

Einleitung

Atmosphärische Luft, die vom Kompressor angesaugt wird, ist mehr oder weniger feucht. Das bedeutet, dass der Kompressor ein Gasgemisch bestehend aus Luft und Wasserdampf verdichtet. Die Sättigungsgrenze (Taupunkt) des Wasserdampfanteiles ist dabei abhängig von der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit. Durch die Erwärmung der geförderten Luft bleibt zwar die absolute Feuchtigkeit konstant, aber die max. mögliche Aufnahme der Wasserdampfmenge steigt. Umgekehrt wird bei fallender Temperatur der Anteil des Wasserdampfes kondensiert und scheidet als Wasser aus der Luft aus.

Beispiel

Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100 % und einer Lufttemperatur von 50°C beträgt der Anteil der Wasserdampfmenge 90 g in 1 m³ angesaugter Luft. Fällt die Temperatur der angesaugten Luftmenge auf 30°C werden 60 g Wasser ausgeschieden. Das sind immerhin 0,06 l.

Aufgabe

Lufttrockner können in alle Druckluft-Erzeugungsanlagen eingebaut werden. Sie haben die Aufgabe, den Anteil der in der Druckluft mehr oder weniger anfallenden Wasserdampfmenge zu reduzieren. Dieses geschieht durch eine kaltregenerierte Adsorptionstrocknung.

Dieser Vorgang wird dadurch erreicht, dass die vom Kompressor geförderte Druckluft über ein Granulat geleitet wird, welches in der Lage ist, den in der Luft enthaltenen Wasserdampf aufzunehmen. Die Regeneration des Granulates erfolgt durch Rückspülung mit bereits getrockneter Luft.

Vorteil Zweikammer-Prinzip

Der Regenerationsvorgang erfolgt bei einem Einkammer-Lufttrockner nur in der Leerlaufphase des Kompressors. Dagegen wird er bei einem Zweikammer-Lufttrockner über ein Magnetventil mit integriertem Zeitschaltgerät gesteuert. Durch dieses Verfahren wird hier sichergestellt, dass die Aufnahme-fähigkeit des Granulates auch bei hoher Einschalt-dauer des Kompressors gewährleistet ist. Zweikammer-Lufttrockner werden daher meist bei Fahrzeugen mit hohem Luftverbrauch eingesetzt.

Hinweis

Um einen guten Wirkungsgrad zu erreichen, sollte die Eingangstemperatur der einströmenden Druckluft bei ca. 65°C liegen. Vor dem Lufttrockner dürfen keine Frostschutzeinrichtungen installiert sein.

432 408



a. **Einkammer-Lufttrockner** mit Heizung. Das Gerät ist durch die Schraubkartuschen-Ausführungen **432 410/420** ersetzt worden.

432 405 / 406



b. **Zweikammer-Lufttrockner** mit Druckregler **432 405** und ohne Druckregler **432 406**. Beide Ausführungsarten wurden durch die Baureihen **432 431** und **432 432** ersetzt.

432 410 / 420



c. **Einkammer-Lufttrockner** mit und ohne Heizung
432 410 = mit Druckregler
432 420 = ohne Druckregler
 Der nachträgliche Einbau einer Heizung ist möglich.

432 431 / 432



d. **Zweikammer-Lufttrockner** mit und ohne Heizung
432 431 = ohne Druckregler
432 432 = mit Druckregler
 Der nachträgliche Einbau einer Heizung ist möglich.

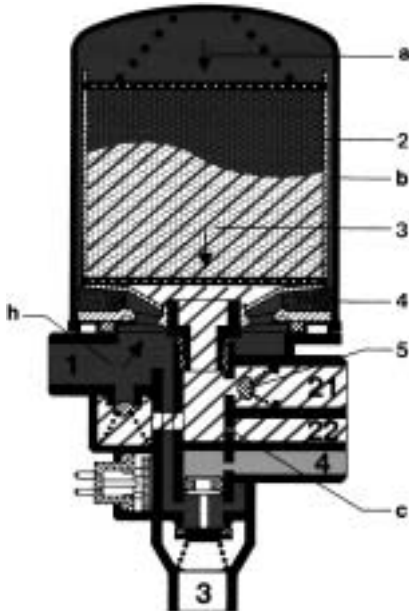
Hinweis

Die Lufttrockner sind für einen maximalen Betriebsdruck von 13,0 bar zugelassen. Für Fahrzeuge mit Hochdruck-Anlagen stehen besondere Abwandlungen (mit Spezial-Kartusche) zur Verfügung, die bis max. 20 bar zugelassen sind. Die Spannung für das Magnetventil (nur für Zweikammer-Lufttrockner) beträgt 24 V.

Zweikammer-Lufttrockner kommen vorwiegend in Fahrzeugen mit hohem Luftverbrauch (hoher Kompressor-Einschaltdauer) zum Einsatz.

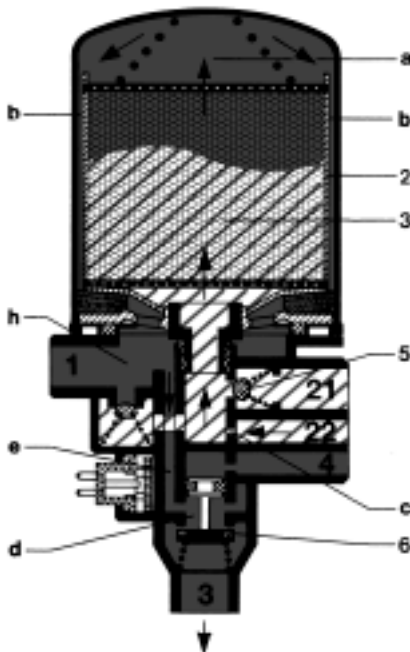
Wirkungsweise des Lufttrockners 432 420 (ohne integrierten Druckregler)

a. Die Trocknung der Druckluft



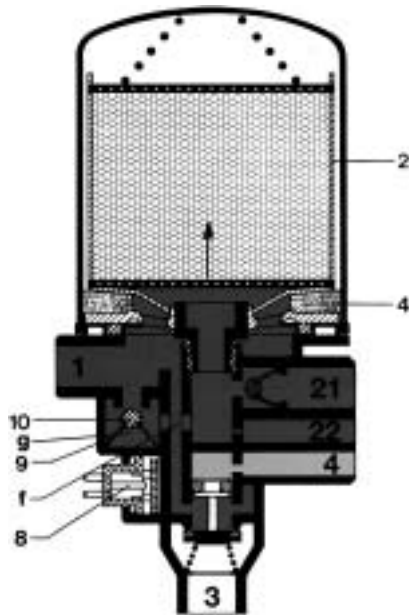
Die am Anschluss (1) in den Raum (h) eintretende Druckluft gelangt über das Feinfilter (4), den Ringkanal (b) auf die Oberseite der Granulatkartusche (2). Von hier (Raum "a") durchströmt die Druckluft die Kartusche (2), wobei die Feuchtigkeit von der Oberfläche des Granulats (3) adsorbiert wird. Trockene Druckluft gelangt dann über das sich öffnende Rückschlagventil (5) in den Anschluss (21) und von dort zu den nachgeschalteten Geräten der Druckluftversorgungsanlage. Gleichzeitig strömt Druckluft durch die Drosselbohrung (c) und den Anschluss (22) zum Regenerationsbehälter.

b. Die Regeneration des Granulates



Beim Abschalten des Druckreglers wird der Anschluss (4) belüftet. Hierdurch öffnet das Entwässerungsventil (6) wodurch in den Räumen (d), (h) und (a) der Druck schlagartig fällt. gleichzeitig schließt das Rückschlagventil (5). Während das im Raum (d) angesammelte Kondensat über die Entlüftung (3) ins Freie gelangt, strömt trockene Luft aus dem Regenerationsbehälter über die Drosselbohrung (c) in umgekehrter Strömungsrichtung durch die Kartusche (2). Die Regenerationsluft ist jetzt in der Lage, die Feuchtigkeit, die in der Oberfläche des Granulates (3) mehr oder weniger vorhanden ist, wieder aufzunehmen. Diese feuchte Luft kann nun über den Raum (a), den Ringkanal (b), den Raum (h), den Kanal (e), am geöffneten Entwässerungsventil (6) entweichen. Dieser Vorgang wird beendet, wenn der Regenerationsbehälter drucklos ist, oder wenn der Druckregler vorzeitig wieder auf Lastlauf schaltet.

c. Bypass-Stellung

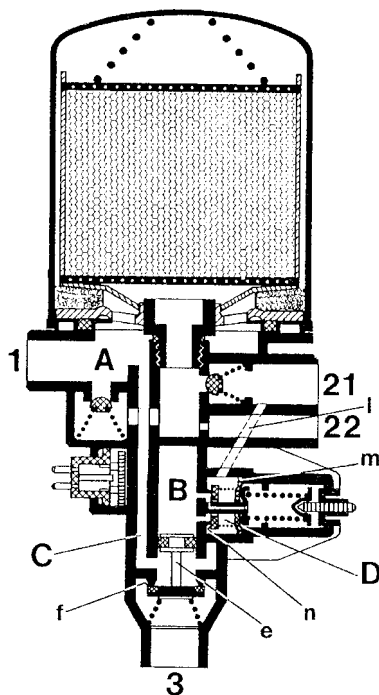


Sollte auf Grund einer totalen Verschmutzung des Filters (4) der Druckluftdurchfluss durch die Kartusche (2) nicht mehr gewährleistet sein, öffnet automatisch das Bypassventil (10). Untertrocknete Druckluft gelangt dann vom Anschluss (1) durch den Kanal (f) zu den Anschlüssen (21) und (22). Im normalen Betrieb ist das Bypassventil (10) durch die Federkraft (9) und durch die Druckluft-beaufschlagung (Raum "g") geschlossen.

d. Funktion der Heizung

Soweit der Lufttrockner mit einer Heizpatrone (8) ausgestattet ist, schaltet sich diese beim Unterschreiten einer Temperatur von ca. 6°C ein und beim Überschreiten einer Temperatur von ca. 30°C wieder ab.

Wirkungsweise des Lufttrockners 432 410 (mit integriertem Druckregler)



Die Trocknung der Luft erfolgt wie unter 1. beschrieben. Der Abschaltdruck gelangt jedoch bei dieser Ausführung über die Bohrung I in den Raum D und wirkt auf die Membran m. Nach Überwindung der Federkraft öffnet Einlass n und der nun druckbeaufschlagte Kolben e öffnet den Auslass f.

Die vom Kompressor geförderte Luft strömt nun über Raum A, Kanal C und Entlüftung 3 ins Freie. Der Kolben e übernimmt gleichzeitig auch die Funktion eines Überdruckventils. Bei Überdruck öffnet der Kolben e automatisch den Auslass f.

Sinkt der Vorratsdruck in der Anlage infolge Luftverbrauch unter den Einschaltdruck, schließt der Einlass n und der Druck aus Raum B baut sich über die Entlüftung des Druckreglers ab. Der Auslass f schließt und der Vorgang der Trocknung beginnt erneut.

Wartung

Im Fahrbetrieb ist eine regelmäßige Kontrolle der Luftbehälter auf Kondenswasseranfall durchzuführen. Wird Kondenswasser festgestellt, muss die Regenerationsfunktion geprüft und eventuell die Granulatkartusche getauscht werden. Erfahrungen haben gezeigt, dass ein Auswechseln des Granulates nach ca. 2 Jahren erforderlich werden kann. Hierzu steht entweder die Einwegkartusche **432 410 020 2** oder die Austauschkartusche **432 410 222 7** zur Verfügung (M 39 x 1,5). Bei älteren Geräten muss vorher die Sicherungsschraube (M6) gelöst werden.

Bei Fahrzeugen mit Lufttrocknern in Hochdruck-Ausführung ist die Kartusche 432 410 220 2 zu verwenden (M 42 x 1,5).

Hinweis

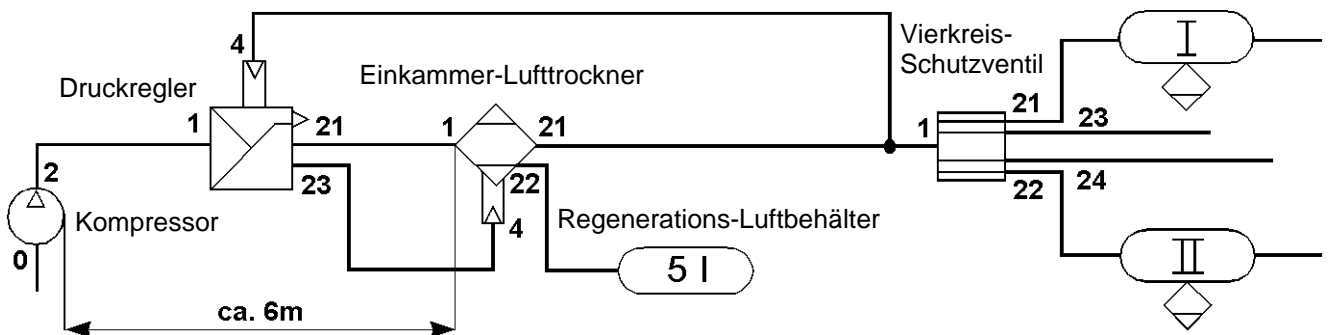
Komplette Kartuschen oder das Granulat sind als Sondermüll zu behandeln. Die Austauschkartuschen werden bei Ersatz zurückgenommen.

Prüfung

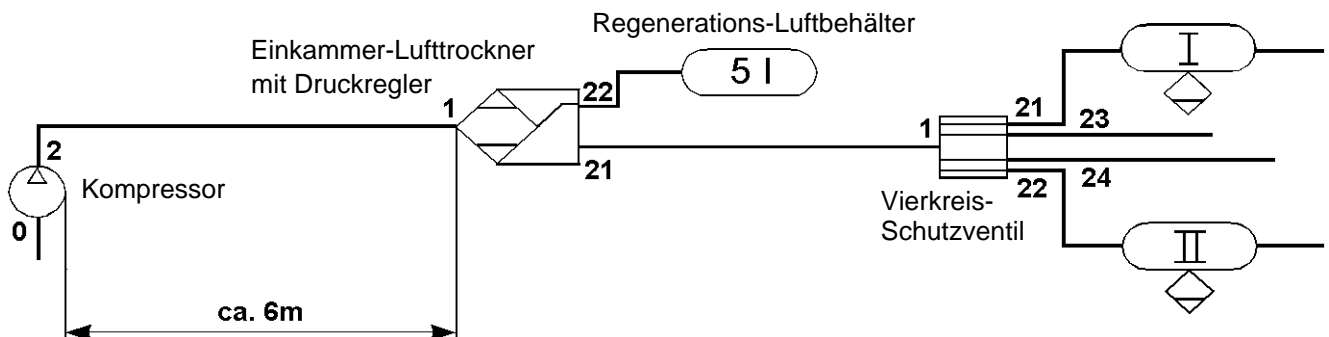
Der Lufttrockner ist auf Dichtheit und korrekte Regenerationsfunktion zu prüfen. Druckluftanlagen bis zum Abschalten des Druckreglers auffüllen und Motor abstellen. An der Entlüftung des Lufttrockners muss für ca. 10 s die Regenerationsluft ausströmen.

Prüf- und Einbauschemata

Schema 1: 432 420



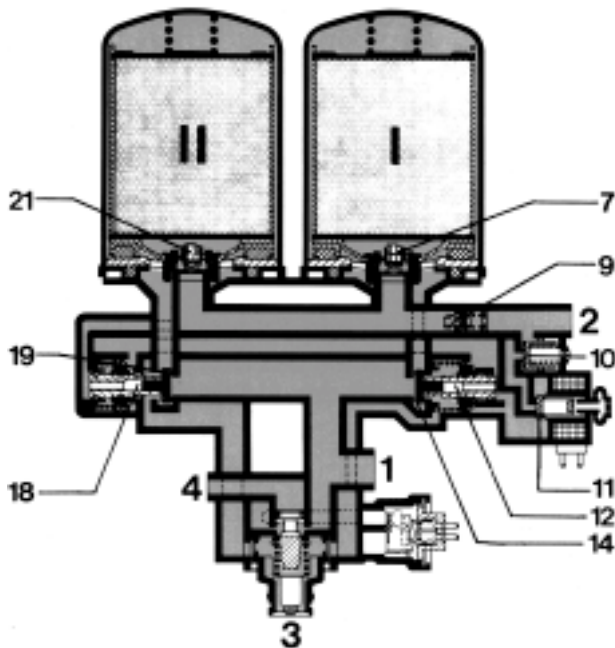
Schema 2: 432 410



Nachrüstung

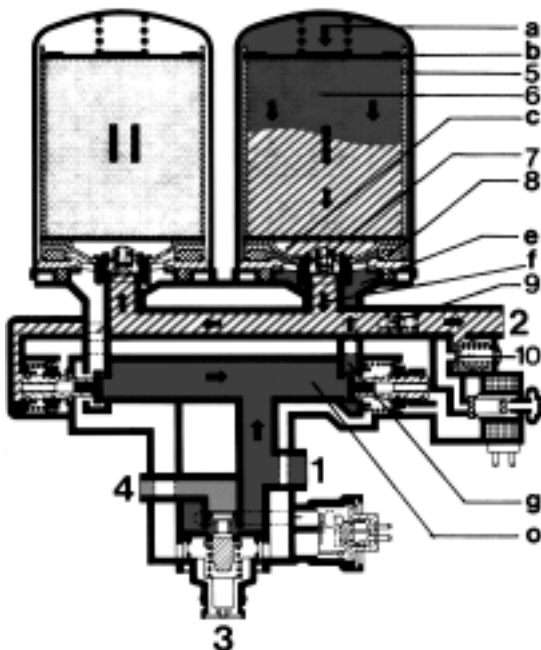
Bei Nachrüstungen sind unsere Einbauempfehlungen zu beachten. Diese können vom Bereich "Service" bezogen werden.

a. Bei Erstbelüftung



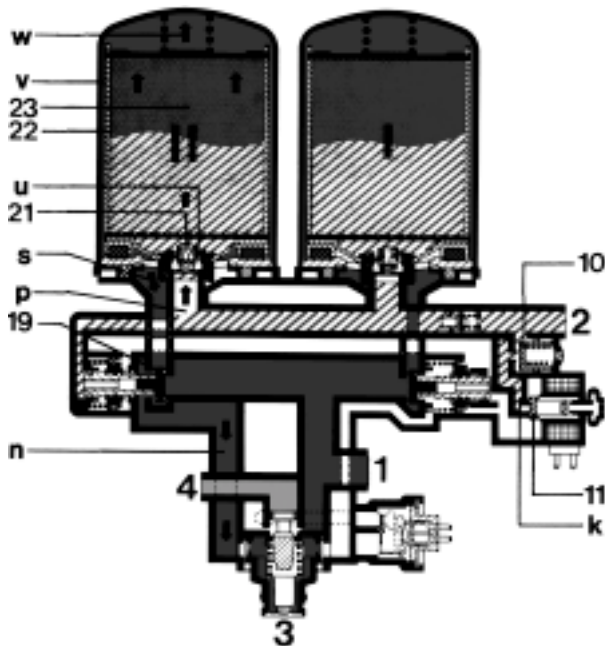
Im drucklosen Zustand sind die Rückschlagventile (7), (9), (21), das Überströmventil (10) sowie das Magnetventil (11) geschlossen. Das Ventil (12) ist einlassseitig (14) und das Ventil (18) auslassseitig (19) geöffnet. Die Inbetriebnahme des Lufttrockners erfolgt daher generell über den Behälter I. Dieses ist bedingt durch die Funktion des Überströmventils (10).

b. Die Trocknung der Druckluft im Behälter I



Die am Anschluss (1) eintretende Druckluft gelangt über die Kanäle (0) und (g), den Ringraum (e), den Filter (8), den Spalt (b) in den Raum (a) oberhalb der Granulatkartusche (5). Über die ober- und unterhalb der Kartusche (5) angebrachten Siebbleche und Filzscheiben strömt das Granulat (6). Die Luftfeuchtigkeit bleibt bei diesem Vorgang an der Oberfläche des Granulates (6) durch Adsorption, haften. Die jetzt in den Raum (c) einströmende Druckluft öffnet das Rückschlagventil (9). Trockene Druckluft kann somit über den Anschluss (2) in die nachgeschalteten Geräte der Bremsanlage gelangen. Gleichzeitig strömt Druckluft zum geschlossenen Überströmventil (10).

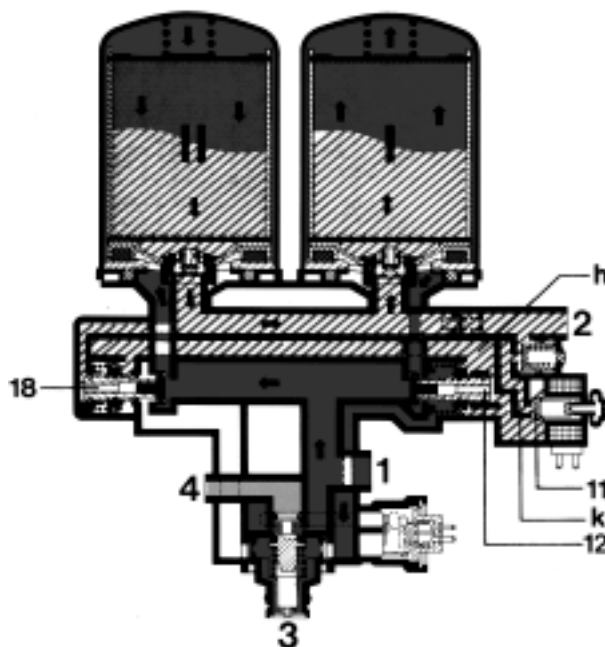
c. Die Regeneration des Granulats im Behälter II und das Öffnen des Überströmventils



Um das Granulat (23) des Behälters II regenerieren zu können, wird die im Kanal (p) stehende Druckluft bei geschlossenem Rückschlagventil (21) über die Düsenbohrung (u) in die Granulatkartusche (22) geführt. Indem die Druckluft die Granulatkartusche (22) von unten nach oben durchspült, wird die an der Oberfläche des Granulats (23) vorhandene Feuchtigkeit von der trockenen Druckluft adsorbiert. Die nunmehr mit Feuchtigkeit angereicherte und sich entspannende Druckluft gelangt über den Raum (w), den Spalt (v), den Ringraum (s), das geöffnete Auslassventil (19), den Kanal (n) an der Entlüftung (3) des Lufttrockners ins Freie.

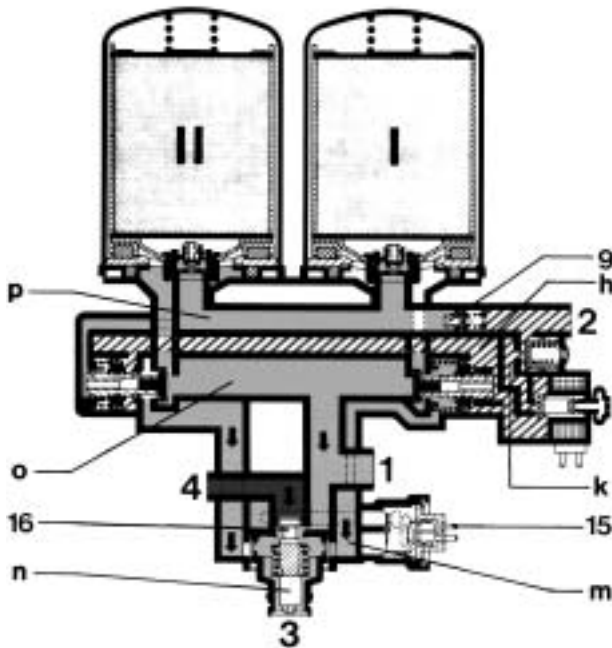
Bei einem Druckaufbau im Anschluss (2) von ca. 4,5 bis 5,0 bar öffnet das Überströmventil (10) und belüftet damit den Kanal (k) zum Magnetventil (11). Hierdurch wird sichergestellt, dass bei **Erstbelüftung** der Trocknungsvorgang immer im **Behälter I** beginnt.

d. Die Umsteuerung des Lufttrockners



Durch ein vorprogrammiertes Zeitintervall wird das Magnetventil (11) von einem integrierten Zeitschaltglied geöffnet. Hierdurch gelangt die im Kanal (k) stehende Druckluft in den Kanal (h). Bedingt durch die sich daraus ergebende Druckluftbeaufschlagung der Ventile (12) und (18) erfolgt eine Umsteuerung des Lufttrockners. Wie bereits unter "**Trocknung**" und "**Regeneration**" beschrieben, wird jetzt im Behälter II getrocknet und im Behälter I regeneriert. Dieser Vorgang wiederholt sich – bedingt durch das im Magnetventil (11) integrierte Zeitschaltglied – ca. jede **60 sek.**

e. Die automatische Entwässerung



Mit dem Erreichen des Abschaltdruckes wird vom Druckregler der Anschluss **(4)** des Lufttrockners belüftet. Hierdurch öffnet das Entwässerungsventil (16), so dass das evtl. im Anschluss **(1)** vorhandene Kondensat über die Entlüftung **(3)** entweichen kann. Gleichzeitig fällt der Druck in den Kanälen (m), (n), (o) und (p). Über das sich schließende Rückschlagventil (9) wird der Druck im Anschluss **(2)** und in den Kanälen (h) und (k) gesichert. Durch Entlüftung des Anschlusses (4) wird das Entwässerungsventil (16) wieder geschlossen. Der Druck kann sich somit im Lufttrockner wieder aufbauen.

f. Funktion der Heizung

Soweit der Lufttrockner mit einer Heizpatrone (15) ausgestattet ist, schaltet sich diese beim Unterschreiten einer Temperatur von ca. 6°C ein und beim Überschreiten einer Temperatur von ca. 30°C wieder ab.

Wartung

Wird bei der regelmässigen Kontrolle der Luftbehälter im Fahrbetrieb Kondenswasser festgestellt, muss die Regenerationsfunktion geprüft werden und eventuell ein Austausch der Granulatkartusche erfolgen. Erfahrungen haben gezeigt, dass ein Auswechseln des Granulates nach ca. 2 Jahren erforderlich werden kann. Hierzu wird ein Austausch mit der Einwegkartusche **432 410 020 2** oder mit der WABCO-Austauschkartusche **432 410 222 7** vorgenommen.

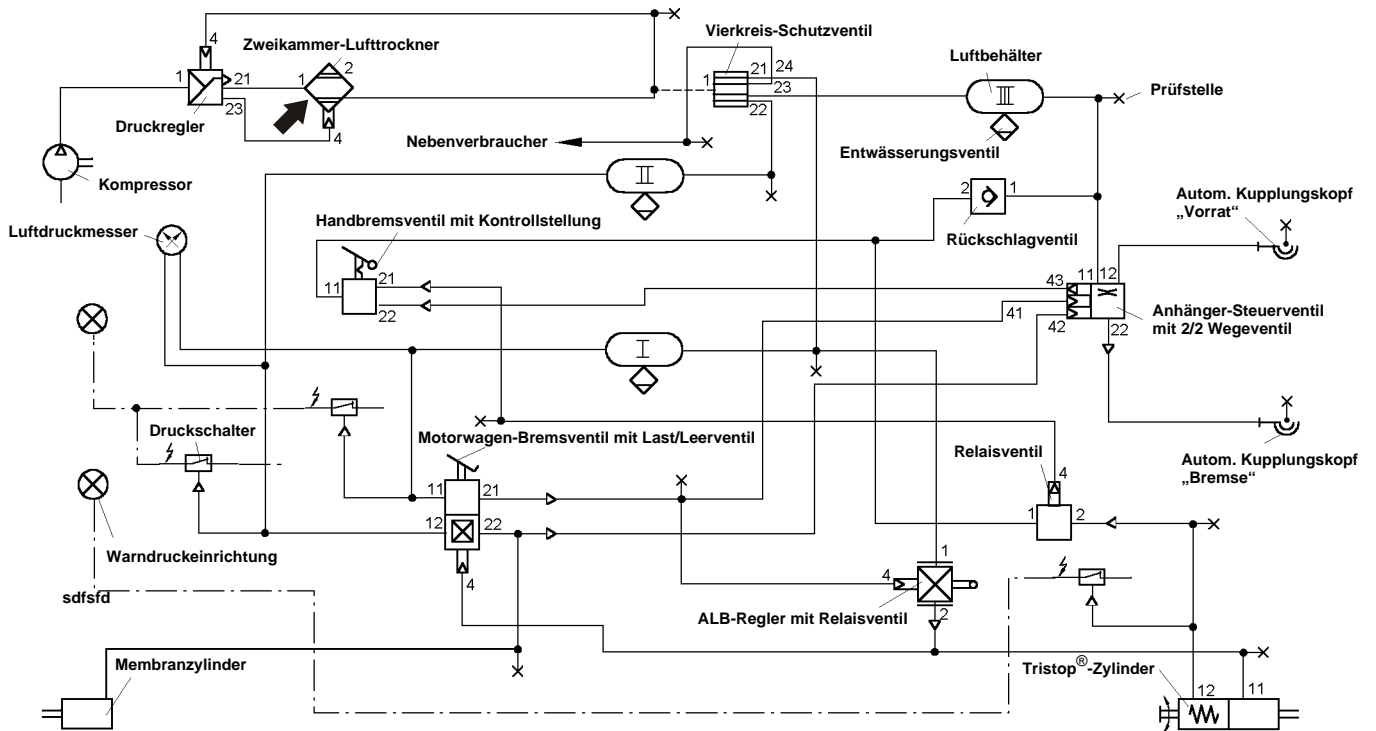
Hinweis

Komplette Kartuschen oder das Granulat sind als Sondermüll zu behandeln. Die Austauschkartuschen werden bei Ersatz zurückgenommen.

Prüfung

Der Lufttrockner ist auf Dichtheit und durch Kontrolle der Luftbehälter (Kondenswasseranfall) auf einwandfreie Funktion zu überprüfen. Zusätzlich sind die Schaltimpulse des Zeittakt-Magnetventils (alle 60 s) zu kontrollieren und die Abluft-Strömungen zu vergleichen. Zum Zeitpunkt des Umschaltens bläst der Lufttrockner kurzzeitig verstärkt aus der Entlüftung.

Prüf- und Einbauschema



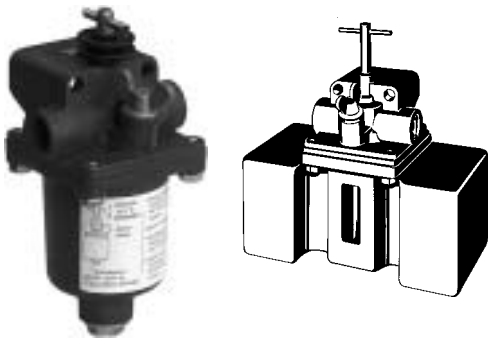
Aufgabe

Frostschützer wurden in Kraftfahrzeug-Bremsanlagen hauptsächlich vor der Einführung von Lufttrocknern eingesetzt. Sie haben die Aufgabe, die Betriebssicherheit von Druckluft-Bremsanlagen bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt weitgehend sicherzustellen. Das geschieht durch Herabsetzung des Gefrierpunktes des in der Druckluft enthaltenen Wassers.

Die Frostschützer arbeiten entweder auf Verdunstungsbasis oder sie spritzen das Frostschutzmittel durch manuelle oder automatische Betätigung in die Druckluft-Erzeugungsanlage ein. Es dürfen nur Frostschutzmittel auf Alkohol-Basis verwendet werden. Wir empfehlen "**Wabcothyl**".

Ausführungsarten

432 199 030 0432 199020 0



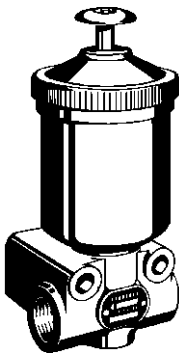
a. **Der Frostschützer** arbeitet auf Verdunstungsbasis. Die Abwandlungen unterscheiden sich lediglich durch die Grösse des jeweiligen Vorratsbehälters. Der Inhalt beträgt:

432 199 030 0 = 200 cm³ Frostschutzmittel

432 199 020 0 = 1100 cm³ Frostschutzmittel

432 199 100 0 = 2000 cm³ Frostschutzmittel

432 002



b. **Frostschutzpumpe**

Sie spritzt durch manuelle Betätigung Frostschutzmittel in die jeweils angeschlossene Leitung ein. Der Vorratsbehälter nimmt 340 cm³ Frostschutzmittel auf.

932 002

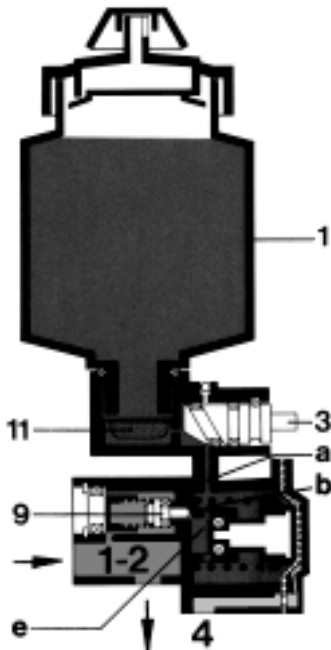


d. **Automatische Frostschutzpumpe**

mit Trockenlaufeigenschaften. Das Gerät kann hinter dem oder vor dem Druckregler eingebaut werden. Die Fördermenge beträgt 0,2 oder 0,5 cm³ pro Einspritzvorgang.

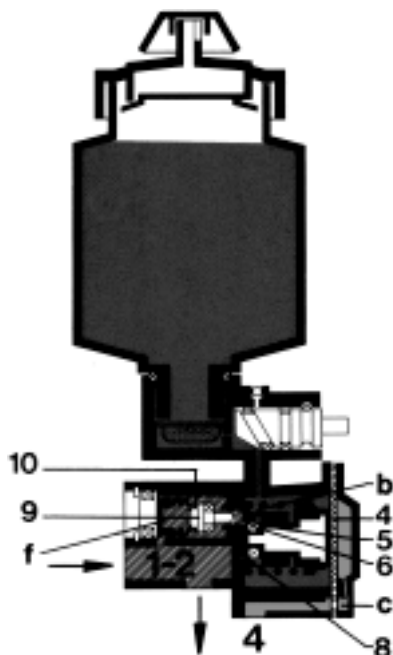
Gerät mit Steueranschluß 4

a. Auffüllstellung



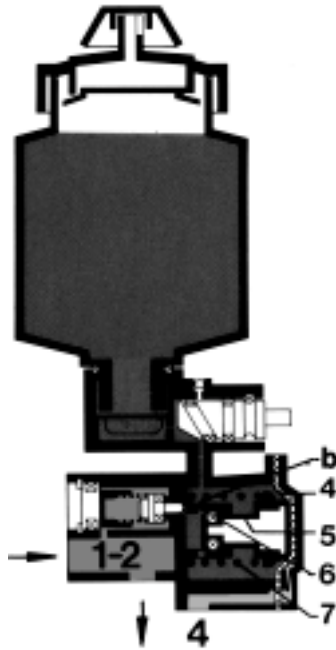
Zur Inbetriebnahme der Pumpe (**bei Temperaturen unter +5°C**) muss der Absperrhahn (3) in die Stellung "I" gedreht werden. Hierdurch fließt das in den Behälter (1) einzufüllende Frostschutzmittel durch das Sieb (11), den Kanal (a), die Bohrung (b) in den Raum (e). Das druckluft- und federbelastete Ventil (9) ist geschlossen.

b. Betätigungsstellung



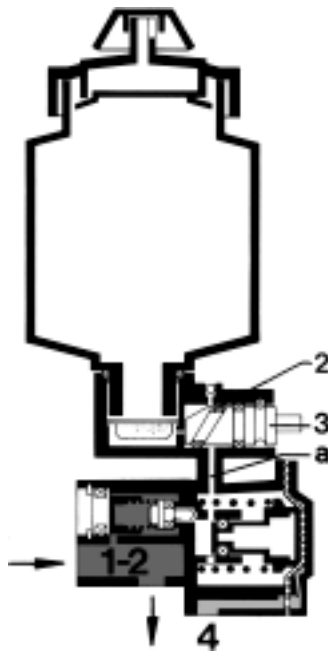
Beim Einschalten des Druckreglers wird der Anschluss (4) und der Raum (c) oberhalb der Membran (4) belüftet. Hierdurch gelangt der Kolben (5) auf den Gehäuseanschlag (8), wobei der O-Ring (6) die Nachlaufbohrung (b) verdeckt. Da der Druck der eingeschlossenen Flüssigkeit vor dem Ventil (9) jetzt höher ist, als dahinter, öffnet sich das Ventil (9) und das Frostschutzmittel (**0,2 oder 0,5 cm³**) wird in den Raum (f) gespritzt. Durch die Druckentlastung wird das Ventil (9) mittels der Federkraft (10) und der Druckluft im Raum (f) sofort wieder geschlossen. Die in den Anschlüssen (1 – 2) stehende und durchgehende Druckluft wird mit dem Frostschutzmittel angereichert und verdampft.

c. Umsteuerstellung

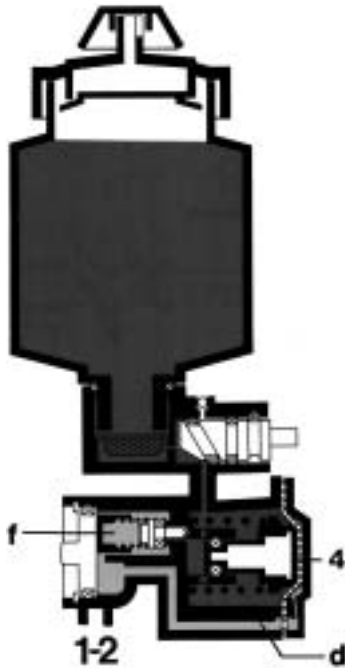


Schaltet der Druckregler wieder auf Leerlauf wird der Anschluss (4) entlüftet. Die Kraft der Feder (7) kann jetzt den Kolben (5) zusammen mit der Membran (4) in der Ausgangsstellung zurückführen, wobei der O-Ring (6) die Zulaufbohrung (b) freigibt und Frostschutzmittel nachlaufen kann.

d. Die Außerbetriebnahme der Pumpe



Durch Verstellen des Absperrhahnes (3) in die Stellung "0" verdeckt der O-Ring (2) den Kanal (a). Frostschutzmittel kann jetzt nicht mehr nachfließen. Aufgrund der Trockenlaufeigenschaften der Pumpe, ist es nicht erforderlich, in der frostfreien Jahreszeit, Frostschutzmittel nachzufüllen.

Frostschutzpumpe ohne Steueranschluss (4)

In dieser Ausführungsart liegt die Frostschutzpumpe nicht hinter, sondern vor dem Druckregler. Somit wird der Steuerimpuls in der Leitung zwischen Kompressor und Druckregler direkt vom Raum (f) über den Kanal (d) auf die Membran (4) übertragen.

Wartung

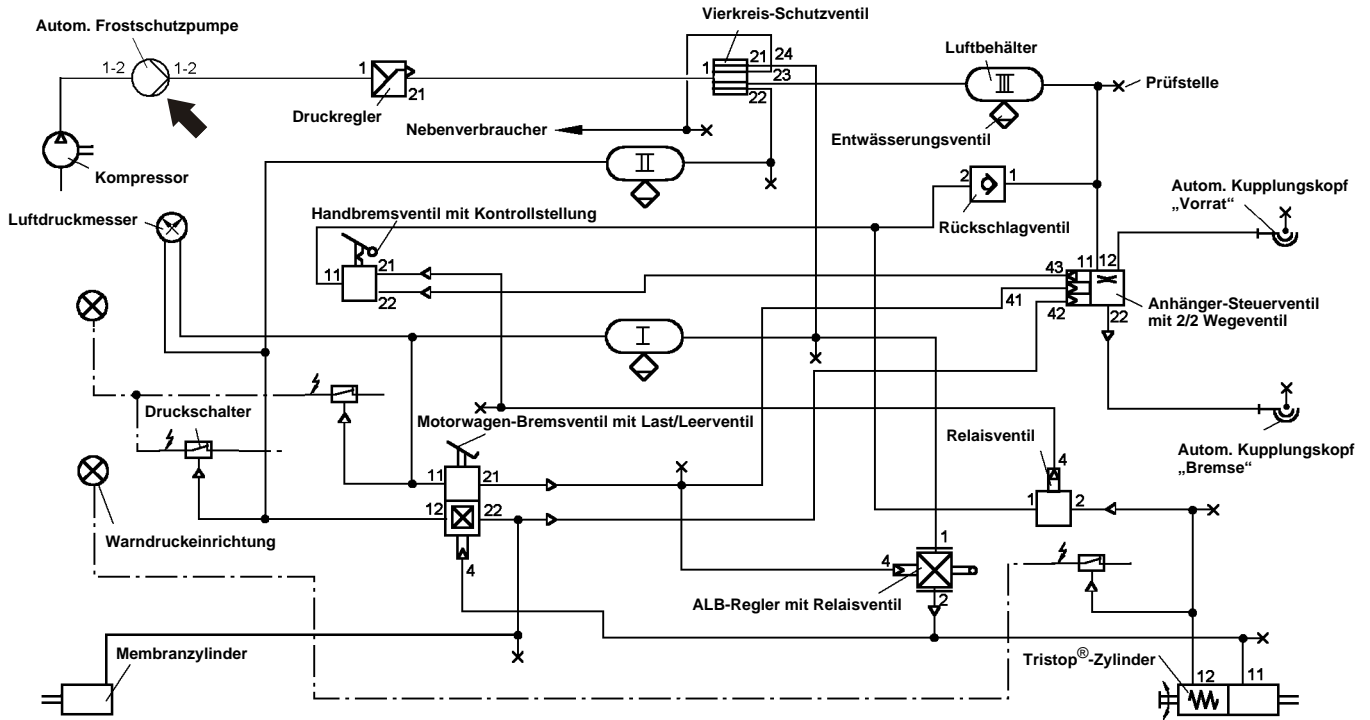
Eine besondere Wartung ist nicht erforderlich.

Prüfung

Soweit die Frostschutzpumpe eingeschaltet ist, (**Stellung I**) sollte der Flüssigkeitsstand täglich kontrolliert und ggf. nachgefüllt werden.

Prüf- und Einbauschema

(Schaltung der Pumpe vor dem Druckregler)



Prüf- und Einbauschema

(Schaltung der Pumpe hinter dem Druckregler)

