

6. Kondensatentsorgung

6.1 Kondensat

Kondensat besteht in erster Linie aus dem Wasser, das die Ansaugluft des Kompressors mit sich führt, und das bei der Verdichtung ausfällt. Das **Kondensat** enthält zudem viele **Verunreinigungen**.

- Mineralölaerosole und unverbrannte Kohlenwasserstoffe aus der Ansaugluft.
- Staub und Schmutzpartikel in den unterschiedlichsten Formen aus der Ansaugluft.
- Kühl- und Schmieröl aus dem Kompressor.
- Rost, Abrieb, Dichtungsmittelreste und Schweißperlen aus den Leitungsnetz.

Kondensat ist aufgrund der hohen Schadstoffbelastung äußerst umweltschädlich und muß aus diesem Grund fachgerecht entsorgt werden. Die im Kondensat enthaltenen Mineralöle sind biologisch schwer abbaubar und beeinträchtigen Sauerstoffeintrag und Schlammverfaulung in den Kläranlagen. Dadurch wird die gesamte Wasseraufbereitung in ihrer Wirksamkeit reduziert. Die Folgen sind eine Gefährdung des Naturhaushaltes und der menschlichen Gesundheit.

Das Kondensat verschiedener Druckluftsysteme muß differenziert betrachtet werden. Je nach Umweltbedingungen und Verdichter hat das Kondensat andere Eigenschaften. Zum Beispiel :

- Ölgeschmierte Verdichtersysteme.
Bei Kompressoren dieser Art wäscht das Öl im Verdichtungsraum einen Teil der Aggressiv- und Feststoffe aus der Druckluft aus. Das führt dazu, daß ölgeschmierte Systeme üblicherweise Kondensate mit einem pH-Wert im neutralen Bereich erzeugen.
- Ölfreie Verdichtersysteme.
Die meisten Schadstoffe werden bei ölfreien Systemen mit dem Kondensat abgeführt. Aus diesem Grund liegen die pH-Werte des Kondensats im sauren Bereich. pH-Werte zwischen 4 und 5 sind dabei keine Seltenheit.

Auch die Konsistenz der Kondensate ändert sich mit den Randbedingungen. Die meisten Kondensate sind flüssig wie Wasser. In Ausnahmefällen können aber auch pastöse Kondensate vorkommen.

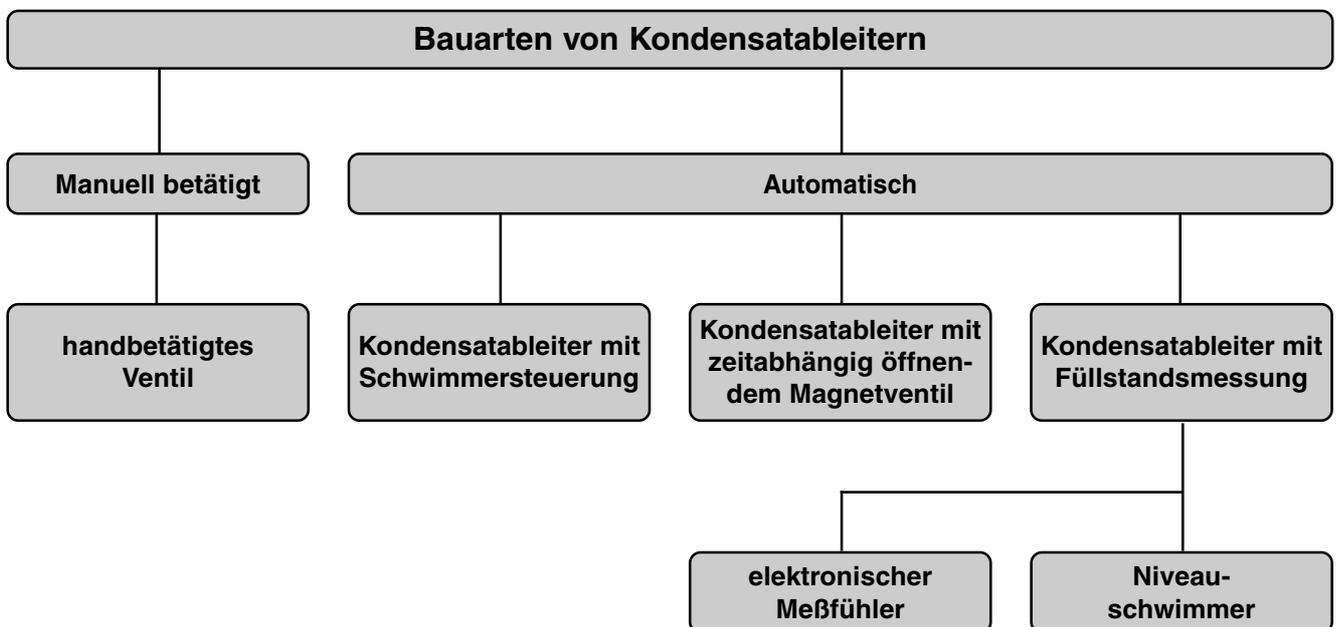
6.2 Kondensatableiter

Überall dort im Druckluftsystem, wo Kondensat anfällt, muß es auch abgeleitet werden. Geschieht dies nicht, reißt es der Luftstrom wieder mit und es gelangt ins Leitungsnetz.

Die Tatsache, daß die Kondensatsammelbehälter unter Druck stehen, macht aufwendige Kondensatableiter nötig. Das Ableiten des Kondensats muß kontrolliert erfolgen, will man unnötige Druckluftverluste vermeiden.

Zusätzlich sollte berücksichtigt werden, daß Kondensat nicht kontinuierlich anfällt. Die Kondensatmenge ändert sich mit der Temperatur und der Feuchte der Ansaugluft des Kompressors.

In der Übersicht sind die verschiedenen Bauarten entsprechend ihrer Arbeitsweise aufgeführt.



Bei der Auswahl von Kondensatableitern müssen, unabhängig von der Bauart, immer das Kondensat und weitere Randbedingungen berücksichtigt werden. Spezielle Einsatzbereiche verlangen Sonderformen bei Kondensatableitern :

- sehr aggressive Kondensate.
- pastöse Kondensate.
- explosionsgefährdete Einsatzbereiche.
- Nieder- und Unterdrucknetze.
- Hoch- und Höchstdrucknetze.

Kondensatableiter können nicht ohne Heizung bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt eingesetzt werden. In diesem Fall gefriert der Wasseranteil des Kondensats.

Kondensatentsorgung

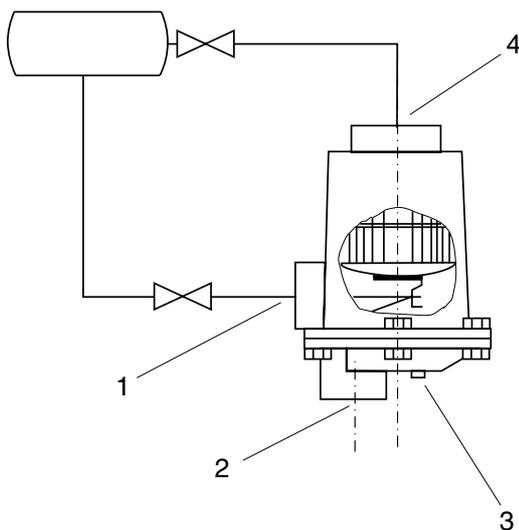
6.2.1 Kondensatableiter mit handbetätigtem Ventil

Das anfallende Kondensat sammelt sich in einem entsprechenden Behälter. Das Wartungs- oder Bedienungspersonal muß regelmäßig den Füllstand des Sammelbehälters prüfen. Gegebenenfalls muß das Kondensat mit Hilfe eines am Boden des Sammelbehälters angebrachten Ventiles abgelassen werden.

Eigenschaften

- Einfache, preiswerte Konstruktion.
- Kein Stromanschluß erforderlich.
- Keine Alarmfunktion.
- Regelmäßige Kontrolle erforderlich.
Das Kondensat muß regelmäßig abgelassen werden.

6.2.2 Kondensatableiter mit Schwimmersteuerung



- 1 = Eintrittsleitung
- 2 = Austrittsleitung
- 3 = Entleerungsstopfen
- 4 = Entlüftung

Bild 6.1 :
Kondensatableiter mit Schwimmersteuerung

Im Kondensatsammelbehälter befindet sich ein Schwimmer. Über einen Hebel steuert dieser Schwimmer ein Auslaßventil am Boden des Sammelbehälters an. Steigt das Füllniveau des Sammelbehälters über eine bestimmte Marke, wird das Ab-laßventil geöffnet. Überdruck im System drückt das Kondensat nach außen. Ist das Füllniveau im Sammelbehälter unter die Mindestmarke gefallen, schließt das Auslaßventil selbständig bevor Druckluft austritt.

Das Kondensat ist jetzt von der Druckluft getrennt und kann über Rohrleitungen der Aufbereitung zugeführt werden.

Eigenschaften

- Einfache, preiswerte Konstruktion.
- Kein Stromanschluß erforderlich.
Ideal für den Einsatz im explosionsgefährdeten Bereich.
- Kein Abblasen von Druckluft.
- Störanfällig.
Die beweglichen Teile des Systems können durch den direkten Kontakt mit dem Kondensat verharzen, verkleben oder korrodieren.
- Regelmäßige Wartung erforderlich.
Bedingt durch die Störanfälligkeit ist eine regelmäßige Wartung erforderlich.
- Keine externe Störmeldung.
- Unflexibel.
Schwimmerventile müssen speziell auf die Bedürfnisse des Kondensats abgestimmt werden.

6.2.3 Kondensatableiter mit zeitabhängig öffnendem Magnetventil



Bild 6.2 :
Elektromagnetisches Entwässerungsventil

Das angefallene Kondensat wird in einem entsprechenden Behälter gesammelt. In festgelegten, gleichmäßigen Zeitintervallen (1,5 bis 30 min) öffnet ein Magnetventil mit Taktgeber die Auslaßöffnung am Boden des Sammelbehälters. Nach einer Öffnungszeit von 0,4 bis 10 s schließt das Magnetventil wieder. Das Kondensat wird durch den Systemdruck aus dem Ableiter gedrückt,

Das Auslaßventil ist über Rohrleitungen mit der Kondensatentsorgung verbunden.

Hinweis

Will man Kondensat im Leitungssystem vermeiden, muß die gesamte Kondensatmenge abgeleitet werden. Individuell einstellbare Öffnungszeiten des Magnetventils garantieren die einwandfreie Kondensatableitung.

Die Menge des anfallenden Kondensats ist im Sommer wegen der hohen Luftfeuchtigkeit sehr viel größer als im Winter. Sind die Öffnungszeiten und Intervalle auf den Kondensatanfall im Sommer eingestellt, bedingt das bei niedrigen Temperaturen hohe Druckluftverluste durch zu lange Öffnungszeiten des Magnetventiles. Neben dem Kondensat werden dann nicht unerhebliche Mengen Druckluft abgeblasen.

Um die Druckluftverluste zu minimieren müssen die Schaltzeiten des Magnetventils ständig den veränderten Umweltbedingungen entsprechen.

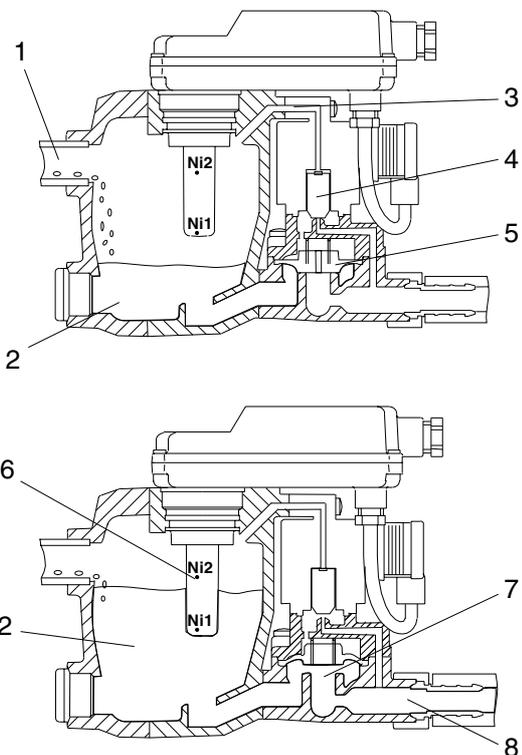
Wegen der Unbeständigkeit der Wetterlage ist es jedoch nicht möglich, die Zeitintervalle und Öffnungszeiten so zu optimieren, daß keine Druckluftverluste auftreten. Entweder verbleibt ein Teil des Kondensates im Drucksystem, oder es wird Druckluft abgeblasen.

Eigenschaften

- Hohe Funktionssicherheit.
Das System arbeitet auch bei problematischen Kondensaten zuverlässig.
- Stromanschluß erforderlich.
- Keine externe Störmeldung.
- Keine Alarmfunktion.
- Das Magnetventil arbeitet bei eingeschalteter Druckluftstation auch dann, wenn keine Druckluft benötigt wird (z.B. an Wochenenden).

Kondensatentsorgung

6.2.4 Kondensatableiter mit elektronischer Füllstandsmessung



- 1 = Eintrittsleitung
- 2 = Sammelbehälter
- 3 = Vorsteuerleitung
- 4 = Magnetventil
- 5 = Ventilmembrane
- 6 = Niveausensor
- 7 = Ventilsitz
- 8 = Auslaufleitung

Funktion

Das anfallende Kondensat wird in einem entsprechenden Behälter gesammelt. Sobald der kapazitive Niveausensor **Ni2** die maximale Füllmenge meldet, öffnet ein Magnetventil eine Vorsteuerleitung. Die Ventilmembrane wird druckentlastet und öffnet die Auslaufleitung. Der Überdruck im Gehäuse preßt das Kondensat durch die Auslaufleitung zur Aufbereitung.

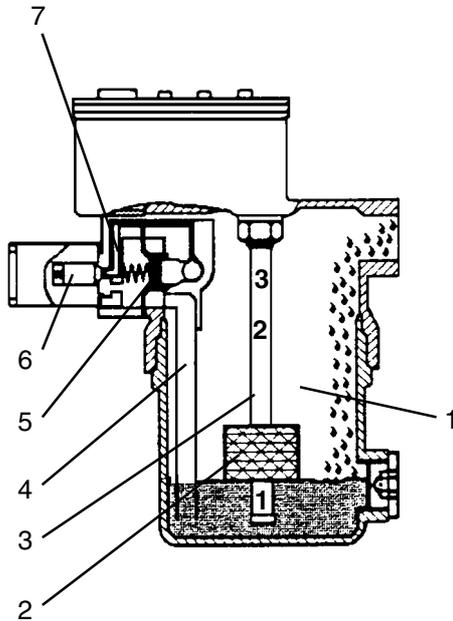
Sobald der Füllstand den kapazitiven Niveausensor **Ni1** erreicht, verschließt die Elektronik das Magnetventil. Die Ventilmembrane wird geschlossen, bevor Druckluft austritt.

Eigenschaften

- Hohe Funktionsicherheit.
Das System arbeitet auch bei problematischen Kondensaten sehr zuverlässig.
- Großer Querschnitt.
Auch grobe Verschmutzungen und Gerinnsel werden problemlos abgeführt.
- Keine Druckluftverluste.
- Stromanschluß erforderlich.
- Flexible Einsatzbereiche.
Das System paßt sich veränderten Betriebsbedingungen (z.B. wechselnde Viskosität des Kondensates und Druckschwankungen) selbständig an.
- Alarmfunktion.
Ist der Kondensatabfluß gestört, wird nach 60 s der Alarmmodus ausgelöst. Das Magnetventil öffnet dann die Ventilmembrane in bestimmten Intervallen.
- Externe Störmeldung.
Eine rote Leuchtdiode blinkt und ein potentialfreies Signal steht bereit.
- Große Leistungsbreite.

Bild 6.3 :
Kondensatableiter mit elektronischer Füllstandsmessung

6.2.5 Kondensatableiter mit Niveauschwimmer zur Füllstandsmessung



- 1 = Sammelbehälter
- 2 = Niveauschwimmer
- 3 = Führung
- 4 = Steigrohr
- 5 = Ventilmembrane
- 6 = Magnetventil
- 7 = Steuerleitung

Das angefallene Kondensat wird in den Sammelraum des Kondensatableiters geleitet. Ein Schwimmer bewegt sich auf einer Führung mit dem Füllstand des Kondensats im Sammelraum des Ableiters. Auf dieser Führung befinden sich drei Kontakte, die den Füllstand des Sammelraums elektronisch erfassen. Sobald der Schwimmer den **Kontakt 2** erreicht, öffnet die elektrische Steuerung ein Magnetventil. Über eine Vorsteuerleitung wird eine Ventilmembrane druckentlastet und der Abfluß geöffnet. Der Systemdruck preßt das Kondensat über ein Steigrohr aus dem Kondensatableiter.

Der Kondensatspiegel im Sammelbehälter sinkt und nach einer voreingestellten Zeit t schließt die Steuerung den Abfluß, bevor Druckluft austritt. Erreicht der Kondensatspiegel innerhalb der Zeit t nicht den **Kontakt 1**, wird der Abfluß in festen Zeitintervallen geöffnet und nach einer definierten Öffnungszeit wieder geschlossen. Dadurch ist die komplette Entleerung des Kondensatsammelraums sichergestellt.

Erreicht der Kondensatspiegel **Kontakt 3**, löst die Steuerung Hauptalarm aus. Die Schaltintervalle und Öffnungszeiten bleiben unverändert

Eigenschaften

- Zeitabhängige Reinigungszyklen.
Auch bei langen Stillstandszeiten gibt es kein eingetrocknetes Kondensat.
- Keine Druckluftverluste.
- Stromanschluß erforderlich.

Bild 6.4 :
Kondensatableiter mit Niveauschwimmer
zur Füllstandsmessung

6.3 Kondensataufbereitung

Kondensat aus ölgeschmierten Kompressoren enthält, je nach Jahreszeit, Ölanteile zwischen 200 und 1000 mg/l. D.h., daß Kondensat zu ca. 99 % aus Wasser und nur zu ca. 1 % aus Öl besteht. Trotzdem ist dieses Kondensat laut Gesetz als mineral-ölhaltiges Abwasser zu betrachten. Als solches darf es nicht in die öffentliche Kanalisation gelangen. Maßgeblich für die Anforderungen an die Sauberkeit des Abwasser ist der § 7a des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG). Dieses schreibt vor, daß die Schadstofffracht im Abwasser so gering gehalten wird, wie dies nach den „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ möglich ist. Diese Regeln werden von der Bundesregierung durch allgemeine Verwaltungsvorschriften festgelegt.

Nach ATV (Abwassertechnische Vereinigung e.V.) Arbeitsblatt A 115 liegt der Grenzwert für den Restöl-Gehalt im Abwasser zur Zeit bei 20 mg/l. Maßgeblich ist jedoch die jeweilige Entwässerungssatzung der zuständigen Gemeinde. Teilweise liegen die Grenzwerte deutlich unter 20 mg/l Restöl-Gehalt.

Das heißt, Kondensat ölgeschmierter Kompressoren ist fachgerecht zu entsorgen oder aufzubereiten. Eine Ausnahme bildet die Nutzung von biologisch abbaubaren Kompressorölen. Hier kann das Kondensat nach entsprechender Genehmigung direkt in das Abwassernetz eingeleitet werden. Kondensat von ölfrei verdichtenden Kompressoren können die Einzelgrenzwerte für die Einleitung in das öffentliche Abwassernetz unterschreiten.

Entsorgung

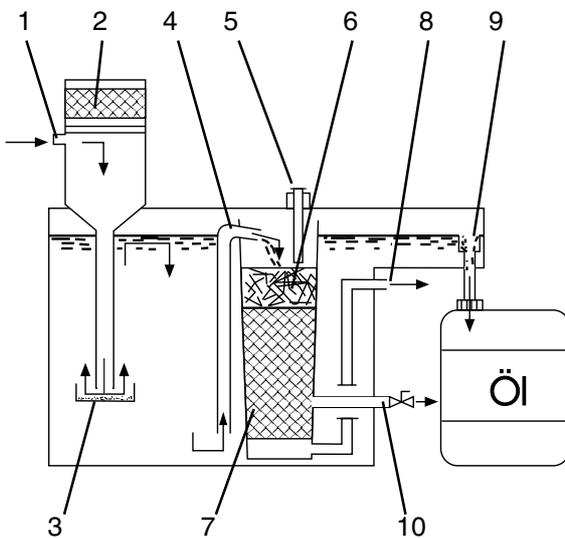
Die Entsorgung über eine Fachfirma ist zwar sicher, aber aufwendig und sehr teuer. Entsorgungskosten von ca. 250 € pro m³ Kondensat sind die Regel. Zusätzlich fallen Kosten für zugelassene Sammel tanks und Zuleitungen an.

Aufbereitung vor Ort

Aufgrund des hohen Wasseranteils lohnt sich eine Aufbereitung des ölhaltigen Kondensates vor Ort immer. Entsprechend aufbereitetes Wasser kann der Kanalisation zugeführt werden. Das abgetrennte Öl ist mit dem Altöl zu entsorgen.

Mit normalen Leichtflüssigkeitsabscheidern nach DIN 1999 und einfachen Schwerkraftabscheidern sind die gesetzlichen Grenzwerte nicht zu erreichen. Zur gesetzeskonformen Aufbereitung eignen sich handelsübliche Öl-Wasser-Trenner hervorragend.

6.3.1 Statische Öl-Wasser-Trennung



- 1 = Kondensateintritt
- 2 = Druckentlastungskammer
- 3 = Schmutzauffangbehälter
- 4 = Überlaufrohr
- 5 = Niveaumelder
- 6 = Vorfilter
- 7 = Adsorptionsfilter
- 8 = Wasserauslauf
- 9 = Ölüberlauf, höhenverstellbar
- 10 = Probeentnahmeventil

Bild 6.5:
Funktionsschema eines Öl-Wasser-Trenners

Der Öl-Wasser-Trenner eignet sich zur Aufbereitung von Kondensaten, die bei der Verdichtung durch Schraubenkompressoren mit Öleinspritzkühlung, sowie 1- und 2-stufigen Kolbenkompressoren anfallen.

Der Öl-Wasser-Trenner trennt Kondensat aus Kolben- und Schraubenkompressoren problemlos, solange Öle verwendet werden, die nicht emulgieren.

Funktion

Das ölhaltige Kondensat wird in die Druckentlastungskammer des Öl-Wasser-Trenners geleitet. Dort baut sich der Überdruck ab, ohne daß es zu Verwirbelungen im Trennbehälter kommt. Im herausnehmbaren Schmutzauffangbehälter sammeln sich die vom Kondensat mitgeführten Verunreinigungen.

Im Trennbehälter setzt sich das Öl aufgrund seiner geringeren spezifischen Dichte an der Oberfläche ab. Über einen höhenverstellbaren Ölüberlauf wird das Öl in den Ölaufangbehälter geleitet und steht zur Altölentsorgung bereit.

Das vorgereinigte Kondensat fließt durch einen Vorfilter, der die verbliebenen Öltröpfchen ausfiltert. Anschließend bindet eine Adsorptionsfilterstufe die letzten Ölanteile.

Hinweis

Alle Öl-Wasser-Trennsysteme sind Wasseraufbereitungsanlagen und laut Gesetz genehmigungspflichtig. Der Öl-Wasser-Trenner sollte ein Baumusterprüfzeichen haben. Dadurch entfällt das zeit- und kostenaufwendige Genehmigungsverfahren. Eine einfache Anmeldung bei der zuständigen Wasserbehörde ist völlig ausreichend.

Eigenschaften

- Wöchentlicher Filtertest.
Eine Kondensatprobe wird mit einer Referenzflüssigkeit verglichen. Nach Erreichen der zulässigen Trübung ist ein Filterwechsel erforderlich.
- Keine Trennung von Öl-Wasser Emulsionen.
Für diese stabilen Emulsionen ist eine besondere Aufbereitung mit Emulsionsspaltanlagen notwendig.

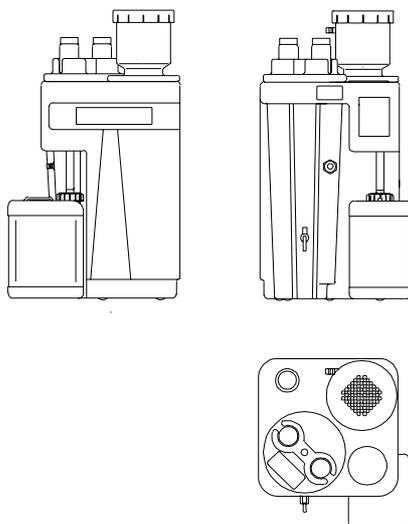


Bild 6.6 :
Öl-Wasser-Trenner