

EINLEITUNG

Druckluftwerkzeuge und Druckluftsysteme werden durchweg in der gesamten Industrie genutzt.

Dieses Taschenbuch wurde von Atlas Copco produziert als Hilfe zum Verständnis der Funktionsweise von Druckluftanlagen, um die grundlegenden Informationen für die richtige Auslegung der Systeme zur Verfügung zu stellen und um die Nachteile und zusätzliche Kosten, die mit schlecht konzipierten Systemen entstehen, zu illustrieren.



INHALT

1.	Die Bedeutung einer richtigen Luft-Infratruktur	4
	1.1 Praxisbeispiele zu Schleifen, Bohren und Schrauben	
	mit Impuls- und Schlagschraubern	4
2.	. Den richtigen Luftdruck benutzen	8
	2.1 Welcher Druckabfall ist akzeptabel?	8
	2.2 So wählen Sie das Anschluss-Zubehör richtig aus	9
	2.3 Schlüsselfragen	10
3.	. Installation von Druckluftwerkzeugen	12
	3.1 Montagewerkzeuge	12
	3.2 Materialbearbeitungswerkzeuge	13
4.	. Aufbau eines Leitungsnetzes	14
5.	. Leitungsnetz-Zubehör	14
	5.1 Wartungseinheiten	14
	5.2 Luftfilter	15
	5.3 Druckregler	16
	5.4 Öler	16
	5.5 Schläuche	17
	5.6 Kurzschläuche	18
	5.7 Spiralschläuche	18
	5.8 Schlauchbalancer	18
	5.9 Schlauchsicherung	19
	5.10 Schwenkanschlüsse	
	5.11 Kupplungen und Nippel	19
	5.12 Sicherheitsnippel	20
	5.13 Schlauchschellen	20
6.	. Installation	21
7.	Wartung und Instandhaltung	
	7.1 Leckagen	
	7.2 Wartungszyklen	23
8.	Sicherheit	24
9.	. Luft unter Druck	26
	9.1 Schwerkraft und Meereshöhe	
	9.2 Unterschied zwischen Gasen und Flüssigkeiten	27
	9.3 Beziehung zwischen Fließdruck und Luftverbrauch	
	9.4 Druckabfall	29
	9.5 Druckunterschiede	29
10	0. Druckluftverteilung	30
	10.1 Das System	
	10.2 Hauptring und Zapfstellen	31
	10.3 Die Stichleitung	31
	10.4 Luftverbraucher	
	10.5 Luftaufbereitung	
	10.6 Kondenswasser aus der komprimierten Luft entfernen	
	10.7 Adsorptionstrocknung	
	10.8 Andere Methoden	
	10.9 Wasserabscheider und Filter	
	10.10 Kosten für Rohrleitungen	33

1. DIE BEDEUTUNG EINER RICHTIGEN LUFT-INFRASTRUKTUR

Eine korrekte Luft-Infrastruktur-Installation ist für den einwandfreien Betrieb des Werkzeugs und die Produktivität Ihrer Software essentiell. Neben der Wahl des richtigen Werkzeugs für Ihre Anwendung, gibt es noch einige zusätzliche Aufwendungen bezüglich der Luft-Infrastruktur. Das pneumatische Werkzeug benötigt 6,3 (90 psi) bar, um es bei Nennleistung zu betreiben. Schon das Verringern des Betriebsdrucks von 1 bar (15 psi) führt zu einem Produktivitätsverlust von 25-30%.

PRAXISBEISPIELE

Die Betriebskosten einer Schleifmaschine

Es wurde ein Test mit einer Schleifmaschine durchgeführt. Material wurde abgeschliffen und das Werkstück wurde vor- und nachher gewogen, das waren die Ergebnisse:

Fließdruck (bar)	Materialabtrag (kg/hr)	Zeit (Sec)
6.3	5.5	11
5.8	4.5	13
5.0	4.0	15

Ein Druckverlust von 1 bar führte zu einem fast 30 % geringeren Materialabtrag. Das bedeutet: Man braucht 40 % mehr Zeit für dieselbe Arbeit. Angenommen, bei einem effizienten Einsatz würde die reine Arbeitszeit mit diesem Werkzeug drei Stunden pro Tag betragen, dann ergeben sich bei einem Mehraufwand von 1,2 Stunden (40 %) und einem (niedrig angesetzten) Stundensatz von 20 Euro unnötige Mehrkosten von 24 Euro/Tag. Das sind bei 20 Arbeitstagen 480 Euro im Monat oder 5 760 Euro im Jahr.



PRAXISBEISPIELE





Beim Bohren

Fließdruck (bar)	Zeit für eine Bohrung (Sec)
6.3	2.0
5.8	3.2

Beim Schrauben

Fließdruck (bar)	Maximal- moment (Nm)	Zeit (Sec)
6.3	248	0.8
5.8	240	0.9

Zusätzliche 1,2 Sekunden pro Bohrung verlängern die Arbeitszeit um 60 % für das gleiche Ergebnis. Betrüge die effiziente Bohrzeit bei 6,3 bar Fließ-

überdruck pro Tag eine

WENN IHR LUFT-SYSTEM RICHTIG FUNKTIONIERT SPAREN SIE BIS ZU 2880 €/JAHR!

Stunde, dann müsste bei 5,8 bar täglich 36 Minuten länger gebohrt werden. Bei Arbeitskosten von 20 Euro/h würden also 12 Euro täglich verschwendet werden. Die Verwendung eines Pneumatik-Schraubers unter zu niedrigem Fließüberdruck, führt in diesem Beispiel zu einer 12.5 % längeren Schraubzeit. Nehmen wir an, die Arbeitskosten für den Werker betragen 20 Euro/h und die effektive Montagezeit pro Tag beträgt 4 Stunden. Dann betragen die Kosten 80 Euro/ Tag. 80 x 0.125 = 10 Euro unnötige Ar-

beitskosten pro Tag.





Schlagschrauber

Bei Schlagschraubern steigt das Drehmoment mit der Zeit. Die Zeit bis zum Erreichen des eingestellten Sollmoments (Abschaltzeitpunkt) verlängert sich jedoch mit abnehmendem Druck; in der Regel um 12,5%, wenn der Druck um 0,5 bar fällt.

Bei Arbeitskosten von 20 Euro/h und 4,5h Arbeitsdauer, ergeben sich dadurch unnötige Kosten von 10 Euro jeden Tag, (200 Euro pro Monat, 2400 Euro pro Jahr).

Impulsschrauber

Von Atlas Copco Tools durchgeführte Tests belegen, dass Druckabfall die Schraubzeiten deutlich verlängert und das erreichte Moment verringert, also auch die Schraubqualität beeinträchtigt. Hier das Testergebnis mit einem Ergopuls 8 XS:

Fließdruck	Zeit	Moment
(bar)	(Sec)	(Nm)
6.3	6.5	48.3
5.3	10	44.3
4.3	10	38.2

Das Werkzeug läuft Gefahr eine schlechte Leistung zu erbringen, wenn der empfohlene Luftdruck nicht eingehalten wird.

In diesem Impulsschrauber-Beispiel verlängert sich die Zykluszeit um 50%. Falls die effiziente Schraubzeit 4h/Tag betrüge und die Arbeitskosten bei etwa 20 Euro/h lägen, dann folgt daraus, dass 800 Euro/Monat & 9600 Euro/ Jahr durch Arbeiten mit korrektem Fließdruck gespart werden könnten.

2. DEN RICHTIGEN LUFTDRUCK BENUTZEN

In der Praxis arbeitet man vielfach mit Fließüberdrücken zwischen 3 und 5 bar. Das führt zu großer Energieverschwendung und Verlusten an Produktivität.

Atlas Copco Tools kann helfen, den tatsächlich am Werkzeug

Atlas CopcoTools kann helfen, den tatsächlich am Werkzeug anstehenden Fließdruck zu messen und die Produktivität sicher zu stellen.

In dem Netzwerk zwischen Kompressor und Werkzeug kommt es zu Druckverlusten aufgrund von Reibung in den Rohrbeschränkungen, Biegungen und Rohrwandungen. Der Hauptdruckabfall tritt im Bereich zwischen Rohrende und Werkzeug auf, das heißt, zum Beispiel am Absperrventil, der Luftaufbereitungseinheit, an den Kupplungen oder dem Schlauch. Der Druckabfall an diesen Komponenten sollte so gering wie möglich sein, um eine hohe Produktivität und Energieeinsparungen zu gewährleisten.

0,6 Bar (8,6 psi) Druckabfall sollten nicht überschritten werden. Um 6,3 Bar am Werkzeug zu erreichen, erfordert es also 6,9 Bar (100 psi) am Netzwerkende. Dafür ist es natürlich notwendig, dass an der Anlage ein Kompressor mit ausreichender Kapazität angeschlossen ist, um den Druckabfall im Leitungsnetz

zu kompensieren.

2.1 Welcher Druckabfall ist akzeptabel?

Druckverluste sind vom Strömungsvolumen abhängig. Höherer Durchfluss führt zu höheren Verlusten. Druckabfall entsteht zum einen durch zu geringe Leitungsquerschnitte und zum anderen durch Strömungswiderstände in Armaturen und Leitungszubehör. Verluste in Luftaufbereitungseinheiten, Kupplungen und Schläuchen sollten nicht höher sein als 0,6 bis 1,0 bar. Es ist sinnvoll mit 7 bar Systemdruck zu arbeiten um 6,3 bar am Werkzeug zu erhalten.

Das gewährleistet eine akzeptable Produktivität des Werkzeugs.

2.2 So wählen Sie das Anschluss-Zubehör richtig aus

Die Strömungskapazitäten des Leitungsnetz-Zubehörs von Atlas Copco Tools sind sämtlich durchgemessen. In den sich daraus ergebenden Strömungsdiagrammen werden immer die dem jeweiligen Luftdurchsatz entsprechenden Druckverluste im Katalog angegeben. Hierdurch kann jeder den für seine Anwendung akzeptablen Druckverlust einkalkulieren und das richtige Zubehör finden.

Zu klein gewählte Kupplungen, zu lange Schläuche oder solche mit zu kleiner Nennweite führen zu Druckverlusten. Spiralschläuche sind länger, als sie durch ihre Form scheinen und führen leicht zu großen Druckabfällen, wenn sie nicht in entsprechender Nennweite genommen werden. Die Alternative, ein normaler PVC-Schlauch, sollte in jedem Fall in Erwägung gezogen werden. Jede Kupplung führt zu Druckverlusten. So erleichtert beispielsweise ein Kurzschlauch zwar die Handhabung des Werkzeugs, kann aber wegen der zusätzlichen Kupplung und der Querschnittsreduzierung zu Druckverlusten von bis zu 0,2 bis 0,5 bar führen, abhängig von seiner Größe und dem Luftbedarf des Werkzeugs.



2.3 SCHLÜSSELFRAGEN

Wenn das in Größe, Ergonomie und Leistung passende Luftwerkzeug für die Arbeit ausgewählt worden ist, muss das Anschlusszubehör zusammengestellt werden. Für dessen richtige Auswahl ist zu fragen:

Braucht das Werkzeug eine Ölschmierung über die Luftzufuhr?

Druckluftwerkzeuge, aus speziellen Lamellen- und Zylindermaterialien, und turbinengetriebene Werkzeuge benötigen keine zusätzliche Ölschmierung. Andere Werkzeuge müssen jedoch geschmiert werden. Werkzeuge, die im Aussetzbetrieb arbeiten, brauchen Direkt- oder Injektionsöler, für lange Einschaltzeiten werden Nebelöler benötigt.

Die Entfernung zwischen Werkzeug und der Wartungseinheit mit Öler?

Sie sollte tunlichst nicht mehr als 3 m, doch keinesfalls mehr als 5 m betragen. In der Praxis ist dies allerdings häufig nicht möglich, z. B. im Schiffsbau, wo Entfernungen von 20 m und mehr normal sind.

Der passende Nippel?

Die Anschlussgewinde am Werkzeug für die Schlauchanschlüsse variieren von 1/8 bis 1/2 Zoll. Für jedes Werkzeug muss der korrekte, das heißt zur Anschluss-Nennweite passende Nippel gewählt werden.

Der Luftbedarf?

In erster Linie wird die Größe des Anschlusszubehörs vom Luftbedarf des Werkzeugs bestimmt. Ein höherer Luftbedarf verlangt größer dimensioniertes Zubehör.

Die Arbeitsumgebung?

Die Wahl des Anschlusszubehörs hängt auch vom Arbeitsplatz ab. Arbeiten unter freiem Himmel oder unter erschwerten Bedingungen (zum Beispiel in Gießereien und Werften) benötigen robusteres Leitungszubehör, als die Arbeit an der Werkbank mit eher kleinen und leichten Werkzeugen.

Zulässiger Druckabfall?

Das Werkzeug benötigt einen ausreichenden Fließdruck, um richtig zu funktionieren. Der Systemdruck kann hoch eingestellt werden, wenn der Druckabfall groß ist, aber in jedem Fall muss der maximal zulässige Druckabfall der Zubehörteile bestimmt werden, und sie sollten dementsprechend gewählt werden.



3. INSTALLATION VON DRUCKLUFT-WERKZEUGEN

3.1 Montagewerkzeuge

Kompakte Kupplungen sind für Montagewerkzeuge mit relativ geringem Luftdurchsatz gedacht. Große Schlagschrauber oder Hochmomentschrauber bis 4100 Nm brauchen größere Kupplungen. Die Schlauchgrößen für einen Schrauber liegen in den meisten Fällen zwischen 6 und 13 mm, und ihre Länge beträgt gewöhnlich 3 bis 5 m. In einigen wenigen Fällen sind die Schläuche größer und länger.

Die Installation mit einem normalen PVC-Schlauch ist die geläufigste für Schrauber mit Pistolengriff und niedrigem Vibrationspegel.

Schlauchtrommel-Gewichtsausgleicher werden oft in Verbindung mit Stabschraubern genutzt. Ob man eine Schnellkupplung wählt, hängt davon ab, ob der Werker das Werkzeug oft wechseln muss oder nicht.

Hauptschläuche zusammen mit einem Kurzschlauch empfiehlt sich, wenn die Kupplungen unter einer hohen Belastung stehen (z.B. bei Schlagschraubern) oder bei sehr schweren Werkzeugen, durch deren Gewicht die Kupplungen beschädigt werden könnten.

Kleine Stabschrauber werden oft in Verbindung mit Spiralschläuchen und Balancern eingesetzt. Größere Spiralschläuche werden auch für Pistolengriff-Schrauber verwendet. Ob man eine Kupplung braucht, hängt davon ab, wie oft das Werkzeug zu wechseln ist.



3.2 Materialbearbeitungswerkzeuge

Materialbearbeitungswerkzeuge wie Schleifmaschinen und Meißelhämmer brauchen größere Kupplungen, da ihr Luftbedarf höher ist als bei Montagewerkzeugen.

Kleinere Kupplungen werden für kleinere Schleifer verwendet, wie LSF-Stabschleifer. Die Schlauchweiten für spanabhebende Werkzeuge betragen meist 10 bis 20 mm und die Schlauchlängen liegen normalerweise zwischen 5 und 10 m. In einigen wenigen

Fällen sind die Schläuche größer und länger. Diese Installation ist gängig für Werkzeuge mit niedrigem Vibrationspegel.

Ein Kurzschlauch vor einem Hauptschlauch empfiehlt sich, wenn die Kupplungen großen Vibrationen und Erschütterungen ausgesetzt sind, wie es bei Schlagschraubern, Meißelhämmern und einigen Schleifern der Fall ist, oder wenn die Werkzeuge sehr schwer sind und allein schon ihr Gewicht die Kupplungen beschädigen könnte.

Wird für längere Distanzen ein zusätzlicher Schlauch benötigt, sollte dessen Innendurchmesser größer sein als beim Hauptschlauch.



4. AUFBAU EINES LEITUNGS-NETZES

Ein guter Kompressor und ein gutes Leitungsnetz sorgen für eine höhere Produktivität des Werkzeugs und des Werkers.

Ein hoher Luftdruck ist nicht immer am besten, ein korrekter Luftdruck ist auf lange Sicht viel vorteilhafter.

Normalerweise erhöht ein Werker den Luftdruck, um die Produktivität zu maximieren. Dies ist, in Hinsicht auf die Lebensdauer des Werkzeugs und ergonomischen Aspekten, langfristig aber keine optimale Lösung. Die beste Werkzeugleistung wird bei 6,3 bar (90 psi) erreicht.

Das Leitungsnetz zu optimieren spart nicht nur Geld, sondern steigert auch die Produktivität. Im Folgenden werden die Komponenten erläutert, die sich für ein wirklich gutes Leitungsnetz empfehlen.

Regeln/Tipps:

- Vermeiden Sie Leckagen
- Vermeiden Sie lange Schläuche
- Verwenden Sie die richtige Art von Schlauch (Kunststoff oder Gummi), je nach Anwendung
- Verwenden Sie Vollstromkupplungen
- Verwenden Sie saubere Druckluft
- Verwenden Sie einen
 Regler, um den Luftdruck
 einzustellen und zu
 überwachen (bei Bedarf
 auch mit Schmierung)

5. LEITUNGSNETZ-ZUBEHÖR

5.1 Druckluft-Wartungseinheiten

In der Produktpalette an Wartungseinheiten bietet Atlas Copco den MIDI Optimizer an. MIDI ist für die meisten Schrauber, schlagenden Werkzeuge, Bohrmaschinen, Nibbler, Sägen sowie Kleinschleifer (also für etwa 90 % aller Anwendungen) geeignet.

Höchster empfohlener Luftdurchsatz:

MINI bis zu 12 l/s MIDI bis zu 43 l/s MAXI bis zu 80 l/s



5.2 Luftfilter

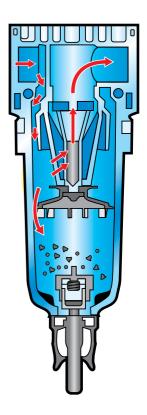
Filter halten Luftverunreinigungen, Wasser und feste Partikel zurück. Werden Druckluftwerkzeuge ohne Filter eingesetzt, verkürzt dies die Lebensdauer, erhöht die Wartungskosten und mindert die Effizienz. In alten Leitungsnetzen aus Schwarzrohr kann die (nicht extra getrocknete) Druckluft große Mengen an Rostpartikeln enthalten. Werkzeuge ohne vorgeschaltete Filter sind dann nach kurzer Zeit beschädigt.

Kompressoren mit guter Luftaufbereitung und gut gewartete Leitungsnetze mit Partikel- und Wasserfiltern liefern saubere Luft. Schlechte Luftqualität führt zu kurzen Wartungsintervallen und höheren Fertigungskosten.

Die Filter von Atlas Copco scheiden bis zu 98 % des Wasserkondensats aus der Druckluft aus, wenn sie in ihrem Kapazitätsbereich arbeiten. Alle drei Modelle (MINI, MIDI und MAXI) erzeugen nur einen geringen Druckabfall.

Der halbautomatische Kondensatablass erfolgt, wenn der Druck im Behälter unter 0,2 bar fällt, z. B. wenn die Kompressoren abgeschaltet sind. Bei automatischen Systemen wird der Behälter geleert, sobald das angesammelte Wasser einen bestimmten Stand erreicht hat.

Für den transparenten Behälter aus Polykarbonat wird ein Metallschutzkorb verwendet, wenn er stoßgefährdet ist. Falls der Behälter mit Lösemitteln in Berührung kommen könnte, sollte einer aus Metall verwendet werden. Lösemittel, die den Polykarbonatbehälter verspröden würden, sind Azeton, Benzin, Glyzerin, einige hydraulische und synthetische Öle, Chloroform, Methylalkohol, Kohlenstoff-Tetrachlorid und ähnliche, Kohlenstoffdisulfid, Perchlorethylene, Toluene, Trichlorethylene, Xylene (Nitro-Zellulose-Verdünner) und Essigsäure.



5.3 Druckregler

Druckregler von Atlas Copco halten den Betriebsdruck innerhalb Ihres Luftdurchsatzbereichs auf dem eingestellten Wert konstant, unabhängig von Schwankungen des Primärdrucks. Sie verbessern die Wirtschaftlichkeit der Druckluftanlage.

Fließdruck (bar)	Luftverbrauch am Werkzeug (%)
6.3 7.0	100 110
8.0	125

Servogesteuerte Regler verwenden Luft zur Regelung und reagieren daher langsamer. Andererseits haben sie eine bessere Regelcharakteristik, wie einen gleichbleibenden Ausgangsdruck über einen großen Bereich des Luftdurchsatzes. Diese Reglerart sollte dann verwendet werden, wenn Druckpräzision wichtig ist und langsame Regelreaktionen hingenommen werden können, wie typischerweise bei Druckluftmotoren.

Federbelastete Regler haben kurze Reaktionszeiten und können daher bei allen Arten von Druckluftwerkzeugen verwendet werden. Diese Reglerart ist darum die Gebräuchlichste.

5.4 Öler

Falls zu schmierende Luftwerkzeuge nicht mit Ölern betrieben werden, müssen deren Motorlamellen öfter gewechselt werden. Die Lamellenstandzeit kann sich bis zu einem Zehntel der Normalen verringern. Atlas-Copco-Tests belegen, dass sich die Leistungsabgabe eines Schleifers nach bereits 20 Minuten um 15 bis 20 % verringert, wenn nicht geschmiert wird.

Die gebräuchlichste Schmiervorrichtung ist der Nebelöler. Er empfiehlt sich für Werkzeuge im Dauerbetrieb und liefert proportional zum Luftbedarf automatisch die richtige Schmierölmenge. Metallbehälter sollten bei aggressiven Arbeitsumgebungen verwendet werden.

Druckluftwerkzeuge mit kurzen Taktzeiten oder geringem Luftbedarf sollten ohnehin mit einem Direktöler betrieben werden. Dieser versorgt das Werkzeug über einen Kapillarschlauch direkt mit in 45 Schritten genau definierbaren Ölmengen und wird über die Werkzeugbetätigung gesteuert.

Viele Schrauber, ausgenommen Ölfreie, können in Verbindung mit einem Dosol-Direktöler betrieben werden. Bei langen Schläuchen kommt es leicht vor, dass ein "Durchhänger" im Schlauch entsteht (eine Biegung im Schlauch, in der sich das Öl sammelt).

In solchen Fällen ist es besser – falls möglich – eine tragbare Wartungseinheit mit Öler zu verwenden, um die Schmierwege zu verkürzen. Oder, wenn es sich einrichten lässt, wäre hier ein Direktöler (Dosol) optimal.

F/R-Einheiten sind kombinierte Filter-Regler-Einheiten. Sie werden da empfohlen, wo der Primärdruck und die Luftqualität dies erfordern. Die Filter- und Reglereigenschaften sind so gut wie bei den Einzelkomponenten.

5.5 Schläuche

Schläuche sind nach den Bedingungen der Arbeitsumgebung auszuwählen. Um eine gute Beweglichkeit und geringen Druckverlust zu gewährleisten, sollten Schläuche nicht länger als 3 bis 5 m sein. Für leichte Werkzeuge und ein sauberes Umfeld empfiehlt sich der leichte und sehr flexible PVC-Schlauch "Cablair". Er ist 30 bis 50 % leichter als konventionelle PVC-Schläuche.

Normale PVC-Schläuche sind für ein weites Anwendungsfeld geeignet, von einfachen Schleifarbeiten bis zur Schwermontage. Bei rauen Betriebsbedingungen sollten Gummischläuche eingesetzt werden. Atlas Copco Tools bietet dafür die Typen RUBAIR und TURBO.

Der TURBO ist ein leichter, sehr flexibler Gummischlauch, der sich deshalb für den direkten Werkzeuganschluss empfiehlt. Der RUBAIR wird bei sehr rauen Betriebsbedingungen eingesetzt oder wenn es darum geht, lange Wege zu überbrücken. Um zu große Druckverluste zu vermeiden sollte die Schlauchdimension für eine Länge von 5 bis 10 m um eine Nummer, für eine Länge von

20 m um zwei Nummern und für 20 bis 40 m um drei Nummern größer gewählt werden, als für 3 bis 5 m nötig wäre.

Man sollte die Schlauchdurchmesser immer groß halten, Kupplungen mit hohen Durchflussmengen wählen und Wartungseinheiten mit geringen Druckverlusten einsetzen. All das hilft, die Druckverluste in der Installation niedrig zu halten, die Produktivität zu steigern und Energiekosten zu senken.



5.6 Kurzschläuche

Meißelhämmer und Schlagschrauber können durch Schläge und Vibrationen eine Kupplung zerstören, wenn sie direkt an das Werkzeug angeschlossen werden. Wenn ein Werkzeug zudem mehr als 3 kg wiegt, kann die Kupplung zerstört werden, falls das Werkzeug genau darauf fallen sollte. Für solche Werkzeuge wird daher ein Kurzschlauch empfohlen. Beachten Sie beim Einsatz von Kurzschläuchen den Druckverlust. Wenn z. B. ein 5 m langer Schlauch (Innendurchmesser 13 mm) mit einer Kapazität von 21 l/s aufgeteilt wird in einen Kurzschlauch und einen weiteren Schlauch, verringert sich die Luftdurchsatzkapazität auf 16 l/s (~ 80 %). Typische Längen für einen Kurzschlauch sind 0,3 bis 0,7 m.

5.7 Spiralschläuche

Spiralschläuche, im
Zusammenspiel mit
Balancern, sind ideal für
vertikale Anwendungen.
Aber Spiralschläuche
sind auch große Druckvernichter.Um große
Verluste zu vermeiden,
wählen Sie den kürzesten
Spiralschlauch oder
einen mit entsprechend
höherer Nennweite.



5.8 Schlauchbalancer

Ein Schlauchbalancer (Schlauchaufroller) wird bei geraden Drehschraubern (Stabschraubern) verwendet. Die Luftzuleitung wird am Balancer angeschlossen und die Luft durch den im Balancer aufgerollten Schlauch zum Schrauber geleitet. Der Schlauch ist Luftzufuhr und Balancerseil in einem. Schlauchbalancer werden nach dem Luftbedarf und Gewicht des Werkzeugs ausgewählt.

5.9 Schlauchsicherung

Lösen sich Schlauchverbindungen von einem unter Druck stehenden Schlauch, tritt die Druckluft unkontrolliert aus. Das kann zu Verletzungen oder Beschädigungen am Arbeitsplatz führen. Der Einsatz einer "Block-Schlagsicherung" verringert dieses Risiko. Die Wahl der richtigen Block-Sicherung richtet sich nach dem Luftbedarf des Werkzeugs und den Schlauchabmessungen. Man sollte immer Kupplungen mit hohem Luftdurchsatz einsetzen, um eine einwandfreie Funktion der Sicherung zu erreichen. Werden Schlagschrauber oder ErgoPulse-Impulsschrauber eingesetzt, sollte eine Block-Schlagsicherung mit einem um 50 % höheren Durchfluss gewählt werden. Sonst könnte die Luftzufuhr zum Werkzeug von der Sicherung zu früh unterbrochen werden.

5.10 Schwenkanschlüsse

Bei kleinen Dreh- und Impulsschraubern, Bohrmaschinen oder Kleinschleifern ist der Schlauch manchmal hinderlich, besonders an einer Werkbank. In solchen Fällen wird ein Schwenkanschluss verwendet, der eine größere Bewegungsfreiheit zwischen Schlauch und Werkzeug zulässt und so die Flexibilität erhöht. Er sollte nicht bei Anwendungen verwendet werden, bei denen starke Zugkräfte auf den Schlauch oder starke Vibrationen auftreten. Denn dies verringert die Lebensdauer und führt schnell zu Leckagen.



5.11 Kupplungen und Nippel

Für Montagewerkzeuge

Schrauber haben normalerweise einen geringen Luftbedarf und benötigen daher kleinere Schnellkupplungen. Große Schlagschrauber sollten mit größer dimensionierten Kupplungen und einem Kurzschlauch eingesetzt werden.

Für materialabtragende Werkzeuge

Vor allem Schleifmaschinen werden unter rauen Arbeitsbedingungen eingesetzt und benötigen eine große Menge an Luft. Um ihre volle Leistung entfalten zu können, braucht es große Kupplungen für hohen Luftdurchsatz.

5.12 Sicherheitsnippel

Ist der Schlauch länger als 3 m, könnte die im Schlauch verbleibende verdichtete Luft einen explosionsartigen Knall hervorrufen und das lose Schlauchende wie eine Peitsche durch die Luft schlagen lassen, wenn die Verbindung gelöst wird. Hingegen lässt der Sicherheitsnippel die Luft nur langsam aus dem Schlauch entweichen. Durch den Sicherheitsnippel wird die Durchflussmenge allerdings um 20 % verringert. Wird z. B. ein 5 m langer Schlauch von 16 mm Nennweite mit Sicherheitsnippel und Kurzschlauch verwendet, passiert folgendes: Die normale, maximale Durchflussmenge von 43 l/s wird durch den Sicherheitsnippel auf 80 % reduziert. Dies entspricht 35 l/s, was durch den Kurzschlauch um weitere 20 % verringert wird. Es verbleiben also nur 28 l/s.

5.13 Schlauchschellen

Es gibt drei verschiedene Typen:

Schellen mit Klemmbacken für Schlauchdurchmesser von 7 bis 27 mm, mit Schneckenklemmung für Schläuche mit Außendurchmessern von 8 bis 65mm und zweiteilige gusseiserne Schellen mit verzinkten Schrauben und Muttern für Schläuche mit Außendurchmessern von 22 bis 40 mm. Schlauchschellen mit einer Klemmbacke eignen sich für mittlere Drücke und werden für den Einsatz an Cablair- und kleinen PVC-Schläuchen empfohlen. Ebenfalls bei mittleren Drücken sind Schellen mit Schneckenklemmung für PVC-Schläuche und kleinere Gummischläuche bis 10 mm Durchmesser zu empfehlen.

Bei Gummischläuchen über 16 mm Durchmesser sollten die gusseisernen Schwerlastklammern verwendet werden.





7. WARTUNG UND INSTANDHALTUNG

7.1 Leckagen

In einem gut dimensionierten und sorgfältig gewarteten Leitungssystem sollten nicht mehr als 5 % der installierten Kompressorleistung wortwörtlich flöten gehen. Leider sind Leckageverluste von 15 %, ja sogar 30 % in älteren, Stück um Stück gewachsenen Leitungsnetzen keine Seltenheit. Leckagen verringern die Luftkapazität. Um diese Verluste auszugleichen, muss der Kompressor mehr arbeiten, was zu bedeutend höheren Energiekosten führt.

Leckageraten nach Lochdurchmessern:					
Lochdurchmesser	Leckage bei 6.3 bar	Zur Kompensation	Energiekosten pro Jahr *)		
mm	l/s	benötigte Energie			
1	1	0.3	91 Euro		
3	10	3.1	937 Euro		
5	27	8.3	2510 Euro		
10	105	33.0	9979 Euro		

^{*)} Wenn 1 kWh 0,09 Euro kostet. Eine Leckage, die einem Loch von 5 mm Durchmesser im Leitungssystem entspricht, führt beispielsweise zu einem Verlust von 27 Litern Druckluft pro Sekunde. Um diesen auszugleichen, werden 8,3 kW zusätzliche Kompressorenergie benötigt. Bei einem Durchschnittspreis von 0,0035 Euro pro kWh führt dieses relativ kleine Loch zu zusätzlichen jährlichen Energiekosten von 2510 Euro.

7.2 Wartungszyklen

Regelmäßige Wartungen sollten im gesamten Leitungssystem durchgeführt werden.



TÄGLICH

Wartungseinheiten: Entleeren der Filter und Wasserabscheider.

EINMAL PRO WOCHE

Der Bereich rund um den Arbeitsplatz sollte einmal pro Woche auf Leckagen abgesucht werden.

Verbindungen zwischen Werkzeugen und Nippeln, Kupplungen, Schläuchen und Wartungseinheiten sollten untersucht werden. Druckluftöler sind mit Öl zu befüllen.

ALLE ZWEI MONATE

Das gesamte Luftsystem sollte alle zwei Monate überprüft werden. Bei ruhender Produktion sind viele Leckagen am Geräusch austretender Druckluft zu erkennen. Verdächtige Stellen können zusätzlich von Hand überprüft werden oder sind durch Blasenbildung erkennbar, wenn eine Seifenlauge aufgetragen wird. Reparieren Sie die gefundenen Lecks!

Jeder Arbeitsplatz sollte mit einem Werkzeugsimulator alle zwei Monate überprüft werden. Der Simulator wird an den Schlauch angeschlossen und die benötigte Durchflussmenge sollte durch eine bestimmte Zahl von Umdrehungen des Knaufs eingestellt werden. Der Fließüberdruck muss 6.3 bar am Schlauchende betra-

gen, damit das Werkzeug korrekt funktioniert. Treffen Sie die nötigen Maß nahmen durch Austauschen von Wartungseinheiten, Schlauch und/oder Kupplung.

ALLE SECHS MONATE

Filterelemente sollten mit einer Druckluftpistole gereinigt werden. Hierdurch werden Druckverluste vermieden.

Das Überdruckventil der Schlauchsicherung (Block) sollte alle sechs Monate freigeblasen werden. Hierdurch werden Störungen der automatischen Rückstellung vermieden.

Atlas Copco Tools bietet an, einen Wartungszeitplan für Ihre Installation zu erstellen und, wenn gewünscht, auch auszuführen.

8. SICHERHEIT

Kugelventile: Wenn nicht gearbeitet wird, sperren Sie die Druckluft mit einem Kugelventil ab. Achtung: Öffnen Sie bei Arbeitsbeginn wieder alle Kugelventile langsam, um nicht ordnungsgemäße Schlauchverbindungen ("Peitschenschlag"-Gefahr) sofort zu erkennen.

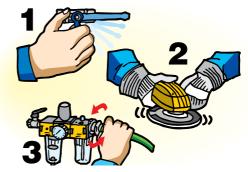
Wartungseinheiten: Sein Sie vorsichtig mit Lösemitteln, welche die Struktur von PVC-Behältern verändern und sie spröde machen. Bei aggressiven Lösemitteln ist besondere Vorsicht geboten. Polykarbonate sind resistent gegen einige Lösemittel, außer Azeton, Benzin, Glyzerin, einige hydraulische und synthetische Öle, Chloroform, Methylalkohol, Kohlenstofftetrachlorid und ähnliche Lösemittel, Kohlenstoffdisulfid, Perchlorethylene, Toluene, Trichlorethylene, Xylene (Nitro-Zellulose-Verdünner) und Essigsäure. Es ist wichtig, zu überprüfen, ob die Behälter richtig verschraubt und alle Komponenten zusammengebaut sind, bevor über das Kugelventil die Druckluft einströmt.

Schnellkupplungen: Schnellkupplungen sind normalerweise sehr sichere Verbindungen. Besondere Vorsicht sollte gelten, wenn mit Schläuchen von mehr als 16 mm Durchmesser und Längen von über 3 m gearbeitet wird. In solchen Fällen wird ein Sicherheitsnippel (oben) empfohlen, der die Luft nach dem Entkuppeln kontrolliert aus dem Schlauch ablässt.

Klauenkupplungen: Diese Kupplungen sind immer geöffnet und müssen darum besonders umsichtig behandelt werden. Folgende Vorschriften müssen befolgt werden:

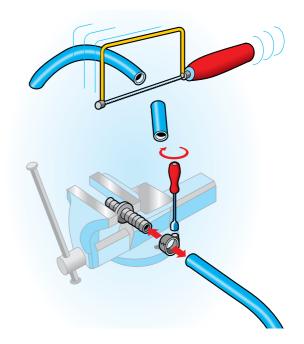
Beim Öffnen

- 1. Das Absperr-(Kugel-)ventil schließen.
- Das Werkzeug so lange laufen lassen, bis die Restluft aus dem Schlauch entwichen ist.
- 3. Jetzt erst die Klauenkupplung lösen.



Beim Schließen

- 3. Sicherstellen, dass die beiden Kupplungshälften wirklich korrekt verbunden sind.
- 1. Dann erst das Absperrventil langsam öffnen.



Klemmen und Verbinungsstücke:

Überprüfen Sie, ob Klemmen und Verbindungs-stücke richtig festgezogen sind. Beim Festziehen keine Schraubendreher benutzen, da sie leicht abrutschen und zu Verletzungen an den Händen führen können. Nehmen Sie einen Schraubenschlüssel. Wenn Sie einmal einen Schraubendreher benutzen müssen, montieren Sie die Klemme in einem Schraubstock.

Schläuche: Es empfiehlt sich, Seifenlauge zu benutzen, um Schlauch und Nippel zu verbinden. Dadurch kann der Schlauch leichter auf den Nippel geschoben werden. Verwenden Sie keinesfalls Öl, da es später nicht abtrocknet. Defekte Schläuche sollten entfernt werden, da aus einem kleinen Loch schnell ein Großes werden kann.

Sicherheitsverschluss: Wenn sich eine Schlauchverbindung von einem unter Druck stehenden Schlauch löst, dann wird dieser unkontrolliert komprimierte Luft abgeben und um sich schlagen (Peitschenschlag). Dabei können Menschen verletzt, Werkstücke beschädigt und die Arbeitsumgebung zerstört werden. Um dies zu vermeiden, verwendet man eine Schlauchsicherung (Block). Vor allem empfiehlt sich eine solche Schlauchsicherung, wenn mit Klauenkupplungen gearbeitet wird. Denn hierbei ist das Risiko des Peitschenschlags beim Entkuppeln besonders groß.

9. LUFT UNTER DRUCK

Für uns Menschen ist Luft lebenswichtig, wir alle atmen sie ständig ein. Luft ist eine farb-, geruchs- und geschmacklose Gasverbindung, die zum größten Teil aus Stickstoff, Sauerstoff und etwas Wasserdampf besteht. Auch atmosphärische Luft enthält immer Festpartikel wie Staub, Ruß oder Salzkristalle; ihre Zusammensetzung ist bis in eine Höhe von 25 km über NN relativ konstant. Wird Luft verdichtet, dann wird sie zu einem sicheren, bequem handhabbaren Medium zur Übertragung und Speicherung von Energie. Doch was ist verdichtete Luft?

Ganz einfach: ein natürlicher Zustand der Atmosphäre.

9.1 Schwerkraft auf Meereshöhe

Die gesamte Materie, auch die kleinen Teilchen, aus denen die Luft besteht, werden durch die Schwerkraft zur Erde angezogen. Die Schwerkraft, die auf ein Objekt wirkt, ist durch die Entfernung von der Erde bestimmt. Je weiter weg, desto geringer ist sie.

Stellen Sie sich eine Fläche von einem Quadratzentimeter auf Meereshöhe vor, die sich von dort bis an den Rand der Erdatmosphäre erstreckt und so eine Säule formt. Stellen Sie sich die Schwerkraft vor, wie sie die Atome in dieser Säule in Richtung Erde zieht.

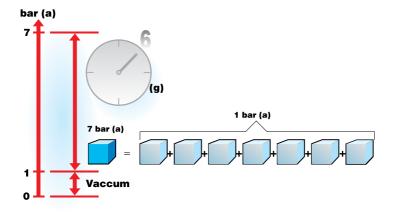




10 N/cm²=1 bar

9.2 Der Unterschied zwischen Gasen und Flüssigkeiten

Die in Newton gemessene Kraft, die auf einen Quadratzentimeter in Meereshöhe ausgeübt wird, beträgt 10,13 N. Daher beträgt der absolute atmosphärische Druck auf Meereshöhe etwa 10,13 x 104 N/m2, gleich 1 Pa (Pascal), die Sl-Einheit für Druck: 1 Pa = 1 N/m2. Die geläufjgste Einheit für Druckmessungen ist jedoch das Bar. Der atmosphärische Druck auf Meereshöhe (NN) beträgt 105 Pa oder etwa 1 bar. Dieser Luftdruck wird auch als absoluter Druck bezeichnet.



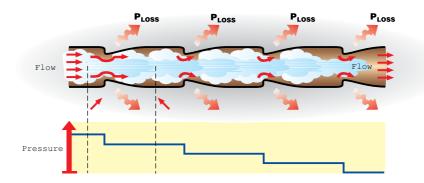
Da Luft eine Gasverbindung ist, besteht sie aus relativ freien Molekülen. Wird sie durch die Schwerkraft zusammengepresst, also verdichtet, dann wirkt diese Kraft nicht nur in Richtung Erde, sondern in alle Richtungen. Falls die Luft – oder irgendein anderes Gas – weiter verdichtet wird, entweder mechanisch oder durch Temperaturveränderungen, dann wird der dabei erreichte Druck gemessen als 1 bar auf Meereshöhe plus dem zusätzlichen Druck. Es ist sehr wichtig, zwischen pa = absolutem Druck und pg = Manometerdruck ("gauge") zu unterscheiden.

Der Manometerdruck ist definiert als der absolute Druck in einem System abzüglich des absoluten Drucks außerhalb des Systems und wird typischerweise verwendet, um den Druck in einem Luftverteilungssystem zu messen. Es wird also immer der absolute Druck zur Berechnung verwendet. Manometerdruck ist der Druckwert im Leitungsnetz, der von einem Druckmessgerät oder Manometer abgelesen wird, z. B. an einer Wartungseinheit.

Wenn ein Gas (wie z. B. Luft) verdichtet wird, verringert sich sein Volumen. Die freien Moleküle (Sauerstoff- und Stickstoff) werden auf einem kleineren Raum zusammengepresst (höherer Druck).

9.3 Beziehung zwischen Fließdruck am Werkzeug und Luftverbrauch

Fließdruck am Werkzeug (bar)	Luftverbrauch (%)	Maßnahme
8.0	125	Regler drosseln
7.0	111	Regler drosseln
6.3	100	Optimale Leistung
6.0	96	Druck erhöhen; Zubehör wechseln
5.0	77	Zubehör wechseln; Druck erhöhen
4.0	61	Zubehör wechseln; Druck erhöhen
3.0	44	Zubehör wechseln; Druck erhöhen



9.4 Druckabfall

Arbeitsdruck wird in einem Kompressor erzeugt und durch Rohrleitungen und Schläuche zum Werkzeug des Arbeiters geleitet. Beim Transport von Druckluft wird der Druck von Hindernissen, wie Einschränkungen, Kurven, engen Passagen etc. reduziert. Dieses Verringern des Drucks nennt man Druckabfall. Er tritt bei jeder Druckluftversorgung auf und erhöht die Verluste, wenn die Zufuhrlänge sehr groß oder der Durchgang zum Versorgungssystem sehr klein ist.

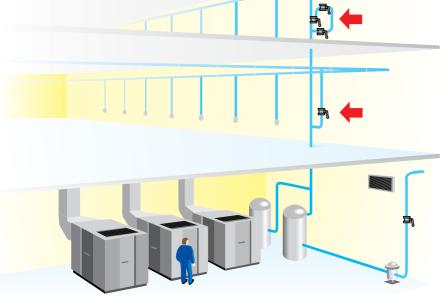
9.5 Druckunterschiede

Statischer Druck ist der (Stau-)Druck in einem geschlossenen System, aus dem keine Luft entweicht.

Dynamischer Druck am Auslass ist der Druck, der am Auslassventil der Stichleitung ansteht, wenn Druckluft entnommen wird bzw. ein Werkzeug arbeitet.

Dynamischer Druck an der Wartungseinheit ist der an der Einheit gemessene Druck (Manometer), wenn Druckluft entnommen wird bzw. ein Werkzeug arbeitet.

Dynamischer Druck am Werkzeugeinlass ist der am Werkzeug anstehende Fließdruck, wenn ein drehzahlgeregeltes Werkzeug (wie z. B. Schleifer) arbeitet oder ein ungeregeltes (wie Schrauber) im Leerlauf dreht.



10. DRUCKLUFTVERTEILUNG

Die Luftverteilung ist die kritische Verbindung zwischen der Kompressorstation und den Luftverbrauchern, beispielsweise Werkzeugen. Sie sollte aus einem leistungsfähigen System von Luftleitungen und Zubehör bestehen, wie es etwa bei dem Air-Net-System von Atlas Copco der Fall ist. Die Leistung von Luftwerkzeugen hängt zum allergrößten Teil von der Fähigkeit des Systems ab, die richtige Menge Luft mit der richtigen Qualität und dem richtigen Druck zur Verfügung zur stellen. Die Kriterien zur richtigen Auslegung einer Druckluftleitung und ihrem Zubehör lassen sich besser verstehen, wenn man weiß, was beim Durchfluss verdichteter Luft durch eine Rohrleitung passiert.

10.1 Das System

Die Hauptleitung verteilt die Luft aus der Kompressorstation an die Ringleitung, das heißt an die Arbeitsplätze, an denen sie gebraucht wird. In einem großen System, das verschiedene Bereiche eines Werks und seiner Abteilungen bedient, sollte die Hauptleitung so eingerichtet sein, dass jeder Bereich separat abgeschaltet werden kann, ohne den Rest zu beeinflussen (z. B. bei Wartungsarbeiten). Um Wasser aus der verdichteten Luft zu trennen, sollte am tiefsten Punkt einer Leitung ein Kondensatsammler mit einem Ablassventil installiert werden.

Vorteile gibt es viele:

- bei Arbeiten an der Luftleitung muss nur die betroffene Abteilung abgeschaltet werden
- es gibt weniger Energieverluste, wenn nicht produzierende Bereiche abgeriegelt werden
- es ist einfacher, Leckagen zu finden
- es ist möglich, nur die wichtigsten Bereiche mit Luft zu versorgen, wenn die Kompressorkapazität einmal nicht für das ganze System reicht.

10.2 Hauptring und Zapfstellen

Die Ringleitung, die eine Werkhalle oder einen Produktionsbereich mit Druckluft versorgt, sollte so installiert sein, dass die angeschlossenen Verbraucher und Werkzeuge ohne überlange Stichleitungen erreicht werden. Normalerweise wird die Ringleitung wortwörtlich wie ein Ring um den gesamten Arbeitsbereich herumgeführt und die Druckluft aus zwei Richtungen eingespeist. So gibt es weniger Druckschwankungen, wenn irgendwo ein ungewöhnlich großer Luftverbrauch auftritt. Das sorgt für einen gleichmäßigen, stabilen Druck im ganzen System.

10.3 Die Stichleitung

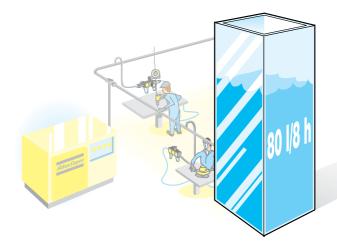
Die zum Entnahmepunkt führende Stichleitung ist der letzte Teil des Rohrnetzes und sollte so nahe wie möglich an den Arbeitsplatz heranreichen. So werden lange Schläuche und unnötige Druckverluste vermieden. Grundsätzlich sollte die Stichleitung schwanenhalsförmig von oben aus der Hauptleitung oder Ringleitung herausgeführt werden, wenn die Druckluft Restfeuchte enthält, die im Leitungsnetz kondensieren kann. Wird die Druckluft mit Trockenlaufkompressoren erzeugt, ist so ein Schwanenhals-Abgang freilich überflüssig.

10.4 Luftverbraucher (Werkzeuge mit Anschlusszubehör)

Wir beziehen uns hier auf alle Luftverbraucher hinter dem Kugelventil am Ende der Stichleitung. Also die Druckluftwerkzeuge, ihre Wartungseinheiten zur Luftaufbereitung und alle Komponenten, die Luft verbrauchen. Um Leckagen zu vermeiden und den kor-

rekten Druck beizubehalten, sollten das Anschlusszubehör wie auch die Werkzeuge selbst von wirklich guter Qualität sein. Das benötigte Anschlusszubehör hängt freilich sehr vom Werkzeugtyp und den damit auszuführenden Arbeiten ab.

Typische Beispiele für Anschlussbzw. Leitungsnetz-Zubehör sind: Ein Filter kombiniert mit einem Wasserabscheider, Druckregler, Nebelöler oder Direktschmiersystem sowie Schläuchen und Kupplungen bzw. Schnellkupplungen.



10.5 Luftaufbereitung

Atmosphärische Luft enthält Wasserdampf, mehr bei höheren Temperaturen und weniger bei Niedrigeren. Wird die Luft komprimiert, erhöht sich dessen Konzentration. Ein Kompressor mit einem Über- oder Arbeitsdruck von 7 bar und einer Kapazität von 200 l/s bei einer Ansaugluft von 20° C und 80 % effektiver Luftfeuchtigkeit wird im Laufe eines 8-h-Arbeitstages etwa 80 Liter Kondenswasser in die Leitung pumpen.

Die Menge des Wasserdampfs in der komprimierten Luft ist ein Problem, wenn und weil er kondensiert. Dadurch korrodieren die Leitungen, die Schmierung der Luftdruckwerkzeuge wird gestört und Werkzeuge können bei entsprechend niedrigen Temperaturen vereisen. Daher muss das Wasser so schnell wie möglich aus der Druckluft entfernt werden – direkt hinter dem Kompressor oder spätestens vor dem Eintritt ins Leitungsnetz.

10.6 Das Kondenswasser kann aus der komprimierten Luft auf unterschiedliche Weisen entfernt werden:

Luftbehälter

Ein Luftbehälter hinter dem Kompressor speichert die Druckluft. Wenn die heiße Druckluft im Luftbehälter abkühlt, fällt Kondenswasser aus und sammelt sich am Boden des Kessels. Darum wird ein Druckkessel immer mit Wasserfallen in den Rohren eingesetzt. Dies ist die billigste und älteste Methode, aber auch die, die das wenigste Wasser abscheidet.

Nachkühlung

Es gibt luft- oder wassergekühlte Nachkühler, um die heiße komprimierte Luft abzukühlen. Ein Nachkühler enfernt 65 bis 75 % des Feuchtegehalts der Druckluft. Er wird in fast allen stationären Kompressoranlagen verwendet; in modernen Kompressoren ist er standardmäßig eingebaut.

Kältetrockner

Kältetrockner kühlen die komprimierte Luft, wobei eine große Menge ihres Feuchtegehalts kondensiert und ausgeschieden wird. Nach der Kühlung wird die Luft wieder auf etwa Ansaugtemperatur erhitzt, sodass die Kondensation nicht im Leitungssystem anfällt. Kältetrockner haben Drucktaupunkte von +2 bis +10 °C über der Ansaugtemperatur.

10.7 Adsorptionstrocknung

Bei der Adsorptionstrocknung wird der in der Druckluft enthaltene Wasserdampf auf physikalischem Wege an ein Trockenmittel gebunden und bei dessen Regenerierung wieder abgelöst. Heiß regenerierende Trockner regenerieren das Trockenmittel bei Verwendung eines ölfrei verdichtenden Schraubenkompressors (wie die Z-Modelle mit MDTrockner von Atlas Copco) durch die Kompressionswärme. Es kann ein Drucktaupunkt von -20 °C und darunter erreicht werden. Ein MD-Adsorptionstrockner mit einer Kapazität von 1000 l/s braucht nur etwa 120 W.

Einem Adsorptionstrockner sollten Nachkühler vorgeschaltet sein, um die Luft schon vorher so gut wie möglich zu entfeuchten. Wird mit ölgeschmierten Kompressoren verdichtet, dann muss dem Adsorptionstrockner unbedingt ein Ölfilter vorgeschaltet werden. In den meisten Fällen wird nach der Adsorptionstrocknung noch ein Partikelfilter benötigt.

10.8 Andere Methoden

Andere Methoden sind die Überverdichtung (für kleine Volumenströme) und die Absorptionstrocknung (Bindung des Wasserdampfs durch eine chemische Reaktion), die sich wegen ihrer Kosten jedoch nur in Sonderfällen durchsetzen konnte.

10.9 Wasserabscheider und Filter

Einige der beschriebenen Luftaufbereitungsmethoden führen zu sehr guten Ergebnissen, sprich zu trockener, sauberer Druckluft. Es empfiehlt sich jedoch immer, Wasserabscheider und Filter ins Luftnetz einzubauen. Ein kleiner Defekt in der Kompressorstation kann zu Wasser und Partikeln in den Leitungen führen, die herausgefiltert werden müssen. Schon kleine Mengen von Wasser können Rost und andere Festpartikel im Gefolge haben, die unbedingt herauszufiltern sind.

10.10 Kosten für Rohrleitungen

Die Installation einer neuen Druckluftverteilung ist ein Investment, das sich durch verbesserte Produktivität, bestehend aus geringem Gewicht und geringer Größe der Werkzeuge, auszahlt. Zudem macht Wärmerückgewinnung die Kompressorinstallation effizienter.

ATLAS COPCO-TASCHENBÜCHER

Titel	Bestellnummer
Air motors	9833 9067 01
Drilling with handheld machines	9833 8554 01
Grinding	9833 8641 01
Percussive tools	9833 1003 01
Impulsschrauber	9833 1225 04
Screwdriving	9833 1007 01
Die Kunst der Ergonomie	9833 8587 04
Einführung in die Schraubtechnik	9833 8648 04
Vibration exposure power tools	9833 1508 01
Kabelmanagement	9833 1640 04
Ergonomie bei Handwerkzeugen	9833 1162 04



Twitter - AtlasCopcoTools. Linkedin - Atlas CopcoTools.

WIR BRINGEN NACHHALTIGE PRODUKTIVITÄT

www.atlascopco.com

