche Teile verstopfen.



Wie sauber muss Druckluft sein?

Die Anforderungen geben die Druckluftqualität vor

Die Antwort ist ganz einfach: Die Druckluft muss immer so sauber sein, dass sie keine Störung verursacht oder Beschädigungen hervorruft.

Da jeder Filter auch einen Durchflusswiderstand darstellt, sollte die Druckluft aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch immer nur so sauber wie nötig sein.

Die breite Anwendungspalette von Druckluft stellt somit die unterschiedlichsten Ansprüche an die Druckluftqualität. Ist eine hohe Druckluftqualität gefordert, sollte in

mehreren Stufen gefiltert werden → Seite 6. Würde man sich nur mit einem „feinen“ Filter begnügen, wäre dieser in kurzer Zeit zugesetzt.

Dimensionierung

Hinweis

Geräte am Eingang einer Luftteilung/Luftverteilung sollten hohe Durchflusswerte aufweisen, da sie den Gesamtluftbedarf zur Verfügung stellen müssen.

Weitere Informationen → www.festo.com/catalogue/ Druckluftaufbereitung

Die Dimensionierung der Wartungsgeräte ist vom Luftverbrauch der Anlage abhängig. Unterdimensionierung führt zu Druckschwankungen und zu verkürzten Filterstandzeiten. Aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten

sollten hohe Luftqualitäten nur dort eingesetzt werden, wo sie auch wirklich benötigt werden. Abzweigmodule zwischen den einzelnen Filterstufen erlauben den Abgriff unterschiedlicher Luftqualitäten.

Funktion von Wartungsgeräten

Druckluft-Filter reinigen die Luft von festen Bestandteilen und Feuchtigkeitströpfchen. Partikel > 40 ... 5 µm (je nach Filterfeinheit) werden durch einen Sinterfilter zurückgehalten. Flüssigkeiten werden mit Hilfe der Zentrifugalkraft abgeschieden. Das in der Filterschale angesammelte Kondensat muss von Zeit zu Zeit entleert werden, da es sonst durch die Luft mitgerissen wird.

Verschiedene Branchen benötigen sehr oft feinstgefilterte Luft. Dazu werden Fein- und Feinstfilter eingesetzt. Feinfilter dienen zur Vorfiltrierung mit 1 µm.

Feinstfilter reinigen die Steuerluft nahezu restlos von den noch in der Druckluft enthaltenen kleinsten Wasser- und Öltröpfchen sowie Schmutzpartikeln. Dabei wird die

Druckluft zu 99,999% bezogen auf 0,01 µm ausgefiltert.

Das Druckregelventil hält den Arbeitsdruck (Sekundär-Seite) weitgehend konstant, unabhängig von Druckschwankungen im Netz (Primär-Seite) und vom Luftverbrauch. Der Eingangsdruck muss immer höher sein als der Arbeitsdruck.

Der Druckluft-Öler hat die Aufgabe, wenn notwendig, Pneumatik-elemente ausreichend mit Schmiermittel zu versorgen. Das Öl wird aus dem Vorratsbehälter angesaugt und durch Berührung mit der strömenden Luft zerstäubt. Der Öler beginnt erst dann zu arbeiten, wenn eine genügend große Strömung vorhanden ist.

Druckluftaufbereitung

Geölte Druckluft

Bei geölter Druckluft sind folgende Hinweise zu beachten:

- Verwenden Sie das Spezialöl OFSW-32 von Festo oder die im Katalog aufgeführten Alternativen (entsprechend DIN 51524-HLP 32, Viskosität 32 cSt bei 40 °C).
- Bei geölter Druckluft darf die Zusatzölung 25 mg/m³ nicht überschreiten (ISO 8573-1:2010). Die nach dem Kompressor aufbereitete Druckluft muss der Qualität ungeölter Druckluft entsprechen.
- Der Betrieb mit geölter Druckluft führt zum „Auswaschen“ der für den ölfreien Betrieb notwendigen Lebensdauerschmierung. Dies

kann zu Funktionsstörungen führen, wenn nach geöltem Betrieb wieder auf ungeölten Betrieb umgestellt wird.

- Die Öler sollten, wenn möglich, immer nur direkt vor den verbrauchenden Zylinder installiert werden und nicht die gesamte Anlage mit geölter Luft gefahren werden.
- Nie die Anlage überölen! Für den Nachweis der richtigen Ölereinstellung kann folgend beschriebener „Ölbildtest“ durchgeführt werden: An der Abluftbohrung (ohne Schalldämpfer) eines Arbeitsventils des am weitesten entfernten Zylinders wird im Abstand von

10 cm ein Stück weißer Karton gehalten. Lässt man die Anlage einige Zeit durchtasten, so darf sich auf dem Karton nur eine leichte gelbliche Färbung zeigen. Abtropfendes Öl ist ein deutlicher Beweis für eine Überölung.

- Ein weiteres Indiz für Überölung ist die Färbung bzw. Zustand der Abluftschalldämpfung. Eine deutliche Gelbfärbung und Öltropfen signalisieren eine zu starke Ölereinstellung.
- Unsaubere oder falsch geölte Druckluft verkürzt die Lebensdauer der Pneumatiketelemente.

- Wartungseinheiten sind bezüglich der Kondensat- und Ölereinstellung mindestens zweimal pro Woche zu kontrollieren. Dies sollte in den Wartungsplan der Maschine mit aufgenommen werden.
- Aus Gründen des Umweltschutzes sollte versucht werden, ohne zusätzliche Schmierung auszukommen. Festo Pneumatik Ventile und Zylinder sind so konstruiert, dass sie bei den zugelassenen Einsatzbedingungen keine zusätzliche Schmierung benötigen und trotzdem eine hohe Lebensdauer garantiert ist.

Ölgehalt

Hier muss zwischen Restöl bei ungeöltem Betrieb und Zusatzöl bei geöltem Betrieb unterschieden werden.

Ungeölter Betrieb:

Untersuchungen über Restölgehalte in der Druckluft haben gezeigt, dass die unterschiedlichen Ölsorten zu völlig verschiedenen Auswirkungen führen. Aus diesem Grund muss bei der Bewertung des Restölgehaltes unterschieden werden in:

- Bioöle: Öle, die auf Basis synthetischer Ester oder nativer Ester (z. B. Rapsölmethylester) aufgebaut sind. Hier darf der Restölgehalt von maximal 0,1 mg/m³ nicht überschritten werden. Dies entspricht ISO 8573-1:2010 Klasse 2 → www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung. Größere Ölmengen führen bei O-Ringen, Dichtungen und

anderen Teilen (z. B. Filterschalen) von Geräten pneumatischer Einrichtungen zu Schäden, die einen frühzeitigen Ausfall der Produkte zur Folge haben können.

- Mineralöle (z. B. Öle HLP nach DIN 51524 Teil 2) oder entsprechende Öle auf Basis von Polyalphaolefinen PAO. Hier darf der Restölgehalt von max. 5 mg/m³ nicht überschritten werden. Dies ent-

spricht ISO 8573-1:2010 Klasse 4 → www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung. Ein höherer Restölgehalt kann unabhängig vom Kompressorenöl grundsätzlich nicht zugelassen werden, da sonst der Grundschmierstoff mit der Zeit ausgewaschen wird. Dies kann zu Funktionsstörungen führen.

Feuchte

Drucktaupunkt max. 3 °C.
Entspricht ISO 8573-1:2010 mind. Klasse 4 → www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Hinweis

Der Drucktaupunkt muss min. 10 K niedriger als die Mediumtemperatur sein, da es sonst zu einem Vereisen der expandierten Druckluft kommt.

Feststoffe

Zulässige Partikelbelastung max. 10 mg/m³, Teilchengröße max. 40 µm.
Entspricht ISO 8573-1:2010 Klasse 7 → www.festo.com/catalogue/Druckluftaufbereitung.

Geeignete Ölsorten

Spezialöl in 1-l-Gebinde:
Bestellcode OFSW-32

Hinweis

Optimale Druckluftaufbereitung und dadurch weniger Maschinenausfälle und höhere Prozesssicherheit. Siehe dazu: **Druckluftqualitätsanalyse** → www.festo.com

Druckluftaufbereitung

Reinheitsklassen für Partikel nach ISO 8573-1:2010			
Klasse	Maximale Anzahl Teilchen pro m ³ in Abhängigkeit von der Teilchengröße d		
	0,1 µm < d ≤ 0,5 µm	0,5 µm < d ≤ 1,0 µm	1,0 µm < d ≤ 5,0 µm
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1		
1	≤ 20 000	≤ 400	≤ 10
2	≤ 400 000	≤ 6 000	≤ 100
3	Nicht spezifiziert	≤ 90 000	≤ 1 000
4	Nicht spezifiziert	Nicht spezifiziert	≤ 10 000
5	Nicht spezifiziert	Nicht spezifiziert	≤ 100 000

Klasse	Massenkonzentration C _p [mg/m ³]
6 ¹⁾	0 < C _p ≤ 5
7 ¹⁾	5 < C _p ≤ 10
X	C _p > 10

- 1) Für die Druckluftversorgung von Industriewerkzeugen und mit pneumatischer Kraft arbeitenden Maschinen wird herkömmlicherweise mittels Universalfiltern, die für Partikelgrößen von 5 µm (Klasse 6) bzw. 40 µm (Klasse 7) ausgelegt sind, gereinigte Luft verwendet. Diese Auslegungen wurden viele Jahre lang verwendet, bevor die neuesten Systeme zur Messung von Partikelgrößen entwickelt wurden, und haben einen zufriedenstellenden Betrieb ermöglicht, während die Druckverluste (und somit Leistungsverluste) auf ein Mindestmaß beschränkt wurden. Die Filterung erfolgt nicht zu 100 %, vielmehr besitzen die Filter eine Effizienz von mindestens 95 % bezogen auf die spezifizierte Partikelgröße; d. h. bei Klasse 6 werden 95 % aller Partikel der Größe 5 µm, bei Klasse 7 werden 95 % aller Partikel der Größe 40 µm gefiltert (gemessen gemäß ISO 12500-3).

Reinheitsklassen für Feuchtigkeit und flüssiges Wasser nach ISO 8573-1:2010	
Klasse	Drucktaupunkt [°C]
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1
1	≤ -70
2	≤ -40
3	≤ -20
4	≤ +3
5	≤ +7
6	≤ +10

Klasse	Konzentration von flüssigem Wasser C _w [g/m ³]
7	C _w ≤ 0,5
8	0,5 < C _w ≤ 5
9	5 < C _w ≤ 10
X	C _w > 10

Reinheitsklassen für Gesamtgehalt an Öl nach ISO 8573-1:2010	
Klasse	Gesamtkonzentration von Öl (flüssig, Aerosol und Dampf) [mg/m ³]
0	Entsprechend der Spezifikation durch den Nutzer oder Anbieter von Geräten und strenger als Klasse 1
1	≤ 0,01
2	≤ 0,1
3	≤ 1
4	≤ 5
X	> 5

Druckluftaufbereitung

Druckluftqualität in der Anwendung

Bezeichnung nach ISO 8573-1:2010 [Partikel:Wasser:Öl] Die über Druckluftaufbereitung erreichbare Klasse hängt von der Qualität der Druckluft nach dem Kompressor ab. Die Angaben gelten für typische Druckluftnetze und erheben nicht den Anspruch auf Vollständigkeit.

Luftaufbereitung zentral		Luftverteilung	Luftaufbereitung dezentral		Typische Anwendungen
Komponente	Klasse	Klasse	Komponente	Klasse ³⁾	
Kompressor	[-:--]	[-:--]	Wasserabscheider	[-:7:4]	Alle Anwendungen bei denen nahezu kondensatfreie Druckluft erforderlich ist. Keine definierte Partikelfilterung.
Kompressor + Vorfilter + Trockner	[7:4:4] ¹⁾	[-:4:--] ²⁾	Filter 40 µm	[7:4:4]	Betriebsmedium für Ventile, Zylinder, Sekundärverpackung (Standard)
			Filter 5 µm	[6:4:4]	Servopneumatisches Positionieren mit Proportional-Wegeventilen, Druckluftwerkzeuge
			Filter 5 + 1 µm	[5:4:3]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,5 mg/m ³ , Textilindustrie, Luftspinnmaschinen, Papierindustrie
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm	[1:4:2]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,01 mg/m ³ , z. B. Luftlager, Lackieren, Pulverbeschichten
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm + Aktivkohlefilter	[1:4:1]	Anwendungen mit einem Restölgehalt < 0,003 mg/m ³ , Reduzierung von Öldämpfen und Gerüchen, Optische Instrumente, Sperrluft für Glasmaßstäbe/Laser, Primärverpackung
			Filter 5 + 1 + 0,01 µm + Aktivkohlefilter + Membrantrockner	[1:3:1]	Halbleiterindustrie, Pharmazeutische Produkte
			Filter 5 + 1 µm + Adsorptionstrockner	[2:2:2]	Anwendungen im Tieftemperaturbereich, Trockene Prozessluft, Pulvertransport, Nahrungsmittelherstellung [1:2:1]

- 1) Bei geeigneter Luftaufbereitung nach Kompressor auch deutlich bessere Klassen möglich.
- 2) Rohrleitungssysteme können Partikelgehalt der Druckluft erhöhen (Späne, Rost, ...), flüssiges Öl kann sich in manchen Pfaden der Druckluftverteilung aufkonzentrieren. Angaben gelten bei normaler Raumtemperatur. Unterliegen Teile des Druckluftnetzes geringeren Temperaturen, muss die Feuchtklasse so gewählt werden, dass der Drucktaupunkt um 10 K unter der minimal zu erwartenden Temperatur liegt.
- 3) Klasse nach ISO 8573-1:2010 bei Raumtemperatur 20 °C.

Definition der Druckluftreinheitsklasse nach ISO 8573-1:2010

Die Qualität der Druckluft wird durch

- feste Verunreinigungen (Partikel),
- Feuchtigkeit und Wasser und
- Ölgehalt

bestimmt.

Die Luftreinheitsklasse wird folgendermaßen angegeben:

- A = Partikel
- B = Feuchte
- C = Ölgehalt

Beispiel:
 ISO 8573-1:2010 [-:7:--]
 Partikel: nicht definiert
 Feuchtigkeit: ≤ 0,5 g/m³
 Ölgehalt: nicht definiert