

Wichtige Informationen zum Einsatz von Kohlenwasserstoffen mit Bock® Verdichtern

Zum Thema

Bei der vorliegenden Information handelt es sich um wichtige und wertvolle Informationen zum Einsatz von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln mit Bock Verdichtern.

Maßgeblich und bindend ist die Montageanleitung des Verdichters, mit all ihren Sicherheitshinweisen und Warnungen.

Einsatz von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln mit Bock Verdichtern

Die Freigabe von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln für Bock Verdichter muss vorab im Online-Auswahlprogramm VAP geprüft werden.

Empfohlene Anwendungsbereiche der Kohlenwasserstoff-Kältemittel

R290 für Tief- und Normalkühlung, Klimaanwendungen und Wärmepumpen.

R1270 für Tief- und Normalkühlung.

R600a für Wärmepumpen.

Kältemittelqualität

- Kältemittelqualität gemäß DIN 8960:1998 einsetzen.
- Hohe Feuchtigkeitsanteile konsequent vermeiden. Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades (≤ 50 ppm) sowie ausreichend dimensionierte Filtertrockner verwenden.
- Diese Anforderungen gelten auch für Anwendungen mit anderen Kohlenwasserstoffen und Gemischen.

Chemische und physikalische Eigenschaften der Kohlenwasserstoff-Kältemittel und Öle

R290 und R1270 Kohlenwasserstoff-Kältemittel sind unkritisch im Kontakt mit Metallen und Elastomeren. Bei R600a (Isobutan) können jedoch Einschränkungen bei bestimmten Elastomeren auftreten, weshalb eine individuelle Materialprüfung erforderlich ist.

PAG-Öle können mit Aluminiumanteilen im Filtertrockner chemisch reagieren und dadurch Additive abbauen bzw. Ablagerungen bilden, deshalb geeignete, aluminiumfreie Filtertrockner verwenden.

Löslichkeit von Kohlenwasserstoff-Kältemittel im Öl

Die sehr hohe Löslichkeit von Kohlenwasserstoff-Kältemittel in allen gängigen Ölen führt insbesondere bei niedrigen Öltemperaturen und hohem Saugdruck zu einer Absenkung der Ölviskosität im Verdichter. Mögliche Folgen:

- Starke Ausgasung im Ölsumpf und in den Schmierspalt bei Druckabsenkung.
- Schaumbildung mit daraus resultierendem erhöhtem Ölwurf.
- Leistungsminderung und erhöhter Verschleiß an Triebwerksteilen.

Empfohlene Maßnahmen:

- Verwenden Sie ein Öl gemäß den Danfoss-Bock-Empfehlungen, das eine hohe Grundviskosität, einen hohen Viskositätsindex sowie verbesserte tribologische Eigenschaften aufweist und den Empfehlungen des Einsatzgrenzendigramms entspricht.
- Kältemittelfüllmenge so gering wie möglich halten.
- Während des Stillstands muss das Öl ausreichend temperiert sein. Siehe erforderliche Mindestöltemperatur zum Start des Verdichters (Montageanleitung -> Einsatzgrenzen).
- Verdichter in temperierter Umgebung aufstellen und bei Bedarf isolieren. Zur externen Auswertung der minimal zulässigen Öltemperatur ist für die Verdichtertypen HG44 - HG88 ein Pt1000 Öltemperatursensor optional erhältlich.
- Bei hohen saugseitigen Stillstandsdrücken und langen Abschaltzeiten eine automatische Abpumpschaltung vorsehen.
- Abschaltdruck für die Abpumpschaltung nur geringfügig unterhalb des niedrigsten Verdampfungsdrucks im Betrieb einstellen, um starke Druckschwankungen und Schaumbildung im Kurbelgehäuse des Verdichters zu vermeiden.
- Ausreichende Sauggasüberhitzung sicherstellen; die Druckgastemperatur muss mindestens 20 K über der Verflüssigungstemperatur liegen, bei Bedarf einen internen Wärmeübertrager zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung einsetzen.
- Verdichter beim Start und im Betrieb konsequent gegen Nassbetrieb absichern; Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten verwenden. Bei elektronischen Expansionsventilen nach der Abtauung unter anderem einen reduzierten Öffnungsgrad einstellen und gegebenenfalls einen Flüssigkeitsabscheider einsetzen.

Bei Anlagen mit vorhersehbar langen Stillstandszeiten (z. B. saisonaler Betrieb oder vorbefüllte Anlagen mit längerer Lager- oder Transportzeit) wird empfohlen, nach einem einmaligen Pump-Down die Absperrventile am Verdichter zu schließen. Rückschlagventile in der Druckgasleitung werden dringend empfohlen.

Reinigungswirkung von Kohlenwasserstoff-Kältemittel

Kohlenwasserstoff-Kältemittel besitzen eine starke Reinigungswirkung und lösen Ablagerungen, Ziehfette und Öle im Rohrnetz. Mögliche Folgen:

- Starke Schmutzablagerungen im Verdichter und in Regelgeräten.
- Starke Schaumbildung und erhöhter Verschleiß an Triebwerksteilen.

Maßnahmen:

- Höchste Sauberkeit bei Montage und Service sicherstellen.
- Rohrleitungen und Bauteile sorgfältig reinigen.
- Lötarbeiten ausschließlich unter Schutzgas (getrockneter Stickstoff) durchführen.
- Reinheitsanforderungen gemäß DIN 8964 oder vergleichbaren Standards einhalten.
- Bei weitverzweigten Anlagen saugseitige Reinigungsfilter einsetzen.

Wassergehalt von Kohlenwasserstoff-Kältemittel

Kohlenwasserstoff-Kältemittel mit hohem Reinheitsgrad enthalten keine zur Säurebildung neigenden Bestandteile. Dennoch ist ein hoher Feuchtigkeitsgehalt unbedingt zu vermeiden. Mögliche Folgen:

- Kristallbildung in Expansionsorganen.
- Erhöhtes Risiko von Kavitation an Triebwerksteilen.
- Bildung von Gashydraten in der Flüssigkeit bei hohem Druck und niedriger Temperatur, die Engstellen in der Anlage verstopfen können.

Maßnahmen:

- Kältemittel mit geringem Fremdgasanteil und ohne Zusatzstoffe verwenden.
- Hohe Kältemittelqualität („2.5“ oder vergleichbar) mit mindestens 99,5 % Reinheit einsetzen.
- Eintritt von Fremdgasen und Feuchtigkeit konsequent vermeiden.
- Großzügig dimensionierte Filtertrockner gemäß Herstellerangaben vorsehen.
- Feuchtigkeitsindikatoren mit definierter Anzeige des Trocknungsgrades (<50ppm) verwenden.
- Dichtheitsprüfung mit trockenem Stickstoff durchführen.
- Evakuierung bis zu einem stabilen (stehenden) Vakuum von 1,5 mbar durchführen. Beim Evakuieren Ölsumpfheizung einschalten.

Zusätzlicher Hinweis zur Sauggasüberhitzung

Bei geringer Sauggasüberhitzung und/oder kleinen Druckverhältnissen besteht die Gefahr einer starken Kältemittelanreicherung im Öl.

Zur Erhöhung der Sauggasüberhitzung am Verdichtereintritt wird der Einsatz eines inneren Wärmeübertragers zwischen Flüssigkeits- und Sauggasleitung empfohlen.

Öle

Aufgrund der besonders hohen Löslichkeit von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln in herkömmlichen Ölen werden Bock HC Verdichter mit einem speziell abgestimmten Schmierstoff befüllt, der einen hohen Viskositätsindex sowie sehr gute tribologische Eigenschaften aufweist.

Bei Hubkolbenverdichtern stehen zwei unterschiedliche Ölsorten zur Verfügung.

Das PAG-Öl wird als Standardöl eingesetzt und ist insbesondere für kompakte Kältekreisläufe und erweiterte Einsatzgrenzen besonders für Normalkühl-, und Wärmepumpenanwendungen geeignet.

Das PAO-Öl ist weniger hygroskopisch, erfordert jedoch eine Sauggasüberhitzung von mindestens 20 K am Verdichtereintritt, um die Einlösung von Kältemittel im Öl zu begrenzen und ist insbesondere für Tief- und Normalkühlanwendungen geeignet. Hierzu ist der Einsatz eines inneren Wärmeübertragers zwischen Sauggas- und Flüssigkeitsleitung vorgesehen.

Die beiden Öltypen dürfen nicht gemischt werden, da dies zu starker Schaumbildung, einer Phasentrennung der beiden Öle und in der Folge zu unzureichender Schmierung führen kann.

Aufgrund der hohen Löslichkeit von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln ergeben sich besondere Anforderungen an Ausführung, Betriebsweise und Regelung von Verdichter und Anlage.

Eine zu geringe oder instabile Sauggasüberhitzung im Betrieb sowie eine unzureichende Beheizung des Ölsumpfs während Stillstandszeiten führen zu einer deutlichen Absenkung der Ölviskosität im Verdichter.

Mögliche Folgen:

- Leistungsminderung.
- Ausgeprägte Schaumbildung.
- Starker Verschleiß an Triebwerksteilen.
- Erhöhter Ölwurf.

Den Verdichter daher konsequent gegen Nassbetrieb absichern und mit ausreichend hoher Sauggastemperatur betreiben. Die Druckgastemperatur muss zu jeder Zeit mindestens 20 K über der Verflüssigungstemperatur liegen.

Zusätzlich sind folgende Maßnahmen einzuhalten:

- Niedrige Öltemperaturen vermeiden; eine Ölheizung ist zwingend erforderlich, ggf. ergänzt durch eine Abpumpschaltung und eine Isolierung des Verdichters. Siehe erforderliche Mindestöltemperatur zum Start des Verdichters (Montageanleitung -> Einsatzgrenzen).
- Hohe saugseitige Stillstandsdrücke vermeiden, da sie den Kältemittelanteil im Öl erhöhen.
- Schnelle Änderungen des Saugdrucks vermeiden, da diese eine starke Ausgasung des im Öl gelösten Kältemittels verursachen sowie Schaumbildung und zu einer instabilen Sauggasüberhitzung führen können.
- Schnelle Änderungen des Verflüssigungsdrucks vermeiden, da sie eine starke Schaumbildung im Ölabscheider begünstigen.

Bei Wärmepumpenanwendungen mit 4-Wege-Umkehrventil darf die Umschaltung nur bei stillstehendem Verdichter erfolgen. Eine Umschaltung während des Verdichterbetriebs führt zu starken Druckschwankungen, die die Schmierfähigkeit des Öls negativ beeinflussen.

Alle Betriebszustände vorab auf einen sicheren und stabilen Betrieb prüfen.

Wassergehalt im Öl

Der Wassergehalt im Verdichteröl ist beim Betrieb mit Kohlenwasserstoff-Kältemitteln besonders kritisch und muss so gering wie möglich gehalten werden. Bereits geringe Feuchtemengen im Öl können in Verbindung mit der hohen Löslichkeit der Kohlenwasserstoffe zu Schaumbildung, Viskositätsabfall und instabilem Schmierverhalten führen.

Ein erhöhter Wassergehalt im Öl begünstigt zudem:

- Kristall- und Eisbildung in Drossel- und Expansionsorganen.
- Korrosion an metallischen Bauteilen.

- Kavitation in Lagerstellen infolge lokaler Druck- und Temperaturänderungen.
- Beschleunigte Ölalterung und Verschlechterung der tribologischen Eigenschaften.

Den zulässigen Wassergehalt im Öl daher strikt begrenzen.

Als Richtwert gilt die DIN 51503-2, 2015 (oder vergleichbar). Werte im niedrigen zweistelligen ppm-Bereich auch bei PAG-Ölen anstreben. Ein Überschreiten dieser Werte ist nicht zulässig.

Zur Sicherstellung eines niedrigen Wassergehalts sind folgende Maßnahmen einzuhalten:

- Evakuieren Sie zuerst die Anlage und ziehen dann den Verdichter in den Evakuierungsvorgang mit ein.
- Konsequente und dauerhafte Beheizung des Ölsumpfs während der Trocknung und Evakuierung der Anlage und des Verdichters vor der Inbetriebnahme sowie bei Servicearbeiten.
- Verwendung von ausreichend dimensionierten Filtertrocknern nach Herstellerangaben.
- Vermeidung von Lufteintrag bei Betrieb, Montage, Service und Stillstand.
- Regelmäßige Ölanalysen zur Überwachung von Wassergehalt und Ölzustand.
- Evakuieren Sie mit der Vakuumpumpe auf der Saug- und der Hochdruckseite des Verdichters.
- Am Ende des Evakuierungsvorgangs soll das Vakuum $< 1,5$ mbar bei abgeschalteter Pumpe betragen.
- Wiederholen Sie diesen Vorgang gegebenenfalls mehrmals und spülen Sie den Verdichter mit getrocknetem Stickstoff.

Hinweis für Service & Inbetriebnahme:

Ein zu hoher Wassergehalt im Öl ist ein schleichender, aber hochkritischer Schadensfaktor und kann zu frühzeitigem Lager- und Verdichterausfall führen.

Weitere Service-Hinweise zum Umgang mit Ölen

Insbesondere PAG-Öle sind stark hygroskopisch und nehmen bereits bei kurzer Exposition gegenüber Umgebungsluft Feuchtigkeit auf. Ein einmal geöffneter Ölbehälter beginnt unmittelbar Wasser zu absorbieren.

Service-Hinweise und Empfehlungen:

- Fremdstoffe (Ziehöl, Leckagesuchmittel, Montagefette/-silikone...) vermeiden.
- Ölgebinde nur unmittelbar vor der Verwendung öffnen.
- Geöffnete Gebinde nicht offen stehen lassen.
- Öl niemals in offenen Behältern oder Trichtern bereitstellen.
- Restmengen aus angebrochenen Gebinden nicht wiederverwenden.
- Kleine, anwendungsnahe Gebindegrößen verwenden.
- Großgebinde nur in kontrollierter Werkstatsumgebung und Feuchtigkeitseintrag vermeiden.
- Ölgebinde luftdicht verschlossen halten.

- Gebinde vor Feuchtigkeit, direkter Sonneneinstrahlung und Temperaturschwankungen schützen.
- Zeit zwischen Öffnen des Gebindes und Einfüllen auf ein Minimum zu reduzieren.
- Nur saubere, trockene und geschlossene Befüllsysteme verwenden.
- Befüllschläuche und Pumpen vorab trocknen und spülen.
- Nach Arbeiten am Ölkreislauf immer ausreichend evakuieren.
- Filtertrockner ggf. ersetzen oder neu dimensionieren Herstellerangaben beachten.
- Nach größeren Eingriffen Ölanalyse durchführen.
- Unterschiedliche Öltypen wie bspw. PAG und PAO Öle dürfen nicht gemischt werden.
- Auch Restmengen anderer Öle im System können zu Schaumbildung und Mangelschmierung führen.

Maßnahmen zum Erreichen hoher Verdichterlebensdauer

- Öl mit hoher Grundviskosität gemäß Danfoss Bock Standard verwenden.
- Eine möglichst geringe Kältemittelfüllung und eine reichlich dimensionierte Ölsumpfheizung wählen (siehe Montageanleitung Verdichter).
- Aufstellung des Verdichters in temperierter Umgebung und bei Bedarf Isolieren.
- Bei Gefahr hoher saugseitiger Stillstandsdrücke: Abpumpschaltung vorsehen (Unterdruckbereich vermeiden).
- Absicherung gegen "Nassbetrieb" bei Start und Betrieb:
Expansionsorgane mit stabilem Regelverhalten, ggf. Flüssigkeitsabscheider verwenden.
- Starke und schnelle Saug- und Verflüssigungsdruckänderungen vermeiden. Gefahr von starken Ausgasungen (Schaumbildung) im Ölsumpf bzw. im Ölabscheider. (Kann zu höherem Ölwurf führen).
- Rohrleitungen und Komponenten sorgfältig reinigen.
- Beim Löten unter Schutzgas, getrockneten Stickstoff verwenden.
- Reinheitsanforderungen nach DIN 8964 oder vergleichbaren Standards.
- Verwendung von Filtern in der Saugleitung im Falle weitverzweigter Systeme.
- Auf trockenes System achten:
 - Trockner einbauen.
 - Feuchtigkeitssensoren mit Anzeige > 50 ppm in die Anlage integrieren.
- Beim Betrieb mit Inverter: Startfrequenz und Rampenzeit.
Im Betrieb die Frequenz möglichst langsam erhöhen und verringern, um ein starkes ausgasen (Schaumbildung) im Ölsumpf zu verhindern.

Explore our solutions
danfoss.com



Danfoss übernimmt keine Verantwortung für mögliche Fehler in Katalogen, Broschüren und anderen Drucksachen.

Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung Änderungen an seinen Produkten vorzunehmen. Dies gilt auch für bereits bestellte Produkte, sofern solche Änderungen vorgenommen werden können, ohne dass nachträgliche Änderungen an bereits vereinbarten Spezifikationen erforderlich sind.

Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum jeweiligen Unternehmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S.

Alle Rechte vorbehalten.

BOCK®

Bock GmbH
Benzstraße 7
72636 Frickenhausen
Deutschland
Tel. +49 7022 9454-0
Fax +49 7022 9454-137
bock.danfoss.com

© Bock GmbH