

## Richtlinien und Tipps im Bereich Drucklufttechnik

Sehr geehrte Damen und Herren,

dieser Leitfaden soll Ihnen dazu dienen, den Sachverhalt und Aufbau eines Kompressors besser kennen zu lernen.

### Grundwissen im Bereich Kompressoren / Drucklufttechnik

Es gibt folgende Modellvarianten:

#### direktgekuppelter Kompressor:

Die Welle, die den Kolben bewegt ist durch eine Ankerwelle fixiert.

Diese Welle ist in direktem Kontakt mit der Motorwicklung.

Der Kolben wird durch die Kurbelwelle und einem elektromagnetischen Feld in Drehrichtung nach oben und unten bewegt, dadurch kann der Kolben durch die entstehende Kompression im Laufzylinder den Druck in den Kessel pressen.



#### Vorteile:

- geringere Produktionskosten
- geringeres Gewicht
- günstiger Preis für den Endkunden

Durch den direkten Kontakt der Kurbelwelle aus Stahl und der Wicklung aus Kupfer kann es bei niedrigen Temperaturen unter 5 Grad zu leichten Ausdehnungsspannungen kommen.

Dadurch können leichte Anlaufschwierigkeiten entstehen, was den Kunden natürlich beunruhigt. Dieses Phänomen ist durch einen kleinen Trick einfach zu lösen.

Gerät im Abstand von ca. 5 Sekunden mehrmals "Ein" und "Ausschalten" dies hat zur Folge, dass sich durch die Stromzufuhr die Kupferwicklung ausdehnt und ein einwandfreier Anlauf gewährleistet ist.

## Keilriemenbetriebene Kompressoren:

Diese Art von Kompressoren findet man am häufigsten als Doppel Zylinderkompressor, die Kolben sind nebeneinander angeordnet, auch Reihenaggregat genannt. Mittlerweile auch als 3 Zylinder in V-Form erhältlich.

Der Motor und das Druckluftherzeugende Aggregat sind voneinander getrennt, das hat den Vorteil dass der Kompressor ruhiger läuft und ein besserer Wirkungsgrad bei der Druckerzeugung erreicht wird. Durch die getrennten Bauteile kann es kaum zu Kältespannungen bei Temperaturen unter 5 Grad kommen.

Durch die 2 arbeitenden Kolben, wird ein höheres Luftfördervolumen erreicht.

Weiterhin bezeichnet man diese Geräte als "Langsamläufer" Der E-Motor läuft mit 2800 U/min, durch die Untersetzung läuft das Aggregat mit ca. 900 - 1200 U- min je nach Größe der verbauten Antriebsscheibe.



### Vorteile:

- optimal für den anspruchsvollen Einsatz geeignet.
- sehr gute Kühlungseigenschaften dadurch langlebig.
- 2 max. 3 Kolben ( **je nach Ausführung** ) dadurch mehr Luftfördervolumen.
- Langsamläufer und ruhige Laufeigenschaften mit verminderter Geräuschkulisse.

## **Unterscheidung zwischen ölfreien und ölgeschmierten Kompressoren**

### **ölfreie Kompressoren:**

So werden Kompressoren bezeichnet die keine Ölschmierung besitzen, und dadurch nicht für den Dauereinsatz geeignet sind.

**d.h.: 2,5 Min Laufzeit und eine Abkühlzeit von 5 Min**

### Vorteile:

- wartungsarm.
- können auch liegend transportiert werden da kein Öl auslaufen kann.
- leichteres Gewicht und gut zu transportieren.

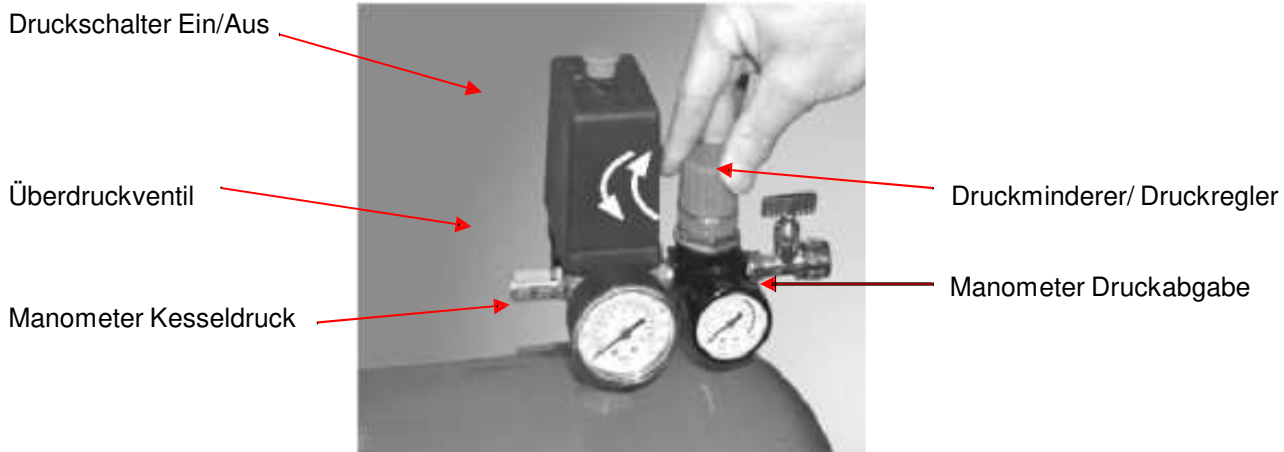
### **ölgeschmierte Kompressoren:**

So werden Kompressoren bezeichnet bei denen die Kurbelwelle und der Kolben im Laufzylinder durch einen Ölfilm geschmiert werden.

### Vorteile:

- laufruhig.
- geringere Lautstärke.
- Sehr gute Laufeigenschaften.

## Die wichtigsten Baugruppen eines Kompressors:

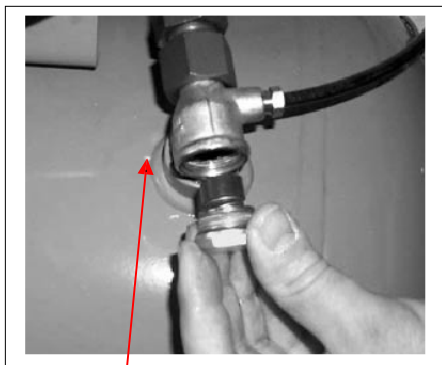


**EINSCHALTEN** - Durch ziehen, Drehen oder Drücken des Schalters am **Druckschalter** setzen Sie den Kompressor in Betrieb.

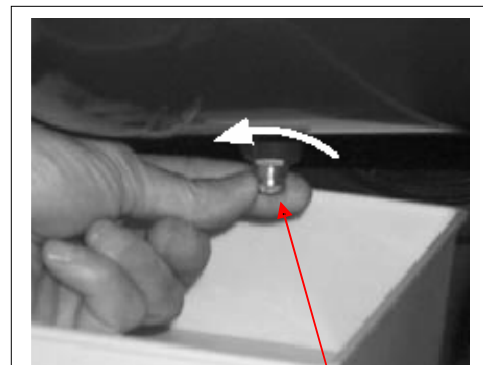
**AUSCHALTEN** - Den Kompressor immer mit der Ausschalttaste oder dem Drehschalter ausser Betrieb setzen. Niemals durch herausziehen des Steckers, denn dann ist das Entlastungsventil für den erforderlichen drucklosen Wiederanlauf funktionslos.

**ANLAUFENTLASTUNG** - Bei manchen Modellen **mit Wechselstrommotoren (230v)** ist zusätzlich ein Anlaufentlastungsventil montiert, das erst schließt, wenn in der Druckleitung ein Gegendruck von ca. 1,2 – 2 bar erreicht wird. Während dieser Zeit bläst das Ventil einen Teil der geförderten Druckluft ab. der Abblasvorgang kann bis zu einer Minute dauern.

**Druckminderer** – Der Arbeitsdruck wird am Druckregler eingestellt. Regelbereich des Arbeitsdruckes 0-7 bar.  
**Achtung** Reguliermechanik kann durch überdrehen beschädigt werden. Wird der Druck ständig auf Höchstwert gehalten, so führt das zu einem schnelleren Verschleiß der Membrane. Es empfiehlt sich daher, nach Gebrauch den Wert auf null zu entlasten.



**Rückschlagventil**



**Ablassschraube**

**das Rückschlagventil** verhindert ein Zurückströmen der Druckluft aus dem Behälter.

Bei Abnutzung oder Verschmutzung kann der Ventilsitz oder Ventilkegel beschädigt werden. In diesem Fall bläst bei Stillstand des Kompressors die Druckluft aus dem Entlastungsventil unter dem Druckschalter heraus.

**Abhilfe** – Komplettes Rückschlagventil austauschen oder bei geringer Verschmutzung reinigen.

**Wichtig** – Vor Durchführung dieser Arbeiten immer Netzstecker ziehen und Behälter drucklos machen.

angesaugte Luft enthält immer Kondensat.

Es fällt an im Druckluftbehälter. Das Kondensat muß regelmäßig über die Ablassschraube abgelassen werden.

**Achtung:** Ventil nur eine halbe Umdrehung öffnen, wenn der Druckbehälter unter Druck steht.



Nach der ersten Arbeitsstunde, sollten die **Zylinderkopfschrauben** geprüft und ggf. mit einem Schlüssel nachgezogen werden. Es wird ein durchbrennen der Dichtungen für die Ventilplatte verhindert.

Es ist darauf zu achten das der Kompressor in einer geeigneten Arbeitsumgebung steht. Verunreinigte Luft z.B. beim Lackieren wird ansonsten direkt in das Aggregat eingesogen und kann Beschädigungen an der Ventilplatte und anderen Bauteilen verursachen. Der **Luftfilter** ist daher des Öfteren zu reinigen.

## Anzugsmomente NM

	NM	NM	Wann ?
	Anzugsmoment minimal	Anzugsmoment maximal	
<b>Schraube M6</b>	10	12	Nach der 1. Arbeitsstunde
<b>Schraube M8</b>	23	28	Nach der 1. Arbeitsstunde
<b>Schraube M10</b>	45	55	Nach der 1. Arbeitsstunde
<b>Schraube M12</b>	77	94	Nach der 1. Arbeitsstunde
<b>Schraube M14</b>	124	150	Nach der 1. Arbeitsstunde

### Was ist bei Inbetriebnahme eines Kompressors zu beachten?

- Kondenswasser Ablassschraube prüfen ob geschlossen.
- bei Keilriemenkompressoren beiliegende Schnellkupplung in den Kessel einschrauben.
- bei 400 Volt Motoren die Drehrichtung prüfen und gegebenenfalls über Phasenwenderstecker ändern.
- es ist drauf zu achten das der Kompressor in einer geeigneten Arbeitsumgebung steht.
- Verunreinigte Luft z.B. beim Lackieren wird ansonsten direkt in das Aggregat eingesogen. und kann Beschädigungen an der Ventilplatte und anderen Bauteilen verursachen.
- 5. Nach der 1. Arbeitsstunde, sollten die Zylinderkopfverschraubungen geprüft werden um ein durchbrennen der Dichtungen zu verhindern.

### Wartung eines Elektrokompessors:

Die Wartung obliegt dem Kompressorbesitzer, ein Ölwechsel sollte in regelmäßigen Intervallen durchgeführt, entweder alle 100 Betriebsstunden oder dann wenn das Öl dunkel verfärbt ist. Dadurch werden beanspruchte Bauteile wie Kurbelwelle oder Kolben optimal gepflegt. Überall dort wo Luft komprimiert wird, entsteht Wärme. Da wo Wärme besteht, entsteht Kondenswasser was sich bei einem Kompressor im Kessel sammelt. Deshalb ist ein regelmäßiges ablassen des Wassers mit der Ablassschraube absolut notwendig. Übermäßiges Kondenswasser führt zu einem erhöhten Bauteileverschleiß und fördert Rostbildung im Kesselinneren.

### Wartung und Inbetriebnahme:

#### **Kompressoren mit 230 Volt Motor**

Bei 230 Volt Kompressoren ist die Drehrichtung des Motors nicht vor Inbetriebnahme zu kontrollieren, d.h. die Drehrichtung ist irrelevant bzw. automatisch ab Werk vorgegeben.

Von der Verlängerung eines Kompressors mit Hilfe eines Verlängerungskabels wird abgeraten. Verlängerung nur möglich mit max. 5 Meter mit einem Querschnitt von mindestens 3 x1,5mm.

### Warum ?

Je höher ein Kompressor den Druck im Kessel aufbaut, desto mehr Strom / Ampere benötigt der Motor.

Durch ein längeres Stromkabel bzw. ungeeigneten Querschnittes, vergrößert sich der Widerstand in der Leitung und der Stromfluss wird erhöht.

Dies hat zur Folge dass der Motorkondensator beschädigt wird oder der Motorüberschutzschalter auslöst.

### Wichtig:

**Eine Falsche Drehrichtung des Kompressoraggregates führt zur Überhitzung und Dichtungsschäden.**

**Tip:** 230 Volt Kompressoren immer direkt in die Steckdose, sollte eine längere Arbeitsstrecke benötigt werden, Druckluftschläuche als Verlängerung verwenden.

### **Kompressoren mit 400 Volt Motor**

#### **Wie kann man die Drehrichtung prüfen?**

Die Drehrichtung ist auf der Keilriemenabdeckung auf der Seite des Verdichters ersichtlich und zeigt in Pfeilrichtung die Drehrichtung an.

Meistens ist zusätzlich die Drehrichtung des Motors mit einem Roten Pfeil auf der Lüfterabdeckung des Motors angegeben.



#### **Wie kann ich die Drehrichtung des Motors ändern?**

Benutzen Sie bei 380 V Kompressoren immer einen Phasenwenderstecker um bei falscher Drehrichtung problemlos die Phasen L2 und L3 ändern zu können. Somit wird die Drehrichtung ohne direkten Kabeleingriff geändert.



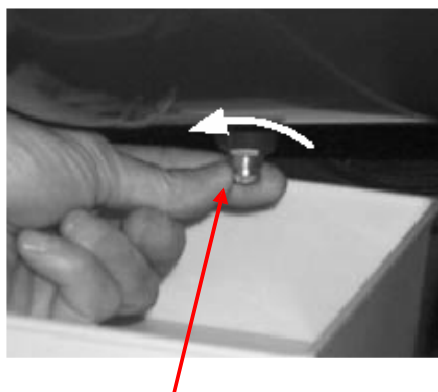
### Die häufigsten Anwendungsfehler beim Kompressor 450-50



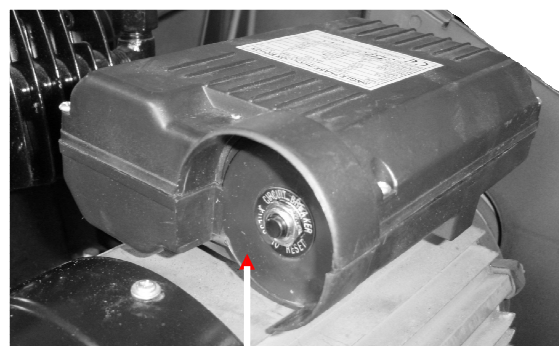
Fehler	Ursache / Fehlerbehebung
Haussicherung fliegt heraus	unbedingt träge Absicherung verwenden 16 A Typ B
Motor wir beim Druckaufbau langsamer.	Verlängerungskabel zu lang. Netzkabel des Kompressors direkt in die Steckdose stecken.
Gerät funktioniert nicht mehr.	Motorschutzschalter prüfen ggf. wieder betätigen durch reindrücken. ( <b>Bild 3</b> )
Bei Neugerät kein Druckaufbau	Ablassschraube ( <b>Bild 2</b> ) am Kessel prüfen / mitgelieferte Schnellkupplung am Kesselanfang montieren.
Kein Druckaufbau / Luft zischt über Druckschalter ständig ab.	Rückschlagventil prüfen bzw. reinigen. ( <b>Bild 1</b> )



**Bild 1**



**Bild 2**



**Bild 3**

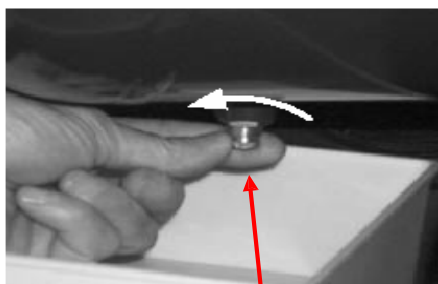
### Die häufigsten Anwendungsfehler beim Kompressor 400-10-50



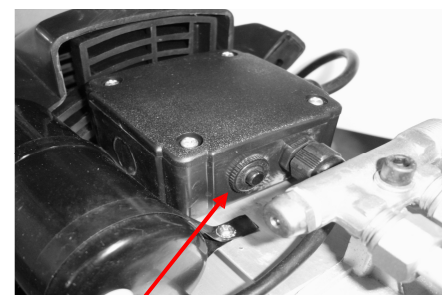
Fehler	Ursache / Fehlerbehebung
Haussicherung fliegt heraus	unbedingt träge Absicherung verwenden 16 A Typ B
Motor wir beim Druckaufbau langsamer.	Verlängerungskabel zu lang. Netzkabel des Kompressors direkt in die Steckdose stecken.
Gerät funktioniert nicht mehr.	Motorschutzschalter prüfen ggf. wieder betätigen durch reindrücken. ( <b>Bild 3</b> )
Bei Neugerät kein Druckaufbau	Ablassschraube ( <b>Bild 2</b> ) am Kessel prüfen / mitgelieferte Schnellkupplung am Kesselanfang montieren.
Kein Druckaufbau / Luft zischt über Druckschalter ständig ab.	Rückschlagventil prüfen bzw. reinigen. ( <b>Bild 1</b> )



**Bild 1**



**Bild 2**



**Bild 3**

## Zusatzinfo Winterbetrieb bei direktgekuppelten Kompressoren:

Bei direktgekuppelten Kompressoren ( s.h Beispielbilder ) kann es im Winter bei Temperaturen unter 5 Grad + zu Anlaufschwierigkeiten des Motors kommen. Die ist eine normale physikalische Reaktion der verbauten Metalle im Motor auf die Umgebungstemperatur. Daher wird empfohlen die Maschine generell bei 10 Grad + zu lagern um Kältespannungen zu verhindern.

Um eine leichteren Anlauf bei niedrigen Temperaturen zu verbessern kann auch ein Ölwechsel mit Leichtlauföl 5W-30 Abhilfe schaffen.



### Die häufigsten Fehler, Ihre Ursachen und Ihre Behebung bei Kompressoren

Fehler	Ursache	Fehlerbehebung
Gerät baut keinen Druck auf	Ablassschraube nicht geschlossen, Transportstopfen des Luftfilters nicht entfernt, mitgelieferte Schnellkupplung nicht im Kessel montiert ( <b>Achtung wird zusammen mit der Bedienungsanleitung in einer Tüte angeliefert</b> )	Ursachen prüfen und gegebenenfalls korrigieren
10 bar Kompressor baut nur bis 8 oder 9 bar Druck auf	Druckschalter nicht korrekt eingestellt	Druckschalterabdeckung entfernen, Druckstellschraube in + Richtung 1 Umdrehung nachdrehen, 1 Umdrehung nach + oder - = 1 Bar Druck mehr oder weniger
Gerät schaltet ab, Druck entweicht am Druckschalter, <b>nach dem Abschalten ist ein leichtes Zischen zu hören.</b>	Kesselrückschlagventil verschlissen oder verschmutzt	Kesselrückschlagventil ersetzen oder Reinigen ( <b>s.h Seite 3</b> )
Bei Neugerät reagiert die Sicherung im Sicherungskasten	Bei Geräten mit 2,2 KW – 230 V Motor kann die Sicherung durch zu schwache Auslegung im Sicherungskasten zu früh reagieren.	Sicherung ersetzen durch Träge Sicherung 16 A Typ B, bzw. an einem vorhandenen Stromkreislauf nutzen.
Gerät läuft normal an, der Motor wird immer langsamer	Bei 230 V Geräten kommt es durch ungeeignete Verlängerungen zum Spannungsabfall und der Motor erhält nicht genügen Strom zum korrekten Lauf.	Direkt in die Steckdose stecken bzw. geeignete Verlängerungen verwenden mind. <b>2,5 x 3</b>
Bei 380 V Gerät löst der Motorschutz bei 2 bar Druck aus.	<b>ACHTUNG:</b> Phasenfehler Steckeranschluß prüfen	Elektriker verständigen zur korrekten Inbetriebnahme
Bei 380 V Gerät wird der Motor sehr heiß und hat Drehzahlschwankungen	<b>ACHTUNG:</b> Phasenfehler Steckeranschluss prüfen	Elektriker verständigen zur korrekten Inbetriebnahme

# Elektrotechnisches Grundwissen zur optimalen Nutzung eines Kompressors

Ob ein Kompressor bei der Inbetriebnahme einwandfrei anläuft ist zunächst IMMER von einer einwandfreien Stromzuleitung abhängig.

## **Für 230 V Geräte gelten folgende Betriebsvorschriften:**

Absicherung der Haussteckdose IMMER mit 16 A **TYP C**, die C Sicherungsautomaten sind für Geräte die einen hohen Anlaufstrom haben wie es bei den Kompressoren vorkommt, wenn eine zu kleine Absicherung verbaut ist fliegt die Sicherung.

Eine Auslieferung eines Produktionsseitig defekten Kompressors ist zu 99,99 % ausgeschlossen da JEDER Kompressor auf der Produktionslinie Probe läuft.

## **Für 400 V Geräte gelten folgende Betriebsvorschriften:**

Fahrbare Kompressoren bis 90 Liter werden mit einem montierten Phasenwenderstecker ausgestattet, stationäre Anlagen nicht da hier durch die stationäre Eigenschaft die Inbetriebnahme von einem Elektriker nach VDE vorgenommen werden muss.

Der häufigste Schaden bei 400 V Geräten sind Motorschäden die bedingt durch eine falsche Absicherung und eine falsche Inbetriebnahme entstehen.

## **Bsp. Falscher Steckeranschluss:**

Ein Kompressormotor hat 3 Phasen ( keine 4 wie Bsp. bei Bandsägen da Bandsägen einen Rückwärtsgang haben Kompressoren nicht )

$3 \times 230 \text{ V} = 400 \text{ V}$  – Motorkabel inkl. Schutzleiter = 4 Kabel.

Auf jedem Kabel muss je 230 V angeschlossen werden da ansonsten das Drehfeld im Motor nicht freigegeben wird und ein „Brummen“ die Folge ist.  $L1 + L2 + L3$  je 230 V = 400 V

Leider kommt es dazu das wenn keine Fachkräfte die Kompressoren anschließen das Blaue Zuleitungskabel an N = Neutral angeschlossen wird wie es teilweise bei 230 V verwendet wird, dass hat zur Folge das der Kompressor nur mit 2 Phasen auf 230 V läuft dann schaltet der Druckschalter am Kompressor welcher einen integrierten Motorschutz hat automatisch bei 1 – 2 bar ab um den Motor zu schützen. Dieser Fehler muss sofort behoben werden, eine Nutzung in diesem Zustand führt zu unweigerlich zu einem Motorschaden.



Phase L1 – L2 und L3 +  
Schutzleiter N darf nicht  
angeschlossen werden !

## **Bsp. Falsche Absicherung**

Je nach KW Leistung des Motors ist auch hier die richtige Absicherung zu beachten

Bsp 2,2 KW 16 A – 3 KW 16 A – 4 KW 16 -20 A – 5,5 KW 20 A – 7,4 KW – 20-25 A

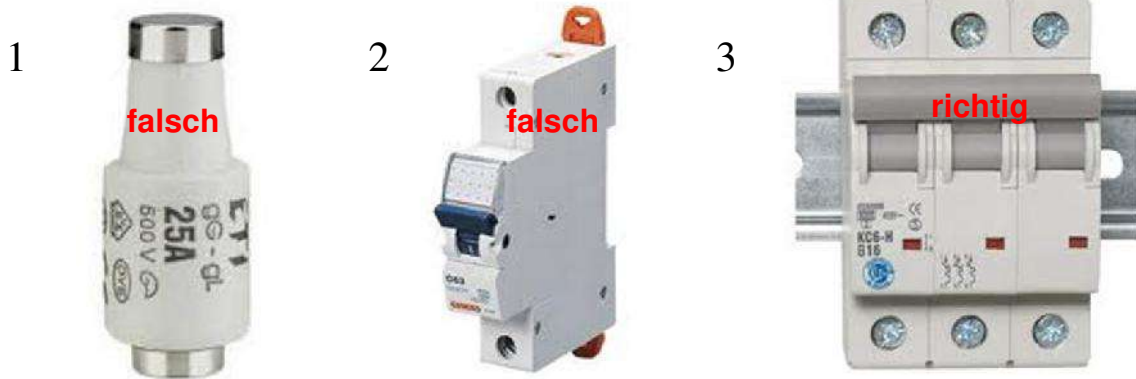
Problematisch ist hierbei folgendes:

Bei einem 230 V Motor ist 1 Phase vorhanden gibt es hier ein Problem fliegt die Sicherung und die Leitung ist stromlos.



Bei 3 Phasen sprich 400 V gibt es verschiedene Absicherungsmöglichkeiten:

1. Schmelzsicherungssystem ( Jede Phase ist mit einer einzelne Schmelzsicherung abgesichert.
2. Einzelfallsicherung ähnlich wie bei Schmelzsicherung jedoch mit Kippschalter
3. Leitungsschutzschalter (sprich alle Phasen laufen über eine Sicherung fällt eine Phase ist die komplette Leistung stromlos.



Dies ist aus folgendem Grund von Bedeutung:

Fällt warum auch immer bei Variante 1 oder 2 eine Phase durch eine Überspannung im Leistungssystem und der Kompressor schaltet im AUTO Betrieb wieder zu fehlt hier die Phase zu der die Sicherung ausgelöst hat dies hat zur Folge, dass der Motor brummt und nach kurzer Zeit durchbrennt da hier der Motorschutz nicht reagieren kann ( im Gegensatz zum Fehlstrom bei 0 Leiter Anschluss )

Aus diesem Grund MUSS nach VDE Jede Zuleitung mit einem Leitungsschutzschalter versehen sein um zu gewährleisten, dass im Falle einer Leistungsüberlastung die kompletten Zuleitungen stromlos sind und der Elektromotor nicht anlaufen kann.

Es gibt die Möglichkeit ein so genanntes Phasenkontrollrelais zu verbauen, welches aber im Gegensatz zu den Kosten des Kompressors preislich uninteressant ist. Bei Schraubenkompressoren ist dieses Relais serienmäßig verbaut um die Mikroprozessoranlage und die Elektrik komplett zu schützen.

Das Kontrollrelais erkennt ob alle Phasen korrekt anliegen und gibt dann erst den Anlauf frei, sollte eine fehlerhafte Phase vorhanden sein geht das Relais auf Störung.



Phasenkontrollrelais

# Die Top 5 der Inbetriebnahmefehler bei einem Kompressor

## Die Top 5 Fehler bei einem Elektrokompessor

Jeder Kompressor wurde bei der Produktion einem Probelauf unterzogen somit ist sichergestellt, dass eine Fehler bei der Inbetriebnahme zu 99,99 % durch eine falsche Inbetriebnahme verursacht wurde.

Anbei die Top 6 Fehler die bei der Inbetriebnahme und im normalen Betrieb vorkommen können.

### **1. Gerät baut keinen Druck auf.**

Fehlerursache: Mitgelieferte Schnellkupplung nicht montiert: Bei den 50 und 90 Liter Geräten werden die Schnellkupplungen lose beigelegt, dies hat damit zu tun das die Gefahr einer Transportbeschädigung durch die herausstehende Kupplung höher ist, daher wird diese beigelegt.

Fehlerursache: Kugelhahn zum Kondensatablass ist nicht geschlossen

### **2. Beim Einschalten fliegt die Sicherung raus:**

Fehlerursache: Ungenügende Hausabsicherung oder falsch angeschlossener CEE Stecker bei 400 V Geräten – Elektrik prüfen

### **3. Motorschutzschalter fliegt am Kompressor**

Fehlerursache: Der Motorschutz schützt den Elektromotor bei 230 V Geräten vor einer Überspannung, unbedingt Verlängerungskabel entfernen. Lange Wegstrecken mit Druckluftschläuche überbrücken. Verlängerungskabel mit Mindestquerschnitt 2,5 m<sup>3</sup> verwenden und einen zu hohen Widerstand in der Leistung zu vermeiden ( Ohmsches Gesetz )

### **4. Stationäre Anlage wird Ohne Stecker geliefert**

Erklärung: Stationäre Anlagen müssen von einem Elektriker vor Ort und dem bestimmten Aufstellungsort vorgenommen werden.

### **5. 230 V – 400 V Kompressor brummt nur noch**

Fehlerursache: 230 V Kompressor Kondensator defekt , 400 V Kompressor 1 Phase fehlt

# Technische Grundfunktion eines Kolbenkompressors

## Bezeichnungen:

1. Luftfilter
2. Rückschlagventil
3. Entlastungsschlauch
4. Ölschauglas
5. Verdichterblock – 2 STUFIG
6. Elektromotor
7. Keilriemen
8. Druckschalter
9. Kesseldruckmanometer



## Betriebszyklus

Der Elektromotor wird über Schalter (8) gestartet, unter dem Schalter befindet sich ein Entlastungsventil das bis zu einem Druck von 1 bar abbläst, dies hat den Zweck das der Kompressor bei jedem Anlauf Lastfrei ohne Gegendruck anlaufen kann.

Der Entlastungsschlauch (3) ist mit dem Rückschlagventil (2) verbunden, das Rückschlagventil hat die Aufgabe eine zurückströmen der Druckluft in das Druckrohr, und damit einen Gegendruck zu verhindern.

Der vorhandene Druck in der Leitung wird über den Druckschalter beim stoppen des Gerätes abgeblasen ( deshalb auch das hörbare Zischen beim stoppen des Kompressors ). Sollte das Rückschlagventil (2) verschlissen oder verschmutzt sein kann es im Ventilsitz nicht mehr sauber schließen, dies hat zuzufolge, dass durch die Leitung (3) die zum Druckschalter führt ständig Luft abgeblasen wird.

Der Elektromotor (6) treibt über einen ( **ab 4 KW Motor 2 Riemen** ) Antriebsriemen den Verdichter 5 an.

Der Verdichter (5) saugt über den Luftfilter (1) die Umgebungsluft an und komprimiert diese im Verdichtersystem (5), nachdem die Druckluft verdichtet ist wird diese über das Druckrohr in den Druckkessel gedrückt und kann dort über einen Druckregler oder Kugelhahn entnommen werden.

# Unterschied 1 und 2 Stufige Verdichtung

## 1 Stufen Verdichtung:

1 Stufen Verdichter gibt es auch als 1,2 oder sogar 3 Zylinderkompressoren. Jeder einzelne Kolben drückt die angesaugte Luft nach der Komprimierung direkt in den Kessel.

**1. Kolbenhub ansaugen – 2. Kolbenhub direkt in den Kessel drücken**

## 2 Stufen Verdichtung

Bei der 2 Stufen Verdichtung gibt es eine Große und eine kleine Kolbenkammer dies kann man sehr gut erkennen wenn man von oben auf den Zylinderkopf schaut.

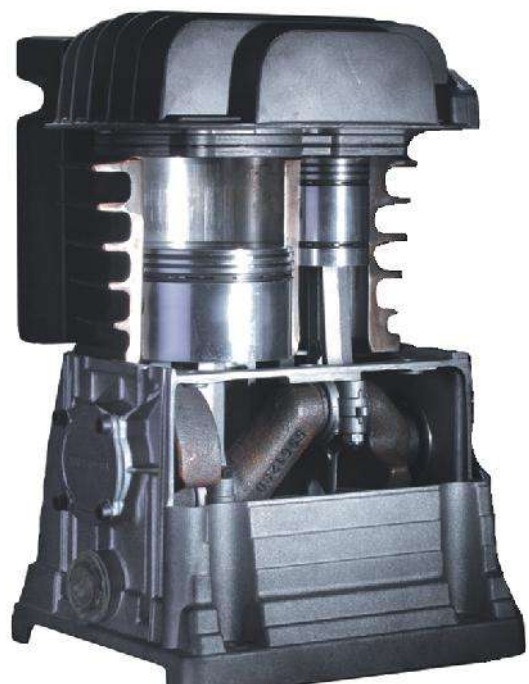
Der erste Kolbenhub (aus dem großen Zylinder ) saugt die Umgebungsluft an und presst diese dann durch eine Umgehungsleitung in die 2. Kolbenkammer ( daher 2. STUFEN ) in der 2. kleineren Stufe wird das Druckvolumen aus der 1. Kolbenkammer hochkomprimiert und dann erst in den Kessel gedrückt.

Mit 1 stufigen Kolbenverdichtern sind die Liefermengen wie mit den 2 stufigen kaum zu erreichen zumal hier die Baugröße der benötigten Kolben immens wäre, durch die Hochkomprimierung des 2 Stufen Systems entsteht ein höherer Wirkungsgrad der eine höhere Liefermenge wird erzielt.

**1 Stufen Verdichter mit 2 Zylindern**



**2 Stufen Verdichter**



# Technische Grundfunktion eines Schraubenkompressors

## **Schraubenkompressoren**

haben durch das spezielle Verdichtersystem die Eigenschaft für den Dauereinsatz nutzbar zu sein, dass kommt dadurch, dass das zur Schmierung verwendete Öl durch einen kontinuierlichen Kühl- und Filterzyklus immer die optimale Betriebstemperatur hat und eine Überhitzung nicht möglich ist. Durch das Öl werden die Reibungskräfte auf ein minimales verringert was ebenfalls den Dauerlauf begünstigt. Durch die lineare Verdichterbewegung der beiden Schraubenprofile ist der Antrieb schwingungsarm und dadurch auch sehr leise was ebenfalls als Vorteil anzusehen ist.

Schraubenkompressoren haben durch das perfekt abgestimmte Verdichtersystem einen hohen Wirkungsgrad.

Spruch: Die Aufgewendete Energie ( KW ) wird optimal mit sehr wenig Verlust genutzt und in effektive Lieferluft umgesetzt.

Bsp. 5,5 KW Kolbenkompressor = ca. 700 L Liefermenge bei ca. 6 bar

Bsp. 5,5 KW Schraubenkompressor = ca. 700 l Liefermenge bei 10 bar ! = bei 6 bar ca. 800-850 L

Somit fast 22 % besseren Wirkungsgrad und dementsprechend auch Stromersparnis.

### **Vorteil Schraubenkompressor:**

- Sehr leise
- Für den 24 h Dauereinsatz geeignet
- Optimale Einstellbarkeit der Arbeitsparameter über Mikroprozessor
- Für die Industrie geeignet
- Langlebiger
- Hoher Wirkungsgrad dadurch Stromersparnis

### **Nachteile Schraubenkompressoren:**

- Höhere Wartungskosten

---

## **Kolbenkompressoren**

sind im Handwerk und der mittleren Industrie nicht mehr wegzudenken im richtigen Arbeitsumfeld eingesetzt ist ein Kolbenkompressor die richtige Wahl wenn er nicht überlastet wird.

Faustformel 20 Minuten Laufzeit – 5 Minuten Abkühlzeit, NICHT für 24 Stunden Einsatz geeignet.

Kolbenkompressoren haben bedingt durch die Reibung und das Verdichtersystem einen schlechteren Wirkungsgrad wie Schraubenkompressoren, was sich aber natürlich im Anschaffungspreis widerspiegelt.

### **Vorteil Kolbenkompressor:**

- Geringe Wartungskosten
- Geringere Anschaffungskosten

### **Nachteile Kolbenkompressoren:**

- Nicht für den Dauereinsatz geeignet
- Höhere Lautstärke

Resümee: Der richtige Kompressor für den richtigen Anwendungsweck, nur dann ist gewährleistet, dass der Endanwender das richtige Produkte für seine Anwendung hat und Effizient Arbeiten kann.

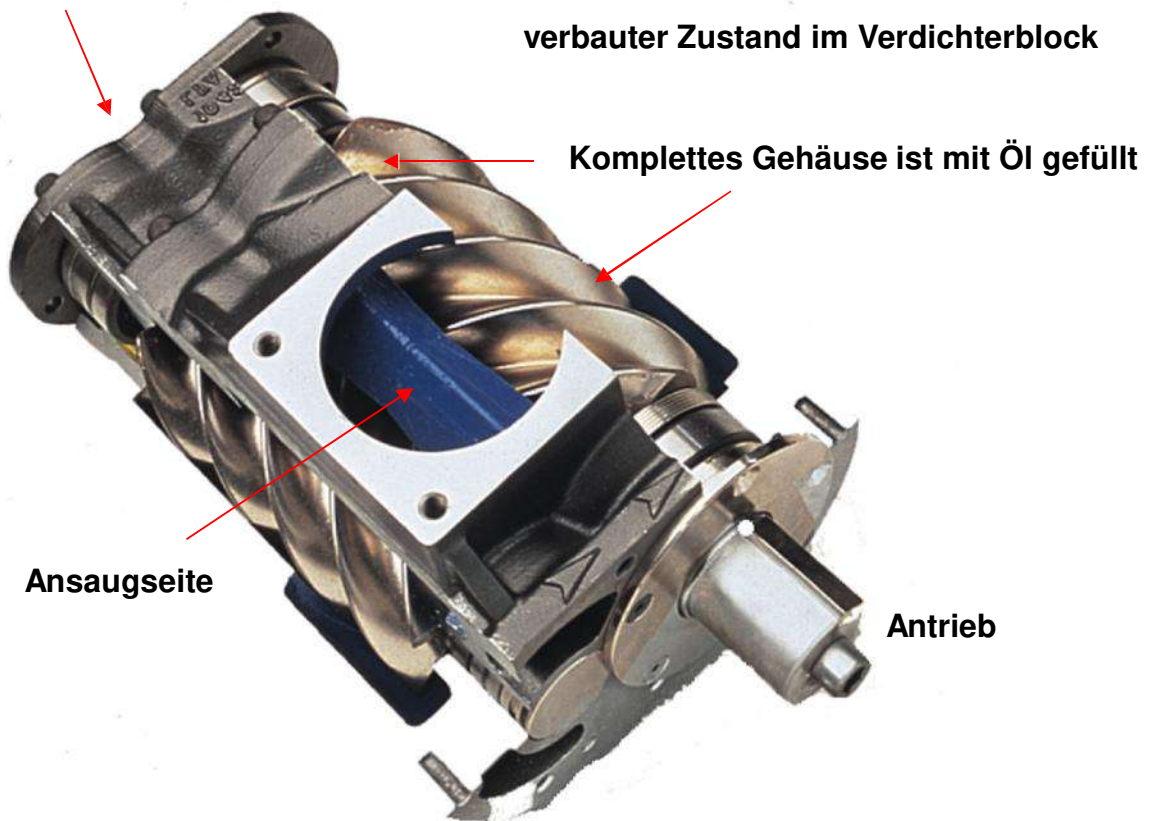
# Detailansicht eine Schraubenverdichters

unverbauter Zustand

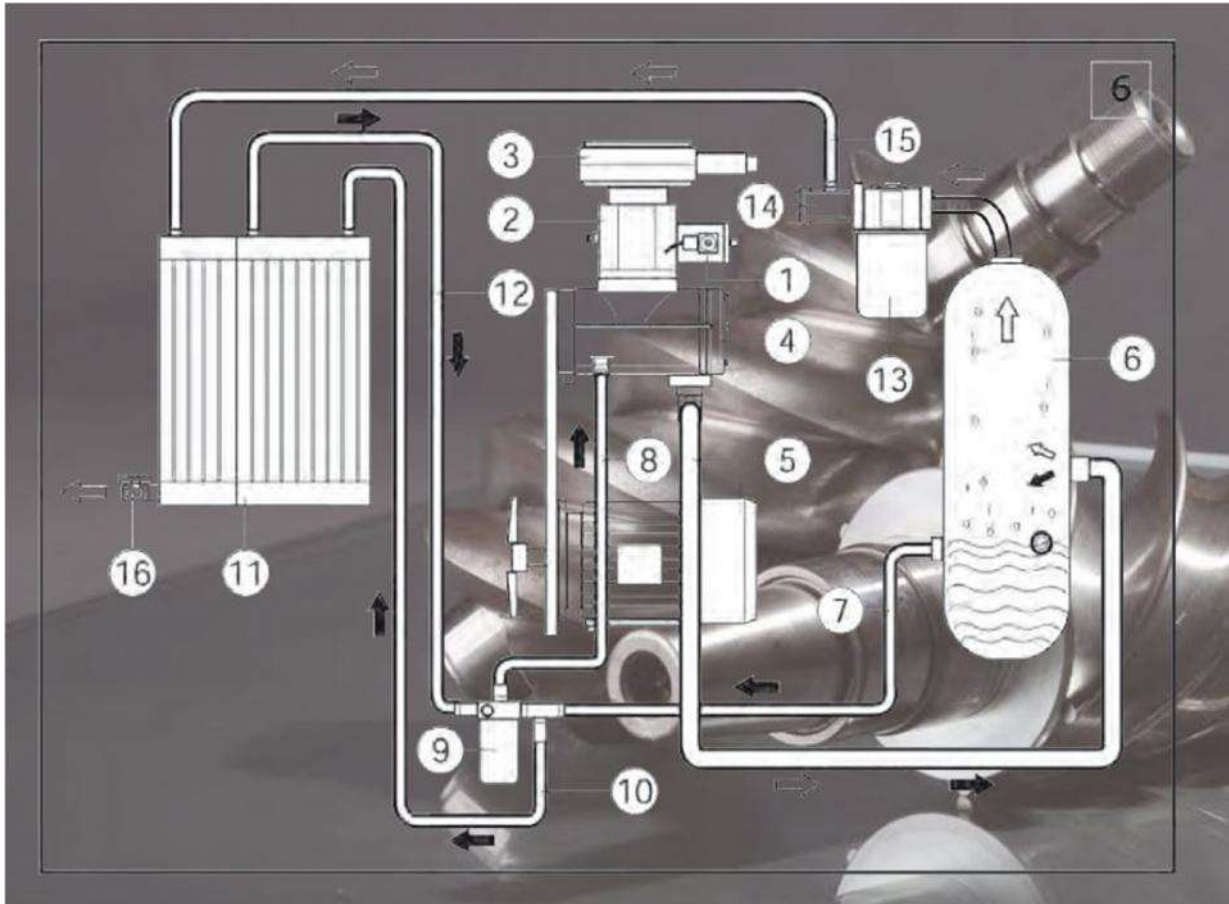


Weiterleitung der komprimierten Druckluft

verbauter Zustand im Verdichterblock



# Schraubenkompressoren



## Betriebszyklus eines Schraubenkompressors

Beim ersten Anlauf läuft der Motor über die „Stern-Dreiecksschaltungen an. Das Elektroventil (1) ist geöffnet und der Ansaugregler (2) ist geschlossen.

Der Kompressor bleibt für ca. 5-7 Sekunden in diesem Anlaufzustand. Ist die Zeit abgelaufen (über Zeitrelais), wird der Motor über „Dreieck“ versorgt: das Eckventil (1) bekommt Strom zugeführt und schließt sich. Dadurch wird das Öffnen des Ansaugreglers (2) ermöglicht, der über den Filter (3) Umgebungsluft ansaugt.

In dieser Phase arbeitet der Kompressor im vollen Drehzahlbereich und beginnt die Luft im Behälterinneren (6) zu verdichten.

Die verdichtete Luft drückt das Öl in den Ausgleichsbehälter (6) und zwingt es dazu, durch die Leitung (7) abzufließen.

Liegt die Öltemperatur unter 71 °C, fließt das aus der Leitung (7) kommende Öl direkt durch die Leitung (8) und durch den Filter (9) in den Schraubenverdichter (4) ein.

Übersteigt die Öltemperatur die 71°C sorgt das Thermoventil für den Verschluss der Leitung (8), sodass das Öl direkt über die Leitung (10) in den Kühler (11) gelangt. Das abgekühlte Öl kehrt daraufhin wieder über die Leitungen (12) und (8) und durch den Filter (9) in den Schraubenverdichter zurück.

Das Öl erreicht den Schraubenverdichter (4) und vermischt sich mit der angesaugten Luft, wodurch ein Luft-/Öl-Gemisch entsteht, welches sowohl eine Abdichtung als auch Schmierung der sich in Bewegung befindlichen Verdichterelemente im Schraubenblock garantiert.

Das Luft-/Öl-Gemisch kehrt in den Behälter (6) zurück, wo die Luft einer Vortrennung durch Zentrifugalkraft und danach einer definitiven Abscheidung des Öls über den EntölungsfILTER (13) unterzogen wird.

# Infos zur Auslegung einer Druckluftanlage

Die optimale Auslegung einer Druckluftanlage ist denkbar einfach, wenn man das Anlagenformular zur Konfiguration bei Aerotec nutzt.

Die Grunddaten MÜSSEN vom Betreiber der Anlage bzw. vom Hersteller der zu betreibenden Maschinen ( Bsp. Ruckmaschine ) zur Verfügung gestellt werden, ebenso die Anforderung an die Luftklasse ob Ölfrei oder ölgeschmierte Luft.

Aufgrund dieser Daten ist es ein Leichtes anhand vom Katalog die richtigen Komponenten zu kombinieren.

Sollten die Daten nicht zur Verfügung stehen kann Aerotec mittels einem Luftmassenmessgerät diese Daten in laufendem Betrieb ermitteln ( dies geht nur wenn die Anlage aufgebaut ist und läuft ) diese Luftmassenmessung wird separat in Rechnung gestellt die Kosten hierfür belaufen sich pro Messung bei 150 € , pro gefahrenem Km 0,69 € + Monteurkosten 59 € Std.

**Bsp. Kunde benötigt Kolbenkompressor B60-270 liegend für eine Lackiererei.**

## **Kompressor B60-270**

+

## **Automatisches Entwässerungsventil für den Kessel**

( alles was vorab schon aus dem Kessel abgeschieden wird muss nicht erst gefiltert werden somit Wartungskostenersparnis, der Kunde kann die Entwässerung natürlich auch in regelmäßigen Abständen manuell ausführen.

+

## **Verbindungsschlauch zum Druckkessel**

( falls keine Komplettanlage verwendet wird )

+

## **Stehender Druckkessel 90 bis 1000 L**

+

## **Verbindungsschlauch zum Kältetrockner**

+

## **Kältetrockner**

( Funktionsweise sh. Infoblatt. Es gibt Kältetrockner in verschiedenen Leistungsklassen der Kältetrockner muss nach der Luftfördermenge des Kompressors ausgesucht werden, Bsp. Kompressor 300 L Liefermenge = Kältetrockner RAS 400 , Kompressor 550 L Liefermenge = Kältetrockner RAS600 usw.

Ein zu klein ausgewählter Kältetrockner kann das Kondensat in der Druckluft nicht ausreichend abscheiden.

Grundlegend ist der Betreiber der Anlage verantwortlich nach seinen Anforderungen zu entscheiden ob er einen Kältetrockner benötigt, bzw. ist der Maschinenproduzent ( Bsp. Druckmaschine wird betrieben ) dafür verantwortlich vorzugeben welche Luftklasse benötigt wird.

+

## **Verbindungsschlauch zum Öl-Wassertrenner oder direkt an Ringleitung**

Ein Öl Wassertrenner ist die optimal Art das angefallene Kondensat aus dem Kessel und dem Kältetrockner aufzufangen und Umweltgerecht zu entsorgen, dies macht aber nur bei Kompressoren Sinn die am Tag mindestens 6 Stunden Gesamtlaufzeit haben, bzw. sollte dies bei Schraubenkompressoren genutzt werden. Bei einem Kolbenkompressor der „normal“ genutzt wird, genügt es die Abgangsleitungen der Entwässerung vom Kessel und vom Kältetrockner in einem Kanister zusammenzuführen und diesen 1 x im Monat fachgerecht entsorgen zu lassen, dies kann unter anderem bei Tankstellen abgegeben werden.

**Stationäre Kompressoren werden ( SOLLTEN ) in einem eigenen Kompressorraum betrieben werden und werden im Regelfall direkt an eine Ringleitung angeschlossen von der wiederum die einzelnen Arbeitsplätze eine Abnahmestelle haben. Hier sollte jede Abnahmestelle mit einem Druckregler ausgestattet sein um den Arbeitsdruck getrennt von den einzelnen Stellen einstellen zu können.**



# Kompressorgröße

Die grundsätzliche Entscheidung bei der Einrichtung einer Kompressorstation ist die Festlegung der Kompressorbauart.

Für fast alle Einsatzbereiche von Druckluftwerkzeugen sind Schrauben- oder Kolbenkompressoren die richtige Wahl.

Schraubenkompressoren sind für bestimmte Einsatzbereiche besonders geeignet bei:

- **hoher Einschaltdauer**
- **kontinuierlichem Druckluftverbrauch ohne große Lastspitzen (ED = 100 %)**
- **großen Liefermengen**
- **pulsationsfreien Volumenströmen**
- **Verdichtungsdrücken zwischen 5...14 bar**

Schraubenkompressoren eignen sich hervorragend als Grundlast-Maschinen in Kompressorverbundsystemen. Bei großen Liefermengen ist der Schraubenkompressor die wirtschaftlichste Variante.

Kolbenkompressoren haben ebenfalls ihre speziellen Einsatzbereiche. Sie ergänzen sich mit denen der Schraubenkompressoren. Ihre Stärken liegen bei:

- **intermittierendem Bedarf**
- **Lastspitzen**
- **häufigem Lastwechsel**
- **kleinen Liefermengen**
- **Verdichtungsdrücken bis 15 bar**

Kolbenkompressoren eignen sich für schwankenden Druckluftverbrauch mit Lastspitzen. Sie können als Spitzenlastmaschinen in einem Kompressorverbundsystem eingesetzt werden. Bei häufigen Lastwechseln sind Kolbenkompressoren die beste Wahl. Bei kleinen Liefermengen arbeitet der Kolbenkompressor wirtschaftlicher als der Schraubenkompressor. Wenn ein Betrieb mit schwankendem Druckluftverbrauch rechnet und spätere Erweiterungen plant, wird er einen Kompressor benötigen, der für stark intermittierenden Betrieb ausgelegt ist. Hier bietet sich ein Kolbenkompressor an. Kann die Liefermenge des Kompressors den konstanten Druckluftbedarf decken, sollte ein Schraubenkompressor eingesetzt werden. Kolbenkompressoren arbeiten im Aussetzbetrieb. Sie haben keinen Leerlauf. Schraubenkompressoren müssen durch ihre geringe Schaltdifferenz und den relativ kleinen Druckluftbehälter automatisch im Leerlaufbetrieb fahren, um viele Motorschaltspiele zu vermeiden. Die Wahl des richtigen Systems sollte nicht vom Kaufpreis abhängig sein, denn dieser amortisiert sich schnell, wenn laufende Betriebskosten gespart werden.

Laufende Betriebskosten sind nicht nur die Energiekosten für die Druckluftherzeugung, sondern auch die Leerlaufkosten !!!

## Druckbehältergröße

Druckluftbehälter werden entsprechend der Liefermenge des Verdichters, dem Regelsystem und dem Druckluftverbrauch dimensioniert. Druckluftbehälter im Druckluftnetz haben verschiedene, wichtige Aufgaben zu erfüllen. Der Kompressor baut im Druckluftbehälter ein Speichervolumen auf. Der Druckluftverbrauch kann zeitweise aus diesem Speichervolumen gedeckt werden. Der Kompressor liefert in dieser Zeit keine Druckluft. Er steht in Bereitschaft und verbraucht keinen Strom. Darüber hinaus wird schwankende Druckluftentnahme im Netz ausgeglichen und Spitzenbedarf abgedeckt. Der Motor schaltet seltener und der Motorverschleiß wird reduziert. Unter Umständen werden auch mehrere Druckluftbehälter benötigt, um ein ausreichendes Speichervolumen aufzubauen. Sehr große

Druckluftnetze verfügen meist über ein ausreichendes Speichervolumen. In diesem Fall können entsprechend kleinere Druckluftbehälter gewählt werden. Kolbenkompressoren erzeugen, aufgrund ihrer speziellen Funktionsweise, einen pulsierenden Volumenstrom. Diese Druckschwankungen beeinträchtigen die Funktion verschiedener Verbraucher. Besonders Regelschaltungen und Messeinrichtungen reagieren mit Fehlern auf einen pulsierenden Volumenstrom. Der Druckluftspeicher wird zum Glätten dieser Druckschwankungen eingesetzt. Bei Schraubenkompressoren entfällt diese Aufgabe weitestgehend, da sie einen fast gleichmäßigen Volumenstrom erzeugen. Die Bestimmung des Behältervolumens erfolgt meist durch die praxisnahen Erfahrungswerte der Hersteller. Es sollten, wenn immer möglich, Behälter aus der Normreihe gewählt werden. Der maximale Druck, für den ein Behälter ausgelegt ist, liegt aus Sicherheitsgründen immer mindestens 1 bar über dem maximalen Kompressorhöchst-Druck. Auf diesen Wert wird das Sicherheitsventil eingestellt. Das Volumen des Druckluftnetzes kann als Teil des Behältervolumens mit berücksichtigt werden.

## TÜV Abnahme Ja oder Nein ?

Grundlegend gilt hierfür Betriebssicherheitsverordnung § 13 – 14 und 15

### Faustformel:

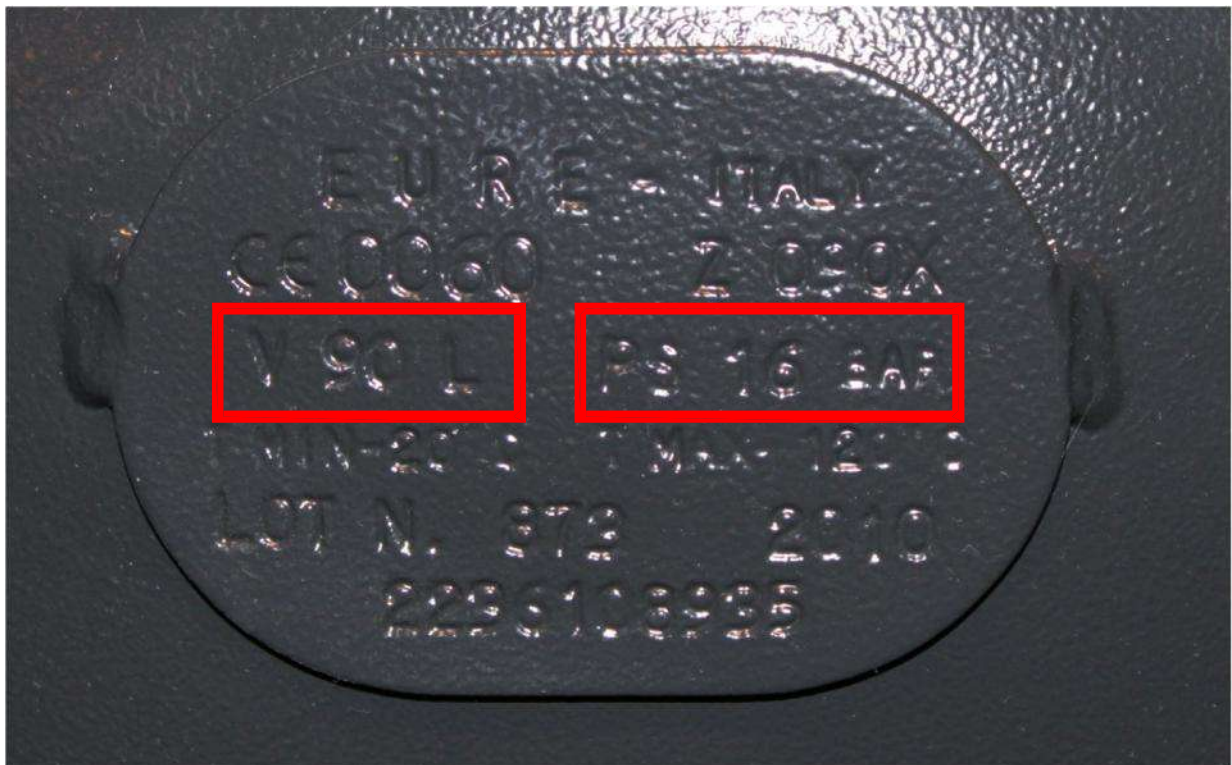
Jeder Kessel hat eine angeschweißte Kesselplakette auf der der max. Betriebsdruck und das Kesselvolumen des Kompressors zu finden ist. s.h Bild

Diese Angaben werden benötigt:

Kesselvolumen **X** max. möglicher Kesseldruck darf die Zahl 1000 **nicht** überschreiten.

Wenn darüber = TÜV Pflichtig ( sprich wiederkehrend nach der Betriebssicherheitsverordnung.)

Wenn darunter= TÜV frei ( nicht Prüfpflichtig )



# Druckluftaufbereitung / Warum ?



## **Druckluftaufbereitung**

Die in der Umgebungsluft vorhandenen Verunreinigungen sind mit dem bloßen Auge meist nicht sichtbar. Trotzdem können sie die zuverlässigen Funktionen des Druckluftnetzes und der Druckluftwerkzeuge beeinträchtigen. 1 m<sup>3</sup> Umgebungsluft enthält eine Vielzahl von Verunreinigungen wie z. B.:

- bis zu 180 Millionen Schmutzpartikel, Größe 0,01mm bis 0,1mm (1 Mikron)
- 5-40 g/m<sup>3</sup> Wasser in Form von Luftfeuchtigkeit
- 0,01 bis 0,03 mg/m<sup>3</sup> Öl in Form von Mineralölaerosolen
- Spuren von Schwermetallen wie Blei, Cadmium, Quecksilber und Eisen

Kompressoren saugen die Umgebungsluft und damit die Luftverunreinigungen an und konzentrieren sie auf ein Vielfaches. Bei einer Verdichtung auf 10 bar (10 bar Überdruck = 11 bar absolut) erhöht sich die Konzentration der Schmutzpartikel auf das 11fache. In 1 m<sup>3</sup> Druckluft befinden sich dann bis zu 2 Milliarden Schmutzpartikel. Dabei gelangen noch zusätzlich Schmieröl und Abriebteilchen aus dem Kompressor in die Druckluft.

Bleiben diese Verunreinigungen und das Wasser aus der Umgebungsluft in der Druckluft, kann dies negative Auswirkungen auf das Leitungsnetz und die Verbraucher haben.

## **Druckluft-Qualitätsklassen nach DIN ISO 8573-1**

Die Qualität der Druckluft ist in Klassen unterteilt, die sich hinsichtlich der Anforderungen des Verwendungszweckes unterteilen. Sie erleichtern dem Anwender die Definition seiner Anforderungen und die Auswahl der Aufbereitungskomponenten. Die Norm basiert auf den Herstellerangaben, die erlaubte Grenzwerte bezüglich der Druckluftreinheit für ihre Anlagen und Maschinen ermittelt haben. Die Norm DIN ISO 8573-1 definiert die Qualitätsklassen der Druckluft bezüglich:

### **Partikelgröße und Dichte**

Festlegung von Größe und Konzentration der Feststoffteilchen, die noch in der Druckluft enthalten sein dürfen.

### **Ölgehalt**

Festlegung der Restmenge an Aerosolen und Kohlenwasserstoffen, die in der Druckluft enthalten sein dürfen.

### **Drucktaupunkt**

Festlegung der Temperatur, auf die man die verdichtete Luft abkühlen kann, ohne dass der in ihr enthaltene Wasserdampf kondensiert. Der Drucktaupunkt verändert sich mit dem Luftdruck.

### **Wasser in der Druckluft**

Durch Wasser entsteht Korrosion in der Pneumatikanlage und führt zu Leckagen. In den Druckluftwerkzeugen führt Wasser zu unterbrochenen Schmierfilmen, die Folge davon sind mechanische Defekte. Bei niedrigen Temperaturen kann das Wasser im Druckluftnetz gefrieren und dort Frostschäden, Durchmesserreduzierung und Blockaden verursachen.

Die Aufbereitung der Druckluft ist deshalb wichtig und hat Vorteile

### Wassergehalt der Luft

Taupunkt °C	max. Feuchte g/m <sup>3</sup>	Taupunkt °C	max. Feuchte g/m <sup>3</sup>	Taupunkt °C	max. Feuchte g/m <sup>3</sup>
-5	3,238	0	4,868	5	6,79
-10	2,156			10	9,356
-15	1,38			15	12,739
-20	0,88			20	17,148
-25	0,55			25	22,83
-30	0,33			30	30,078
-35	0,198			35	39,286
-40	0,117			40	50,672
-45	0,067			45	64,848
-50	0,038			50	82,257
-55	0,021			55	103,453
-60	0,011			60	129,02
-70	0,0033			70	196,213
-80	0,0006			80	290,017
-90	0,0001			90	417,935

### Druckluft-Qualitätsklassen (DIN ISO 8573-1)

Klasse	max. Restwassergehalt		max. Reststaubgehalt		max.
	Restwasser g/m <sup>3</sup>	Drucktaupunkt °C	Staubdichte mg/m <sup>3</sup>	Staubgröße mg/m <sup>3</sup>	Ölgehalt mg/m <sup>3</sup>
1	0,003	-70	0,1	0,1	0,01
2	0,117	-40	1	1	0,1
3	0,88	-20	5	5	1
4	5,953	+3	8	15	5
5	7,732	+7	10	40	25
6	9,356	+10	-	-	-

# Grundlage Druckluftzubehör

Um ein Druckluftwerkzeug optimal nutzen zu können ist die Leistung ( effektive Liefermenge ) des Kompressors ausschlaggebend.

Das ist die Luftmenge, die ein Kompressor pro Minute an das Werkzeug wirklich abgeben kann. Die auch genutzte Füllleistung ist daher ein mehr als ungenauer Wert.

Druckluft-Schlagschrauber, wie man sie zum Beispiel zur Reifenmontage verwendet, benötigen mindestens 250 Liter Luft pro Minute. Sandstrahlpistolen, Schleifgeräte oder Meißel sogar noch mehr.

Hier muss man jedoch grundlegend zwischen einem Langzeit und einem Kurzzeitgerät unterscheiden.

## **Kurzzeitgeräte Beispiele:**

Ausblaspistolen:

Das Kesselvolumen wird kurz genutzt somit kann auch ein kleinerer Kessel verwendet werden  
Klammergeräte bis 50 mm:

Bsp. Gerät benötigt 0,25 L pro Schuss dies würde bedeuten dass man mit einem 6 Liter Kompressor knapp 24 Stiften setzen könnte bevor das Volumen aufgebraucht ist, jedoch hat selbst ein 1,1 KW Kompressor genügend Lieferleistung um den Kompressor wieder bis 8 oder 10 bar zu befüllen

Schlagschrauber:

Der Impuls zum Schraubenlösen ist pro Schraube max. 1-2 Sekunden lang, es wird nicht minutenlang am Stück der Druckknopf betätigt.

## **Langzeitgeräte Beispiele:**

Lackierpistolen:

Hier wird ununterbrochen der Bedienhebel betätigt um optimal Lackieren zu können daher wird die effektive Liefermenge genau benötigt um ein optimales Spritzbild zu erhalten.

Stabschleifer:

Hier wird ununterbrochen der Bedienhebel betätigt um den Schleifstift in Bewegung zu halten wenn zu wenig Luft am Gerät ankommt ist ein sauberes Schleifen unmöglich.

Meißelhammer:

Hier wird ununterbrochen der Bedienhebel betätigt um den Stößel in Bewegung zu halten bei unzureichender Liefermenge lässt die Schlagkraft deutlich nach.

Tipp:

Gerät an den Kompressor anschließen und im Dauereinsatz betätigen, wenn der Kompressor den Druck hält bzw. den Druck aufbaut hat der Kompressor die optimale Leistung um das Gerät zu betreiben. Wenn der Kompressordruck stark unter 5 bar abfällt ist der Kompressor von der Leistung her zu klein.

Eine zu geringe Liefermenge kann mit einem größeren Kessel ausgeglichen werden dies funktioniert jedoch nur kurzzeitig und ist für den Handwerkseinsatz keine optimale Lösung.