FUCHS Industrieschmierstoffe

RENISO

Für jede Anforderung die richtige Lösung

Kältemaschinenöle 2014/2015

LUBRICANTS.
TECHNOLOGY.
PEOPLE.

FUCHS

UNSERE SCHMIERSTOFFE HALTEN DIE WELT IN BEWEGUNG

Seit über 80 Jahren konzentrieren wir all unsere Aktivitäten und unseren Forschergeist auf die Entwicklung innovativer Schmierstoffe. Diese Spezialisierung führt dazu, dass wir kontinuierlich wachsen – geografisch, technisch und in der Anzahl der Anwendungsfelder.

Heute steht FUCHS als deutsches Unternehmen weltweit für leistungsstarke Schmierstoffe und verwandte Spezialitäten in nahezu allen Anwendungsbereichen und Branchen.

Was unsere Produkte wertvoller macht.

Wir entwickeln Schmierstoffe anwendungsspezifisch und zugeschnitten auf die Prozesse unserer Partner. Gemeinsam suchen wir für unsere Kunden den besseren Schmierstoff. In Form, Umfang und Intensität ist diese Art der Zusammenarbeit einmalig. Wir nennen sie Entwicklungspartnerschaft. Diese Fähigkeit gründet sich auf ein wesentliches Merkmal: Als deutsches Unternehmen mit Sitz in Mannheim sind wir der größte unabhängige Schmierstoff-Spezialist. Und diese Unabhängigkeit macht den Unterschied. Wir sind offen für neue Wege, offen für Visionen – die Voraussetzung für Innovationen. Und Innovationen sind ein Markenzeichen von FUCHS.

Gemeinsam bewegen wir mehr.

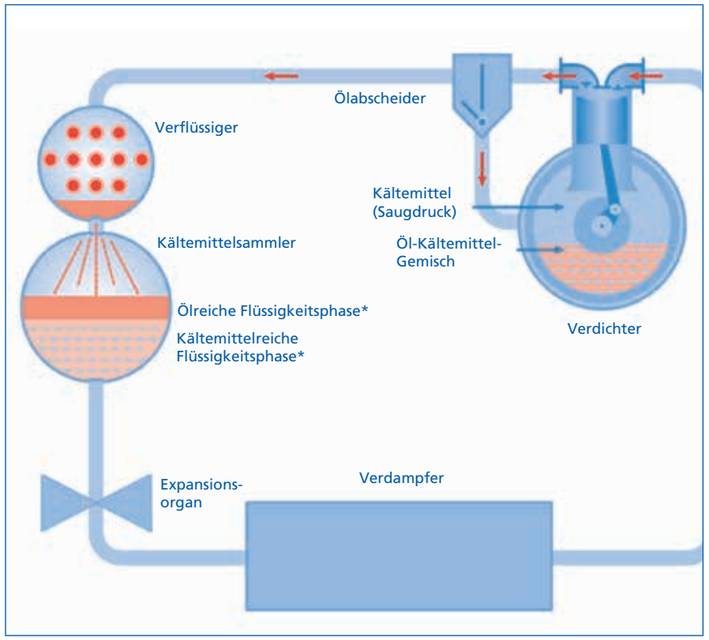
Das komplette Produktprogramm von Hochleistungskältemaschinenölen.

Im Bereich der Schmierstoffe und der Schmierungstechnik nehmen Kältemaschinenöle einen besonderen Platz ein. Die hohe Lebensdauer, die von Kältemittelverdichtern erwartet wird, hängt eng mit den hohen Qualitätsanforderungen an die verwendeten Schmieröle zusammen. Die Wechselwirkung mit anderen Stoffen, insbesondere mit dem Kältemittel, bei extrem unterschiedlich hohen und tiefen Temperaturen, stellt im Kreislauf ganz spezifische Anforderungen an das Schmieröl. Die eigentliche Hauptaufgabe des Kältemaschinenöles ist die Sicherstellung einer ausreichenden Schmierung aller beweglichen Triebwerksteile des Kältemittelverdichters. Je nach Verdichterbauart ist darüber hinaus Wärme von den heißen Bauteilen abzuführen und eine Abdichtung des Verdichtungsraumes, gegebenenfalls auch der Ventile, zu gewährleisten.

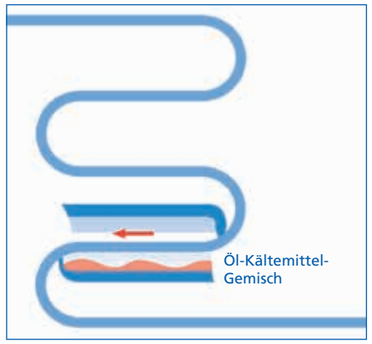
Bedingt durch die Bauart der Verdichter, die Effizienz der Ölabscheider, die Konzeption der Kälteanlage, die Betriebsparameter, die Kältemittel-/Öl-Auswahl etc. sind in der Anlage unterschiedliche Mengen an Öl in Umlauf. Der Ölgehalt kann im Bereich 1–5 % und in einzelnen Fällen darüber liegen. Um die Ölzirkulation und insbesondere die Rückführung des Öles aus dem „kalten Teil" der Anlage zu gewährleisten, werden in der Regel Kältemaschinenöle mit ausreichend guter Mischbarkeit mit dem jeweiligen Kältemittel eingesetzt.

Der Öleintrag wird vor allem im Anfahrzustand durch starkes Aufschäumen des Öles infolge gelösten Kältemittels verstärkt. Bei der Verdampfung des Kältemittels kühlt sich das Öl ab. Bleibt es dabei nicht hinreichend fließfähig (durch gelöstes Kältemittel), so ist seine Rückführung zum Verdichter nicht gewährleistet. Im Verdichter ist hingegen eine hohe Viskosität (des Öl-/Kältemittel-Gemisches) gefordert. Die optimale Einstellung der Betriebsviskosität des Schmieröls unter Einfluss des Kältemittels (= > druck- und temperaturabhängige Kältemitteleinlösung) stellt somit stets einen Kompromiss zwischen der zur Verdichterschmierung erforderlichen Mindestviskosität und einer zur ausreichenden Zirkulation im Kreislauf notwendigen Fließfähigkeit bei tiefen Temperaturen dar. Neben der günstigen Mischbarkeitscharakteristik mit dem jeweils eingesetzten Kältemittel spielen gute Kältefließeigenschaften, hohe Alterungsbeständigkeit und eine hohe chemische und thermische Stabilität unter Kältemitteleinfluss eine wichtige Rolle.

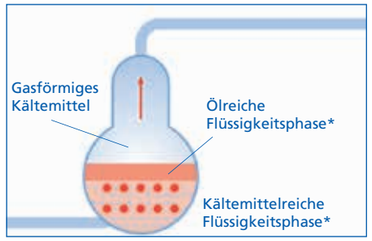
Kältemittelkreislauf



System 1: Trockene Verdampfung



System 2: Überflutete Verdampfung



*Im Bereich der Mischungslücke:
Wenn die Dichte der kältemittelreichen Phase größer als die der ölreichen Phase ist.

Forschung und Entwicklung – im Zeichen des Klimaschutzes

Unsere Forschungs- und Entwicklungsabteilung beschäftigt sich mit umfangreichen Untersuchungen zu Kältemaschinenölen mit allen relevanten Kältemitteln.

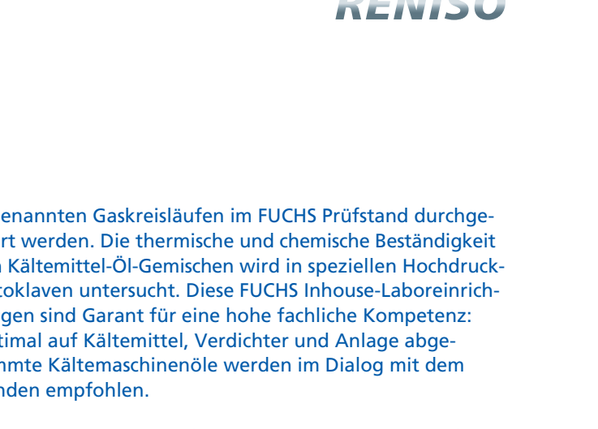
Dabei nehmen umweltverträgliche Kältegase eine immer wichtigere Rolle ein. Niedrig-GWP-Kältemittel (GWP = Global Warming Potential = Beitrag zur Erderwärmung) wie z.B. Kohlendioxid (GWP = 1) und Propan (GWP = 3), aber auch synthetische, fluorierte Alternativen wie HFO-1234yf (GWP = 4) nehmen schon jetzt in Ihrer Verwendung deutlich zu. Hingegen wird der Einsatz heute weitverbreiteter Kältemittel wie R404A (GWP = 3922) mittelfristig stark abnehmen.

In den Entwicklungslabors von FUCHS werden Stabilitätsuntersuchungen (Sealed Tube Tests) und Mischbarkeits- sowie Löslichkeitsuntersuchungen der Kältemaschinenöle mit den diversen Kältemitteln in speziellen Laboreinrichtungen durchgeführt. Neueste Labortechnik in Verbindung mit individuell konzipierten Prüfständen ermöglichen Verschleißschutzuntersuchungen von Kältemaschinenölen unter dem Einfluss von gelöstem Kältemittel. Es können ebenfalls Lebensdaueruntersuchungen von Hermetik-Verdichtern in sogenannten Gaskreisläufen im FUCHS Prüfstand durchgeführt werden. Die thermische und chemische Beständigkeit von Kältemittel-Öl-Gemischen wird in speziellen Hochdruck-Autoklaven untersucht. Diese FUCHS Inhouse-Laboreinrichtungen sind Garant für eine hohe fachliche Kompetenz: Optimal auf Kältemittel, Verdichter und Anlage abgestimmte Kältemaschinenöle werden im Dialog mit dem Kunden empfohlen.

Durch die neuen Herausforderungen, die durch Inkrafttreten der neuen europäischen F-Gase Verordnung (EU-VO 517/2014) auch für Kältemaschinenöle entstehen, wird ein verlässlicher und innovativer Schmierstoffhersteller wie FUCHS zu einem immer wichtigeren Partner in der Kältetechnik.

Produktprogramm:

- Kältemaschinenöle auf Mineralölbasis
- Synthetische Kältemaschinenöle auf Alkylbenzolbasis
- Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyalphaolefinbasis
- Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyolesterbasis
- Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyalkylenglykolbasis
- Neue Kältemaschinenöle für CO_2-Anwendungen



Anforderungen und Klassifizierung von Kältemaschinenölen.

DIN 51503 beschreibt die Mindestanforderungen, welche an Kältemaschinenöle gestellt werden. Diese Norm gilt für Öle, die in Kältemittelverdichtern zur Schmierung und Kühlung verwendet werden und die dabei der Einwirkung des Kältemittels ausgesetzt werden.
Für Kohlenwasserstoffkältemittel können auch sogenannte Gasverdichteröle verwendet werden wie z. B. RENOLIN LPG 185 für Propan oder Propen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass diese Schmierstoffe ungetrocknet ausgeliefert werden und daher vor dem Einsatz in der Kälteanlage eventuell getrocknet werden müssen.

Die Einteilung der Kältemaschinenöle nach DIN 51503 Teil 1 erfolgt alphabetisch nach den verwendeten Kältemitteln in die folgenden Gruppen (Januar 2011):

KAA Mit Ammoniak nicht mischbare Kältemaschinenöle – Mineralöle und/oder Syntheseöle auf Basis von Polyalphaolefin (PAO), Alkylbenzol (AB) oder hydrierten Mineralöle. Meist werden hoch ausraffinierte, naphthenische Kältemaschinenöle als KAA-Öle verwendet. Hydrierte Kältemaschinenöle und PAOs gewinnen in der Praxis zunehmend an Bedeutung.

KAB Mit Ammoniak mischbare Kältemaschinenöle – Polyalkylenglykol (PAG). Die in der Regel eingesetzten PAG-Schmierstoffe sollten einen maximalen Wassergehalt von 350 ppm (Frischöl) nicht überschreiten.

KB Kältemaschinenöle für Kohlendioxid (CO_2) – synthetische Polyolester (POE), Polyalkylenglykole (PAG) oder Polyalphaolefine (PAO).
Die POE-Öle weisen in der Regel gute CO_2-Mischbarkeit auf. PAG-Öle sind mit CO_2 deutlich schlechter mischbar (größere Mischungslücke mit CO_2). Synthetische Kältemaschinenöle auf Polyalphaolefin-Basis werden als mit CO_2 nicht mischbare Kältemaschinenöle bezeichnet.

KC Kältemaschinenöle für voll- und teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW, HFCKW) – in der Regel Mineralöle und Alkylbenzole (im Einzelfall auch Esteröle möglich).
Es werden meist hoch ausraffinierte, naphthenische Mineralöle und speziell behandelte Alkylbenzole (Alkylate) verwendet. Der Wassergehalt der KC-Öle (Frischöle) sollte kleiner 30 ppm betragen. Bei einem höheren Wassergehalt ist davon auszugehen, dass sich unerwünschte Reaktionen mit dem Kältemittel ergeben, die zu einer Zersetzung des Öl-Kältemittel-Gemisches führen.

KD Kältemaschinenöle für voll- und teilfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW, HFKW) – Polyolesteröle (POE) oder Polyalkylenglykole (PAG).
Die in der Gruppe KD beschriebenen Kältemaschinenöle sind polare Produkte mit stark hygroskopischem Verhalten. Für Polyolester (POE) gilt ein maximal zulässiger Wassergehalt von 100 ppm im Frischöl. Polyalkylenglykole werden vorzugsweise in A/C-Systemen eingesetzt. Sie sollten einen maximalen Wassergehalt von 350 ppm (Frischöl) nicht überschreiten.

KE Kältemaschinenöle für Kohlenwasserstoffe (z. B. Propan, Isobutan) – Mineralöle oder Syntheseöle auf Basis von Alkylbenzolen, PAO, POE oder PAG. Je nach Stoffgruppe beträgt der maximal zulässige Wassergehalt 30 ppm für Mineralöle/Alkylbenzole, 50 ppm für PAO, 100 ppm für POE und 350 ppm für PAG (Frischölkennwerte).

Zur Charakterisierung eines Kältemaschinenöles werden folgende typische Kennwerte angegeben:

Farbe	DIN ISO 2049
Viskosität	DIN EN ISO 3104
Dichte	DIN 51757
Neutralisationszahl	DIN 51558-1
Wassergehalt	DIN 51777-1/-2
Pourpoint	DIN ISO 3016
Flammpunkt	DIN ISO 2592
Kältemittelmischbarkeit	DIN 51514
Kältemittelbeständigkeit (Sealed Tube Test)	ASHRAE 97-2007

Im Anhang der DIN 51503 Teil 1 werden ergänzende Angaben zu den Eigenschaften der Kältemaschinenöle gemacht. Dabei sind wichtige Parameter wie der Flockpunkt mit dem jeweiligen Kältemittel, die Korrosionsschutzwirkung auf Kupferwerkstoffe, die elektrische Durchschlagspannung in Abhängigkeit vom Wassergehalt und die Schmierfähigkeit im Falex-Test oder modifizierten Almen-Wieland-Test unter Kältemittelatmosphäre heranzuziehen. Dort wird auch auf die entsprechenden pVT-Diagramme (Daniel-Plots) der eingesetzten Öl-Kältemittel-Kombination verwiesen.

Die in der DIN 51503 Teil 1 beschriebenen Werte für den Wassergehalt zeigen die höchsten noch tolerierbaren Werte im Anlieferungszustand des Kältemaschinenöls. In der Praxis werden Kältemaschinenöle in wasserdampfdichten Gebinden geliefert (Metallgebinde), in die auch bei längerer Lagerung keine Feuchte eindringen kann. Beim Umgang mit Kältemaschinenölen sollte darauf geachtet werden, die Gebinde stets dicht verschlossen zu lagern und Anbruchgebinde schnellstmöglich zu verwenden bzw. mit Stickstoffinertgas zu überlagern.

Physikalisch-chemische Kenndaten von Kältemaschinenölen.

Zur Charakterisierung eines Kältemaschinenöles werden in der Regel folgende typische Kennwerte angegeben:

Farbzahl gemäß DIN ISO 2049:
Die Farbzahl ist produktspezifisch und kann zwischen wasserklar (Farbzahl 0) und dunkelbraun (Farbzahl 5) variieren.

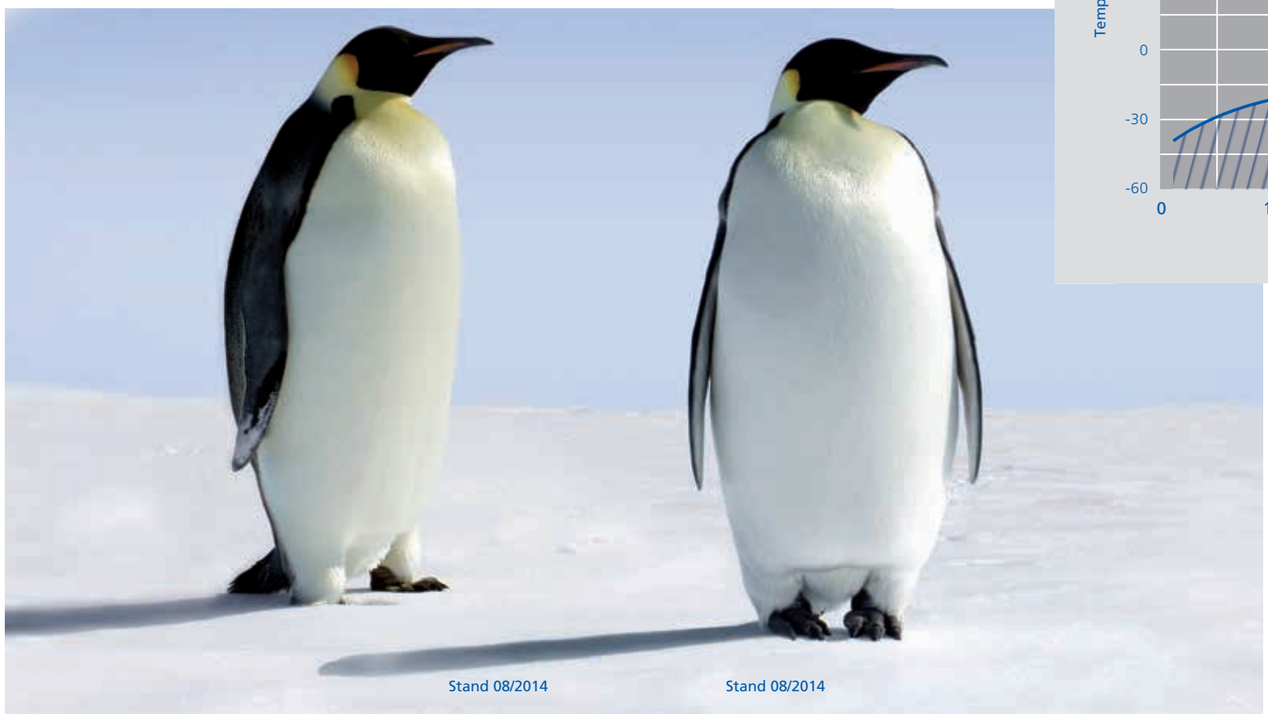
Dichte nach DIN 51757:
Die Dichte bezeichnet die auf das Volumen bezogene Masse einer Flüssigkeit. Für Kältemaschinenöle wird die Dichte bei +15 °C angegeben. Die Dichte eines Kältemaschinenöles ist in starkem Maße abhängig von der Temperatur der Flüssigkeit, da sich das Volumen einer Flüssigkeit bei Temperaturerhöhung ausdehnt. Dementsprechend fällt bei höheren Temperaturen die Dichte.

Neutralisationszahl nach DIN 51558:
Die Neutralisationszahl gibt den Gehalt an sauren Bestandteilen im Schmierstoff an. Säuren können die Werkstoffe, mit denen das Kältemaschinenöl in Berührung kommt, angreifen. Eine starke Versäuerung des Öles, wie sie durch Oxidation, Hydrolyse, Alterung entstehen kann, ist deshalb unerwünscht. Die Neutralisationszahl wird in mg KOH/g angegeben. Zur Bewertung eines gebrauchten Kältemaschinenöls ist ein Vergleich mit den Frischölkennwerten unbedingt nötig. Die Neutralisationszahlen von Kältemaschinenölen sind im Vergleich zu anderen Schmierstoffen sehr niedrig. Sie liegen im Bereich < 0,1 mg KOH/g.
Die Neutralisationszahl ist in ihrem Zahlenwert identisch mit der Total Acid Number (TAN) nach ASTM D974.

Wassergehalt nach DIN 51777:
Bestimmung des Wassergehalts nach Karl Fischer, Teil 1 – direktes Verfahren, Teil 2 – indirektes Verfahren.
Der Wassergehalt nach Karl Fischer in Massenanteilen mg/kg (= ppm: parts per million) wird mit dem Karl Fischer-Messgerät mittels Titration bestimmt. Die Bestimmung von gelöstem Wasser im Kältemaschinenöl kann nur durch dieses Verfahren erfolgen. Die indirekte Methode nach DIN 51777 Teil 2 ist zu empfehlen, da hierbei der Wassergehalt von unadditivierten und additivierten Kältemaschinenölen gleichermaßen verlässlich gemessen werden kann.
Ungelöste Wasseranteile (freies Wasser) können auch durch die Wasser-Xylol-Methode bestimmt werden (ISO 3733/IP 74). Der Wassergehalt von Kältemaschinenölen ist im Vergleich zu anderen Schmierstoffen sehr niedrig. Kältemaschinenöle werden in der Regel „hochgetrocknet“ verwendet.

Pourpoint nach DIN ISO 3016:
Der Pourpoint gibt die niedrigste Temperatur an, bei der das Öl eben noch fließt. Dabei sieht die Messmethode DIN ISO 3016 vor, dass die Probe definiert abgekühlt und in Temperaturabständen von 3K auf Fließfähigkeit geprüft wird. Der Pourpoint und die Grenzviskosität definieren die untere Einsatztemperatur von reinen Kältemaschinenölen. Die Fließfähigkeit von Kältemaschinenölen wird jedoch im wesentlichen durch den Anteil von gelöstem Kältemittel bestimmt. Gelöstes Kältemittel reduziert den Pourpoint deutlich, d. h. das Kältemaschinenöl kann auch bei weitaus niedrigeren Verdampfungstemperaturen im Vergleich zum Pourpoint des reinen Öles eingesetzt werden. Eine Abschätzung des gelösten Kältemittelanteils im Kältemaschinenöl kann über das zugehörige Druck-Viskositäts-Temperatur-Diagramm (pVT-Diagramm), den sogenannten Daniel-Plot, erfolgen.

Flammpunkt nach DIN ISO 2592:
Der Flammpunkt eines Kältemaschinenöles erlaubt Rückschlüsse auf die verwendeten Basisöle bzw. deren Mischungen. Über den Flammpunkt kann indirekt das Dampf-druckverhalten von Kältemaschinenölen abgeschätzt werden. Die niedrigste Temperatur, bei der die Zündflamme die über der Flüssigkeit stehenden Dämpfe entflammt, wird als Flammpunkt bezeichnet.

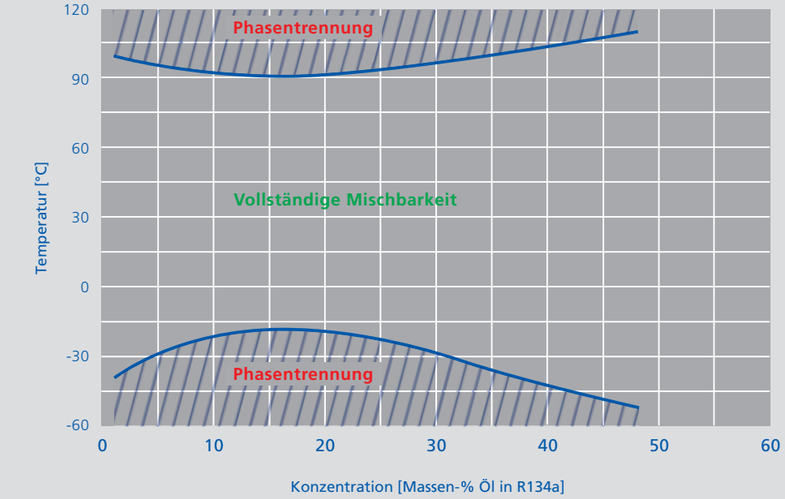


Stand 08/2014

Kältemittelmischbarkeit nach DIN 51514:
Das Mischungsverhalten der Kältemaschinenöle mit verschiedenen Kältemitteln wird im sogenannten Mischungslücken-Diagramm dargestellt.

Die Ermittlung der Mischungslücke erfolgt in druckfesten Glasröhrchen oder in Autoklaven. Es werden unterschiedliche Konzentrationsverhältnisse Öl/Kältemittel flüssig in die Prüfapparatur eingegeben. Die Mischung Öl/Kältemittel wird homogenisiert und in einem Temperierbad in definierter Vorgehensweise abgekühlt bzw. aufgeheizt. Trennen sich Öl und Kältemittel in zwei flüssige Phasen (gekennzeichnet wird der Phasenübergang durch eine Trübung/Emulsionsbildung der vorher klaren Flüssigkeit), so beschreibt dies den Punkt der Mischungslücke oder Grenzlöslichkeit. Die Punkte aus unterschiedlichen Konzentrationsverhältnissen ergeben das Phasendiagramm, das sogenannte Mischungslücken-Diagramm (die Mischungslücke). Die Kältemittelmischbarkeit des Schmieröls im Kältekreislauf ist sowohl für den Öltransport als auch für den Gesamtwirkungsgrad einer Kälteanlage von entscheidender Bedeutung. So können Phasentrennungen zu Störungen des Betriebs, insbesondere in Wärmeüberträgern, Verdampfern und Sammlern führen. Eine mangelnde Ölrückführung beeinträchtigt nicht nur das Regelverhalten, sondern kann Mangelschmierung und Verdichterausfälle verursachen.

Mischbarkeit von RENISO TRITON SEZ 32 mit R134a



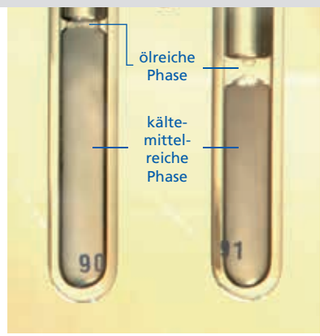


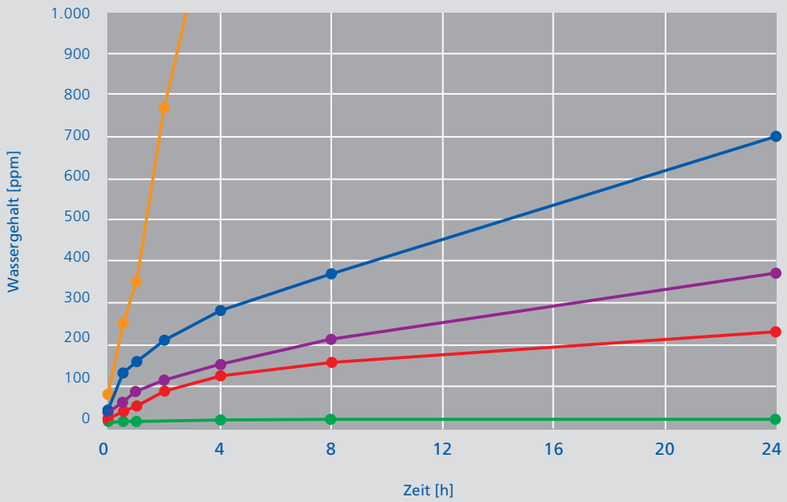
Bild: Phasentrennung in ölreiche und kältemittelreiche Phase (in Glasröhrchen im F&E-Labor)

Physikalisch-chemische Kenndaten von Kältemaschinenölen.

Kältemittelbeständigkeit nach ASHRAE 97-2007:
Die Kältemittelbeständigkeit des eingesetzten Kältemaschinenöles ist von entscheidender Bedeutung. Im sogenannten Sealed-Glass-Tube-Test-ASHRAE 97-2007 "Method to test the chemical stability of materials for use within refrigerant systems" – wird in einem Glasröhrchen oder Autoklaven eine bestimmte Ölmenge zusammen mit flüssigem Kältemittel und Katalysatoren eingebracht (Eisen, Kupfer, Aluminium-Stücke dienen als Katalysatoren). Die Prüfung erfolgt standardmäßig bei +175 °C über einen Zeitraum von zwei Wochen. Es wird nach Beendigung der Prüfung die Veränderung des Öles beurteilt, die Neutralisationszahl des Öles bestimmt, und die Metalle werden auf etwaigen Oberflächenangriff hin untersucht.

Chemische Stabilität:
Die chemische Stabilität eines Kältemaschinenöles hängt neben anderen wichtigen Faktoren in sehr starkem Maße vom Wassergehalt in der Anlage ab. Kältemaschinenöle mit erhöhtem Wassergehalt sind zu wechseln. In dem unten abgebildeten Diagramm wird die Wasseraufnahmefähigkeit (Hygroskopie) von Kältemaschinenölen dargestellt. Es wurden unterschiedliche Kältemaschinenöle in offenen Gebinden bei +20 °C und 60 % relativer Luftfeuchte gelagert und der Anstieg der Feuchte im Kältemaschinenöl ausgehend vom Frischölwert gemessen. Mineralöle und Polyalphaolefine, welche als unpolare Schmierstoffe normalerweise mit einem Wassergehalt von kleiner 30 ppm eingesetzt werden, zeigen keinen signifikanten Anstieg des Wassergehalts. Polyolester (POE), welche als polare, hygroskopische Schmierstoffe bezeichnet werden, zeigen eine starke Zunahme des Wassergehalts. Ein Feuchteanstieg auf Werte über 200 ppm Wasser im Öl ist nicht mehr zu tolerieren. Das Diagramm zeigt außerdem den Anstieg der Feuchte in Abhängigkeit von der Viskosität. Niedrigviskose Esteröle absorbieren Feuchte schneller als höherviskose Esteröle. PAG-Kältemaschinenöle, welche vor allem in Fahrzeug-A/C-Systemen in Verbindung mit R134a eingesetzt werden, sind noch hygroskopischer. PAG-Schmierstoffe nehmen innerhalb von kurzer Zeit sehr hohe Mengen an Wasser auf und können dann leicht den zulässigen Gebrauchtölgrenzwert von ca. 800 ppm überschreiten.

Wasseraufnahmefähigkeit (Hygroskopie) von Kältemaschinenölen



Prüfbedingungen:

20°C Umgebungstemperatur
60 % relative Feuchte
Öle in offenen Gefäßen gelagert

Wassergehalt nach DIN 51777-2

		Zeit [h]			
		0	4	24	72
PAG ISO VG 46	Wassergehalt [ppm]	70	1.350	5.100	7.000
POE ISO VG 32		30	280	700	1.350
POE ISO VG 80		30	150	370	600
POE ISO VG 170		15	130	230	350
Mineralöl/PAO ISO VG 68		10	15	20	20

Thermische Stabilität:
Die thermische Überbeanspruchung von Schmierölen über einen längeren Zeitraum führt zur Bildung von Abbauprodukten, die schwerwiegende Probleme verursachen können. Somit ist die Alterungsstabilität ein wichtiges Kriterium zur Schmierstoffauswahl. Bei den Zersetzungsreaktionen handelt es sich allgemein um komplexe chemische Vorgänge, die durch Metalle wie Kupfer, Eisen oder Aluminium katalysiert werden. Auch Wasser als Reaktionspartner im System kann zur Bildung von Abbauprodukten führen. Erfahrungsgemäß entspricht eine Temperaturerhöhung um 10K einer Verdopplung der Alterungsgeschwindigkeit. Einige Kältemittel, insbesondere die HFCKW, führen unter thermischer Beanspruchung in Verbindung mit Wasser zu chemischen Reaktionen, die die Ölstabilität zusätzlich vermindern.

Ein bekanntes Anzeichen der Ölalterung ist die Erhöhung der Neutralisationszahl (Säurezahl) und das Auftreten von Kupferplattierung. Bei dieser Erscheinung wird elementares Kupfer aus dem Kältekreislauf in das Öl gelöst und an anderer Stelle, meistens auf mechanisch hoch beanspruchten Metallteilen (Kolben, Lager, Ventilplatten), abgelagert. Dies führt insbesondere an Maschinenteilen mit engen Passungen zu Störungen. Kupferplattierung tritt bei starker Versäuerung des Öls auf und wird vor allem begünstigt durch erhöhte Feuchtigkeit im System und eine fortgeschrittene Ölalterung.

Prüfung von Kältemaschinenölen auf Ammoniak-Beständigkeit nach DIN 51538:
Durch das zu prüfende Kältemaschinenöl wird ein mit Ammoniak beladener Luftstrom geleitet. Dies geschieht über eine Versuchsdauer von 168 Stunden bei einer Temperatur von +120 °C in Gegenwart eines Katalysators aus Stahl. Die Basenzahl (angegeben in mg KOH/g) des so gealterten Öles wird als Kriterium für die Kältemittelbeständigkeit des Öles in Kontakt mit Ammoniak und Luftsauerstoff herangezogen (Abweichung vom Frischöl, gemessen nach DIN ISO 3771).

Dynamische Viskosität/kinematische Viskosität:

Der rechnerische Zusammenhang zwischen dynamischer und kinematischer Viskosität wird durch folgende Formel wiedergegeben:

$\nu = \eta / \rho$

ν = kinematische Viskosität
η = dynamische Viskosität
ρ = Flüssigkeitsdichte

Kinematische Viskosität gemäß DIN EN ISO 3104:
Die Viskosität (Zähigkeit des Öls) ist die wichtigste Kenngröße zur Beschreibung des Lasttragevermögens und des Aufbaus eines Schmierfilms. Kältemaschinenöle werden, wie andere Industrieschmierstoffe auch, aufgrund ihrer unterschiedlichen kinematischen Viskosität in ISO-Viskositätsklassen eingeteilt. Die Bezugstemperatur ist dabei +40 °C, die offizielle Einheit für die kinematische Viskosität lautet m^2/s, in der Mineralölindustrie sind die Einheiten cSt oder mm^2/s üblich. Die ISO-Viskositätsklassifikation für flüssige Industrieschmierstoffe nach DIN 51519 definiert 18 unterschiedliche Viskositätsklassen im Bereich von 2 – 1.000 mm^2/s bei +40 °C. Jede Viskositätsklasse wird durch die Mittelpunktsviskosität bei +40 °C und die zulässigen Grenzen von +10 % dieses Wertes beschrieben.

Die Zähigkeit bzw. Viskosität eines Schmieröls fällt mit steigender Temperatur. Der Viskositätsindex (VI) beschreibt diese Temperaturabhängigkeit und errechnet sich gemäß DIN ISO 2909 aus den kinematischen Viskositäten bei +40 °C und +100 °C. Im Bereich des Verdichters ist zum Aufbau eines tragenden Schmierfilms eine ausreichend hohe Schmierölviskosität erforderlich. Innerhalb des Kältekreislaufs sollte hingegen eine möglichst niedrige Viskosität des Öls vorherrschen. Je nach Verdichterbauart und Anwendungsbereich sind Kältemaschinenöle unterschiedlicher Viskosität einzusetzen. Die im jeweiligen Anwendungsfall einzusetzende Viskositätsklasse wird in der Regel vom Verdichterhersteller festgelegt.

Um die Eignung für bestimmte Anwendungen der Kältemaschinenöle beurteilen zu können, sind allein diese Kennwerte jedoch in vielen Fällen nicht ausreichend. Es ist von besonderem Interesse, die entsprechenden Dampfdruck-Viskositäts-Temperatur-Diagramme (pVT-Diagramme, Daniel-Plots) zu kennen, welche produkt- und kältemittelspezifisch sind. Diese Diagramme zeigen an, welche Menge des jeweiligen Kältemittels sich unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen im Öl löst und wie sich die kinematische Viskosität des Kältemaschinenöls durch diese Einlösung verändert. Die Daten bilden eine Grundlage zur Auslegung der Verdichterschmierung und des Gesamtsystems und helfen bei der Beurteilung des Betriebsverhaltens.

In der Vergangenheit wurden Kälteanlagen mit chlorhaltigen FCKW/HFCKW-Kältemitteln betrieben. Die darin enthaltenen Chlorverbindungen wirken in gewisser Weise als Verschleißschutzadditive. Beim Einsatz von chlorfreien Kältemitteln fällt dieser zusätzliche Schutz weg. Somit sind Kältemaschinenöle mit entsprechend guten Schmierungseigenschaften erforderlich.

Der Einsatz von leistungsfähigen Verschleißschutzadditiven in Verbindung mit geeigneten Grundflüssigkeiten wirkt sich hierbei positiv auf die Schmierwirkung des Kältemaschinenöls aus.

Physikalisch-chemische Kenndaten von Kältemaschinenölen.

Gemischviskosität und Dampfdruck; Daniel-Plot; pVT-Diagramme

Der Einfluss des im Öl gelösten Kältemittels auf die Viskosität wird in so genannten Daniel-Plots dargestellt. Dabei werden sowohl Sättigungsdampfdruck als auch Gemischviskosität bei definierten Konzentrationen über der Temperatur aufgetragen. Im unteren Diagramm (nächste Seite) kann beispielsweise die bei einer bestimmten Temperatur und einem entsprechenden Systemdruck maximal im Kältemittel gelöste Menge an Öl entnommen werden.

Beispiel:
Punkt A: +60 °C, 6 bar –> 90 % Öl / 10 % Kältemittel.

Die resultierende Gemischviskosität wird im oberen Diagramm (nächste Seite) bei gleicher Temperatur und der entsprechenden Menge an im Öl gelösten Kältemittel abgelesen.

Beispiel:
Punkt A: +60 °C, 90 % –> 14 mm²/s.

Auf diese Weise kann die sich einstellende Gemischviskosität bei verschiedenen Druck- und Temperaturbedingungen abgelesen und der Einfluss der jeweils im Öl gelösten Menge an Kältemittel auf die Ölviskosität abgeschätzt werden. Zur Festlegung der Ölviskosität unter dem Einfluss des Kältemittels wird bei Hubkolbenverdichtern der Saugdruck im Kurbelgehäuse, bei Schraubenverdichtern in der Regel der Verdichtungsdruck (Druck im Ölabscheider) zu Grunde gelegt.

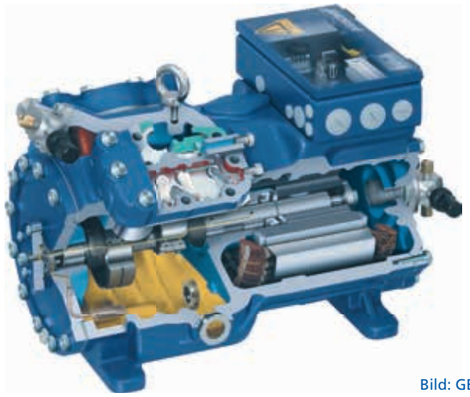


Bild: GEA Bock

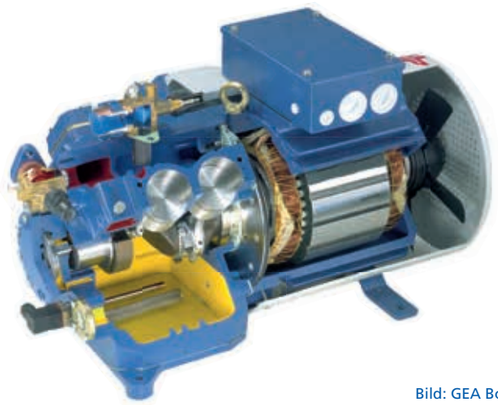
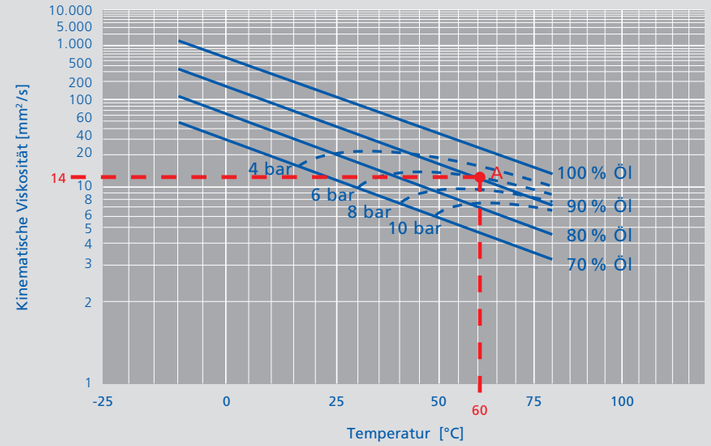
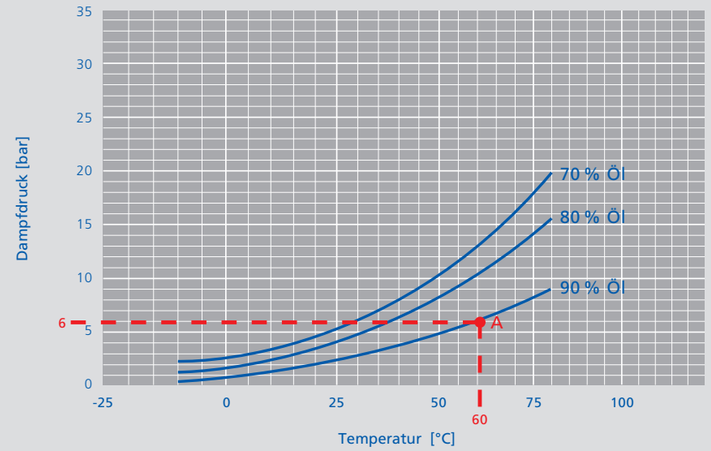


Bild: GEA Bock

Kältemaschinenöle für Anwendungen mit fluorierten Kältemitteln: RENISO TRITON SE/SEZ auf Polyolester (POE)-Basis.

Beispiel:
kinematische Viskosität
und Dampfdruck (Daniel-Plot)
RENISO TRITON SE 55 –
R134a-Gemisch





Sämtliche %-Angaben stellen Massenanteile Öl im Kältemittel dar.

Produktgruppen von Kältemaschinenölen.

Kältemaschinenöle auf Mineralölbasis

RENISO K-Reihe

Hoch ausraffinierte, naphthenbasische Mineralöle, frei von Zusätzen. Die RENISO K-Reihe kommt sowohl in herkömmlichen Anlagen mit NH_3 als Kältemittel als auch in HFCKW-Anwendungen (z. B. R22-Anlagen) zum Einsatz. Aufgrund der hohen Alterungsstabilität mit Ammoniak und ihrer weltweiten Verfügbarkeit kommt diesen Ölen die größte Bedeutung für konventionelle NH_3-Kälteanlagen zu.

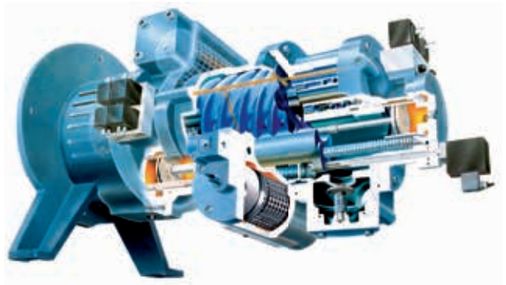


Bild: GEA Refrigeration Germany

RENISO WF-Reihe

Hoch ausraffinierte Selektivraffinate mit einem speziellen System an Verschleißschutzadditiven. Die RENISO WF-Reihe – in den Viskositätsklassen ISO VG 5 – 10 ausgelegt – wird zur Schmierung hermetischer Kühlschrankverdichter verwendet, welche mit Isobutan (R600a) als Kältemittel betrieben werden (Diagramm RENISO WF 10 A mit Isobutan (R600a), siehe Seite 15).

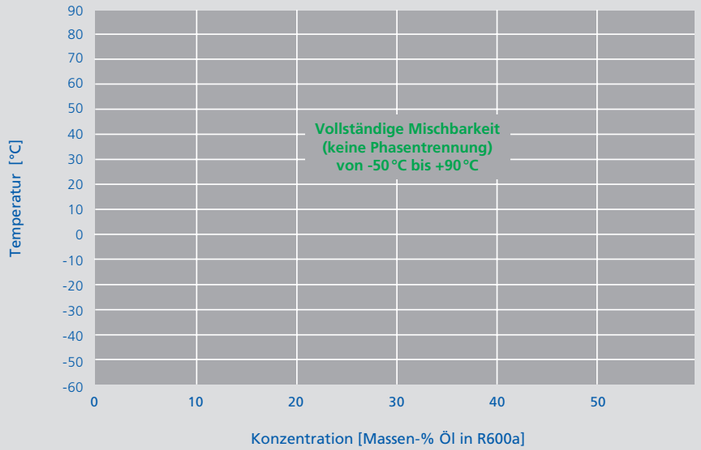
In modernen Kompressoren kann durch den Betrieb mit niedrigviskosen RENISO WF-Kältemaschinenölen eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden.

Bild: SECOP

RENISO TES 100

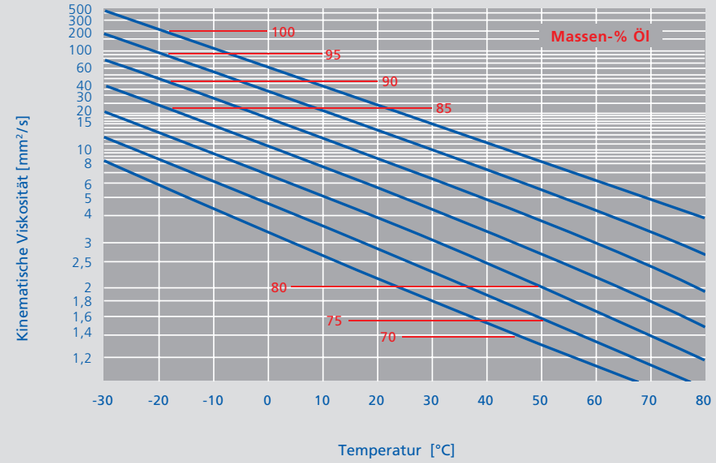
Spezielles, paraffinbasisches Mineralöl.
Aufgrund der guten Viskositäts-Temperatur-Eigenschaften wird RENISO TES 100 insbesondere für den Einsatz in Turboverdichtern (älterer Bauart, betrieben mit chlorhaltigem Kältemittel) empfohlen.

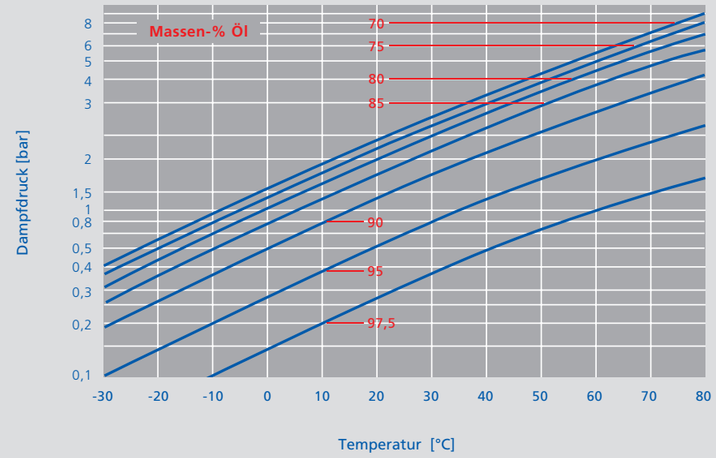
Beispiel:
Mischbarkeit von
RENISO WF 10 A mit R600a
(Mischungslücke-Diagramm)



Kältemaschinenöle für Isobutan (R600a)-Anwendungen: RENISO WF auf Mineralöl-Basis.

Beispiel:
kinematische Viskosität
und Dampfdruck (Daniel-Plot)
RENISO WF 10 A-R600a-Gemisch





Produktgruppen von Kältemaschinenölen.

Synthetische Kältemaschinenöle

Alkylbenzole (AB)

- **RENISO S-Reihe**
- **RENISO SP-Reihe**

Chemisch und thermisch hoch stabile Alkylbenzole (AB). Durch eine spezielle Nachbehandlung während des Produktionsprozesses werden die Kälteeigenschaften sowie die chemische und thermische Stabilität der Öle noch zusätzlich verbessert. Die Produkte zeichnen sich durch hervorragende Additivlöslichkeit aus. Aufgrund der günstigen Mischbarkeitseigenschaften mit HFCKW auch bei tiefen Verdampfungstemperaturen wird die RENISO S/SP-Reihe bevorzugt für R22 und dessen Mischungen empfohlen. Die additivierten RENISO SP-Qualitäten sind nicht für den Einsatz in NH_3-Anlagen geeignet. Für NH_3-Anwendungen wird die RENISO S-Reihe empfohlen. (RENISO S-Reihe – ohne AW-Additive).

Polyalphaolefine (PAO) / Synthetische Kohlenwasserstoffe

- **RENISO SYNTH 68**

Hochreine Polyalphaolefine (PAO) mit sehr guten Kältefließeigenschaften, für NH_3-Kälteanlagen mit stark belasteten Verdichtern und tiefen Verdampfungstemperaturen. Aufgrund seiner hervorragenden Kältefließeigenschaften wird RENISO SYNTH 68 auch für den Einsatz in Platten-Wärmetauschern bei tiefen Verdampfungstemperaturen (t_0 < -50°C) und engen Leitungsquerschnitten empfohlen (siehe Diagramm unten).

RENISO SYNTH 68 kann ebenfalls als Kältemaschinenöl für R723 (Dimethylether-Ammoniak-Gemisch) eingesetzt werden. Wegen der günstigen Löslichkeitscharakteristik und des ausgezeichneten Viskositäts-Temperatur-Verhaltens (hoher VI) ist RENISO SYNTH 68 hervorragend für den Einsatz mit Kohlenwasserstoff-Kältemitteln (z. B. Propan R290 und Propen R1270) geeignet.
RENISO SYNTH 68 kann ebenfalls als Kältemaschinenöl für CO_2-Anwendungen (mit unterkritischem CO_2 nicht mischbar) eingesetzt werden.

- **RENISO UltraCool 68**

RENISO UltraCool 68 wird für Ammoniak-Kälteanlagen mit tiefen Verdampfungstemperaturen bis hin zu < -45°C eingesetzt. Aufgrund seiner thermischen Stabilität wird mit RENISO UltraCool 68 Ölablagerungs- und Ölschlammbildung im Kompressor vermieden. Entsprechend lassen sich die Kosten für die Instandhaltung der Kälteanlage (Filterwechsel etc.) deutlich reduzieren. RENISO UltraCool 68 zeigt außerdem eine herausragend niedrige Verdampfungsneigung (siehe Diagramm Seite 17 unten), die deutlich unter der von konventionellen und der von hydrierten Mineralölen liegt. Für die Praxis bedeutet dies weniger Ölverlust im Verdichter (weniger Ölwurf) und daraus resultierend geringere Ölnachfüllmengen: Ein weiterer wichtiger Punkt zur Einsparung von Betriebskosten der Kälteanlage. RENISO UltraCool 68 vereint die sehr guten Kälte- und Hochtemperatureigenschaften von synthetischen Kohlenwasserstoffen mit guten Elastomereigenschaften (gute Verträglichkeit mit CR-Dichtungsmaterialien) wie man sie nur von Mineralölprodukten kennt.

Polyolester (POE)

- **RENISO TRITON SE-/SEZ-Reihe**

Synthetische Kältemaschinenöle auf Basis thermisch und chemisch außerordentlich stabiler Polyolester (POE): spezielle Mono- und/oder Dipentaerythritester. Aufgrund der guten Mischbarkeit sind diese Polyolesteröle für den Einsatz mit HFKW/FKW-Kältemitteln wie R134a, R404A, R407C etc. bestens geeignet. Es existieren außerdem umfangreiche Ergebnisse zum Einsatz der Produkte mit R22-Nachfolgekältemitteln wie z. B. R422A/D und R417A. Ebenso sind RENISO TRITON SE-/SEZ-Produkte für die Verwendung mit teilfluorierten Propan-/Butanderivaten (z. B. R245fa, R236fa, R227ea) in Wärmepumpen und Expandern (ORC-Anlagen, Wärmerückgewinnung) sehr gut geeignet. RENISO TRITON SE-/SEZ-Produkte können für Anlagen mit Kohlenwasserstoff-Kältemitteln (z. B. Propan R290, Propen R1270) eingesetzt werden. Sie besitzen auch unter dem Einfluss von Kohlenwasserstoff-Kältemitteln eine sehr gute Schmierfähigkeit.
RENISO TRITON SE/SEZ-Öle werden schon heute mit Erfolg für Niedrig-GWP-Kältemittel vom Typ HFO (**H**ydrierte, **F**luorierte **O**lefine) verwendet. Umfangreiche Laboruntersuchungen sowie erste Praxiserfahrungen mit z.B. HFO-1234yf und HFO-1234ze liegen bereits vor. FUCHS ist als Schmierstoffpartner sehr engagiert in zahlreichen Projekten mit diesen neuen HFO-Kältemitteln und –Kältemittelgemischen und wird sein Schmierstoffprogramm in dieser Richtung kontinuierlich ausbauen.

Aufgrund des hohen Viskositätsindex zeigen sie gute Kältefließeigenschaften und bilden bei hoher Temperatur stabile Schmierfilme aus. Die Produkte der RENISO TRITON SE-/SEZ-Reihe zeichnen sich besonders durch ihre hohe Stabilität sowie durch ihre hervorragenden Schmierungseigenschaften aus.

Esteröle neigen generell zur Aufnahme von Wasser. Bei stark erhöhtem Wassergehalt und hoher Belastung können in Extremfällen hydrolytische Zersetzungsreaktionen verursacht werden. Deshalb muss vermieden werden, dass diese Öle bei Lagerung und Handhabung sowie beim Betrieb der Kälteanlage Luftfeuchtigkeit bzw. Wasser aufnehmen. Die Polyesteröle der RENISO TRITON SE-/SEZ-Reihe sind hoch getrocknet und werden unter N_2-Atmosphäre in dampfdichte Gebinde abgefüllt.

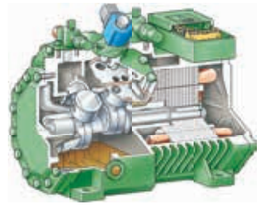


Bild: Bitzer

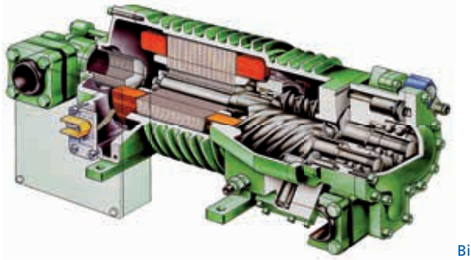
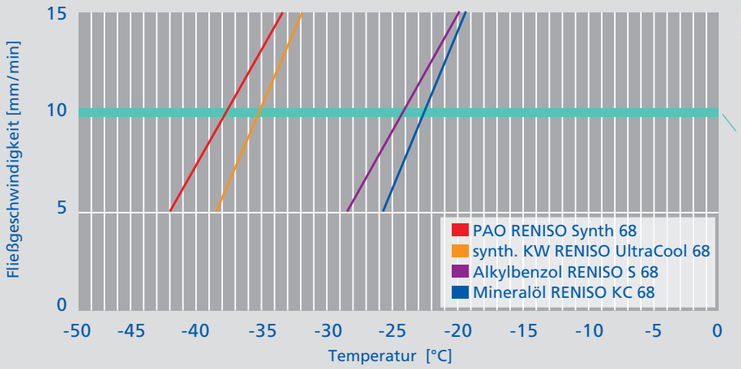


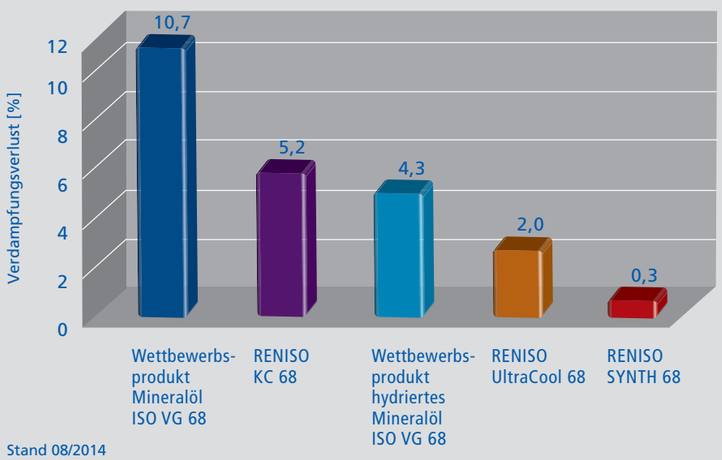
Bild: Bitzer

Bestimmung des Fließvermögens von Kältemaschinenölen für NH_3-Anwendungen: U-Rohr-Verfahren (DIN 51568)



RENISO UltraCool 68 & RENISO SYNTH 68
- deutlich besseres Fließvermögen als Mineralöl und Alkylbenzol
- → für tiefe Verdampfungstemperaturen die beste Wahl

Verdampfungsverluste von Kältemaschinenölen für NH_3 nach ASTM D972: 150 °C / 22h / Luftdurchfluss 2l / min



RENISO UltraCool 68 & RENISO SYNTH 68
- signifikant niedrigere Verdampfungsverluste im Vergleich zu Mineralöl und hydriertem Mineralöl
- → für geringeren Ölverlust / geringeren Ölwurf im Verdichter

Produktgruppen von Kältemaschinenölen.

Polyalkylenglykole (PAG)

RENISO PG 68, RENISO GL 68

Synthetische, mit NH_3 mischbare Kältemaschinenöle auf Basis von Polyalkylenglykolen (PAG), mit Additivsystemen zur Erhöhung der Alterungsstabilität.
Die ausgewählten synthetischen PAG-Komponenten besitzen ein ausgezeichnetes Viskositäts-Temperatur-Verhalten und eine hohe thermische Stabilität.
RENISO PG 68 und GL 68 wurden gezielt für Direktverdampfungssysteme in NH_3-Kälteanlagen entwickelt.
Bei erhöhtem Wassergehalt in NH_3-Anlagen können unter mechanischer Belastung in Kontakt mit Aluminiumlegierungen chemische Reaktionen auftreten. Daher sind diese PAG-Öle absolut trocken einzusetzen. Vor Verwendung von RENISO PG 68 und GL 68 sollte die FUCHS Anwendungstechnik konsultiert werden.

RENISO PG 68 und GL 68 sind auch für den Einsatz mit Kohlenwasserstoffen geeignet. Sie weisen eine geringe Löslichkeit mit Kohlenwasserstoffen auf, wodurch ein tragfähiger Schmierfilm auch bei hohen Systemdrücken garantiert werden kann. RENISO PG 68 und RENISO GL 68 bilden in Kontakt mit flüssigem Kohlenwasserstoff eine eigene Schmierstoffphase aus (Phasentrennung/Mischungslücke).

RENISO PAG 220 C

Synthetisches hochviskoses Kältemaschinenöl auf Basis von speziellen Polyalkylenglykolen (PAG), das eine ausgezeichnete Mischbarkeit mit HFKW/FKW aufweist. RENISO PAG 220 C wurde speziell für den Einsatz in Schraubenverdichtern, die mit R134a arbeiten, entwickelt. Der Haupteinsatzbereich sind Wärmepumpen und Expander. RENISO PAG 220 C kann ebenso verwendet werden in Anlagen mit HFKW wie z. B. R245fa oder dem Kältemittel CO_2 (R744).

RENISO PAG 46 und PAG 100

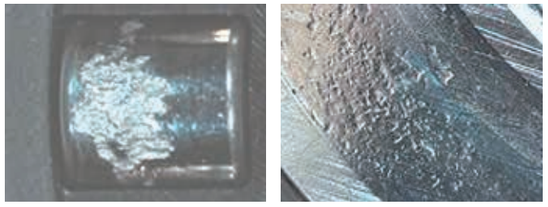
Ausgewählte Polyalkylenglykole (PAG) für Fahrzeugklimaanlagen, die mit R134a als Kältemittel betrieben werden. Ebenso geeignet für den Einsatz mit Ammoniak (in Direktverdampfungssystemen / mit Ammoniak mischbares Kältemaschinenöl) und mit Kohlenwasserstoff-Kältemitteln (mit Kohlenwasserstoffen nur bedingt mischbar).

Schmierstoffe für CO_2-Anwendungen

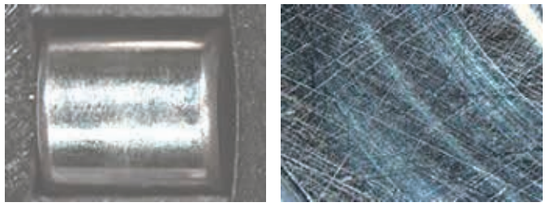
RENISO C-Reihe

Die Produkte der RENISO C-Reihe sind auf Basis ausgewählter synthetischer, thermisch extrem belastbarer Polyolester aufgebaut. RENISO C-Kältemaschinenöle weisen eine hervorragende Mischbarkeit mit CO_2 auf. Sie besitzen ein spezielles Additivsystem, das Verdichterbauteile auch unter extremen Belastungen – wie sie in CO_2-Anlagen herrschen – sicher vor Verschleiß schützt (siehe Abb.).

Test im FUCHS Axialzylinderrollenlager-Prüfstand
Testbedingungen:
140 °C / 50 bar CO_2 / axiale Belastung 8 kN / 800 min^{-1}.
Vergleich Verschleißbild (Wälzkörper und Laufbahn) nach 20 Stunden Laufzeit.



POE ISO VG 170 unadditiviert:
Ausbrüche, Eindrückungen.



RENISO C 170 E, POE ISO VG 170,
mit Verschleißschutzadditivierung:
Kein Verschleiß.

Die Produkte der RENISO C-Reihe können sowohl in unterkritischen (z. B. Tiefkühlstufen in Kaskadenanlagen) als auch in transkritischen Anwendungen (z. B. Busklimatisierung, Normalkühlung Supermarktkühlmöbel) eingesetzt werden. Die Produkte der RENISO C-Reihe sind in vielen Anwendungsbereichen bereits seit über 15 Jahren erfolgreich im Einsatz. Freigaben führender Verdichterhersteller liegen vor.

RENISO ACC 68

RENISO ACC 68 wurde insbesondere für den Einsatz in transkritischen CO_2-Kreisläufen (Klimaanwendungen, Wärmepumpen) entwickelt. RENISO ACC 68 ist auf Basis doppelt-endverschlossener, thermisch stabiler synthetischer Polyalkylenglykole (PAG) aufgebaut. Hochwirksame Additive gewährleisten einen optimalen Verschleißschutz unter extremen Betriebsbedingungen.

RENISO ACC 46 und ACC HV – für Fahrzeugklimaanlagen

RENISO ACC 46 und RENSO ACC HV (ISO VG 68) wurden in langjähriger Forschungsarbeit zusammen mit führenden Verdichterherstellern und deutschen OEMs für den Einsatz in CO_2-Fahrzeugklimaanlagen entwickelt. Die RENISO ACC-Produkte setzen sich zusammen aus doppelt-endverschlossenen Polyalkylenglykolen (PAG) als Grundfluid und wirkungsvollen Additivsystemen zur Steigerung des Verschleißschutzes und der chemisch-thermischen Stabilität.

RENISO ACC 46 und RENISO ACC HV erfüllen die sehr hohen Anforderungen an Kältemaschinenöle für mobile, CO_2-Klimasysteme (transkritische CO_2-Anwendungen) in vollem Umfang.

Schmierstoffe für HFO-Kältemittel

Der Verwendung von umweltverträglichen Kältemitteln – Kältemittel mit reduziertem Beitrag zum Treibhauspotential, sogenannte Niedrig-GWP-Kältemittel (GWP = Global Warming Potential) – kommt eine immer höhere Bedeutung zu. Mittlerweile ist mit der EU-Verordnung 517/2014 auch der rechtliche Rahmen für die Anstrengungen zur Verringerung der kältemittelbedingten Auswirkungen auf den Treibhauseffekt gegeben.
Um die für die nächsten Jahre (bis 2030 schrittweise Reduzierung der HFKW-Kältemittelbedingten Emissionen auf 21% des heutigen Ausgangsniveaus) geltenden Emissionsgrenzen zu erfüllen, wird die Verwendung von Kältemitteln mit hohen GWP-Werten immer schwieriger werden.
Neben natürlichen Kältemitteln wie Kohlendioxid, Ammoniak und Kohlenwasserstoffen werden auch teilfluorierte Olefine, sogenannte HFO-Kältemittel, verstärkt zum Einsatz kommen.
Das Kältemittel HFO-1234yf (GWP = 4) wird bereits heute in Klimaanlagen neuer Fahrzeugtypen als Nachfolgekältemittel für R134a (GWP = 1300) eingesetzt. Es ist jedoch wegen seiner Entflammbarkeit – Einstufung in Sicherheitsgruppe A2L – zumindest umstritten.
HFO-1234ze (GWP = 6), ein HFO mit gleicher chemischer Zusammensetzung jedoch anderer Molekülanordnung, besitzt ebenfalls thermodynamische Eigenschaften, die eine Verwendung als Kältemittel möglich machen. Die volumetrische Kälteleistung liegt jedoch ca. 25% unter der von HFO-1234yf bzw. R134a.
Neben diesen Reinstoffen werden auch Mischungen von HFO-Kältemitteln mit HFKW angeboten, um ein kältetechnisch effizientes Medium zur Verfügung zu haben, das jedoch eine deutlich geringere Entflammbarkeit als HFO-1234yf aufweist.
Mittlerweile liegen bereits erste vielversprechende Erfahrungen mit diesen neuen HFO-Kältemitteln / -Kältemittelgemischen vor. Als Kältemaschinenöle für diese Stoffgruppe haben sich neuentwickelte PAG-Öle (RENISO PAG 1234) für die Fahrzeug-Klimaanwendung und POE-Öle (RENISO TRITON SE/ SEZ) für die stationäre Anwendung als verlässliche Schmierstoffe erwiesen.
FUCHS ist in zahlreichen Projekten, Feldversuchen und Kleinserien mit HFO-Kältemitteln vertreten und hat sich dabei ein zuverlässiger Partner für das Schmierungssystem in diesen umweltverträglichen Niedrig-GWP-Anwendungen bewährt.

Produktgruppen von Kältemaschinenölen.

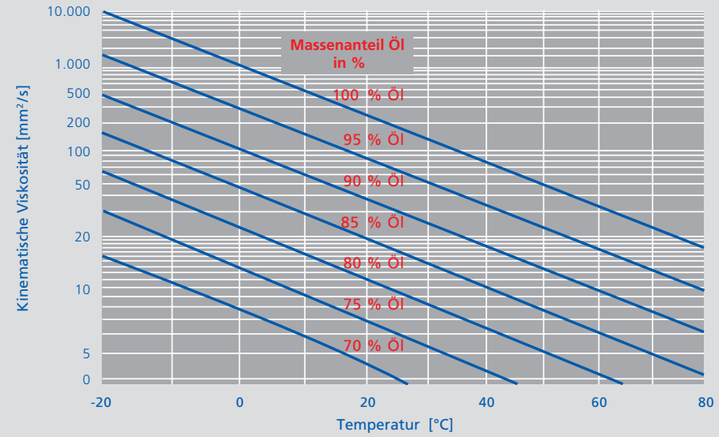
Schmierstoffe für Fahrzeugklimaanlagen mit HFO-Kältemitteln

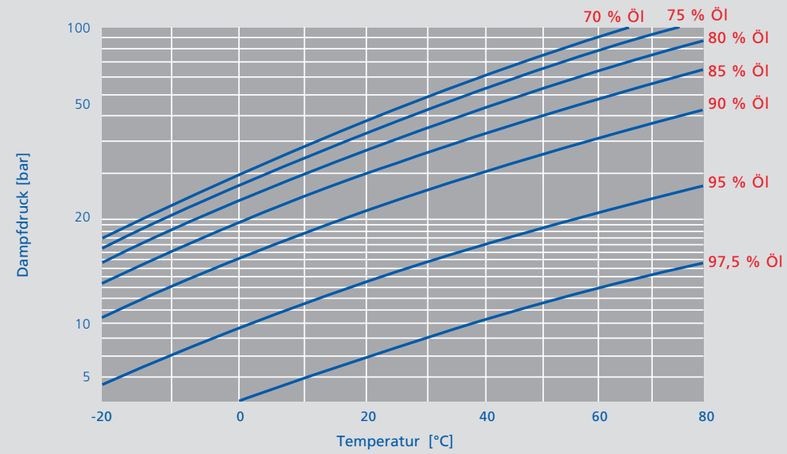
■ RENISO PAG 1234 – für HFO-1234yf

Das Kältemittel HFO-1234yf als Nachfolger von R134a in der Fahrzeugklimaanlage stellt besondere Anforderungen an das Kältemaschinenöl im Verdichter. RENISO PAG 1234 auf Basis doppelt-endverschlossener Polyalkylenglykole (PAG) zeichnet sich durch eine gute Mischbarkeit mit HFO-1234yf aus. Aufgrund seiner neuentwickelten Additivierung stellt RENISO PAG 1234 eine verlässliche Verdichterschmierung mit hervorragendem Verschleißschutz sicher. Die thermisch-chemische Stabilität von RENISO PAG 1234 in Kombination mit HFO-1234yf gewährleistet einen sicheren Langzeitbetrieb der Klimaanlage.

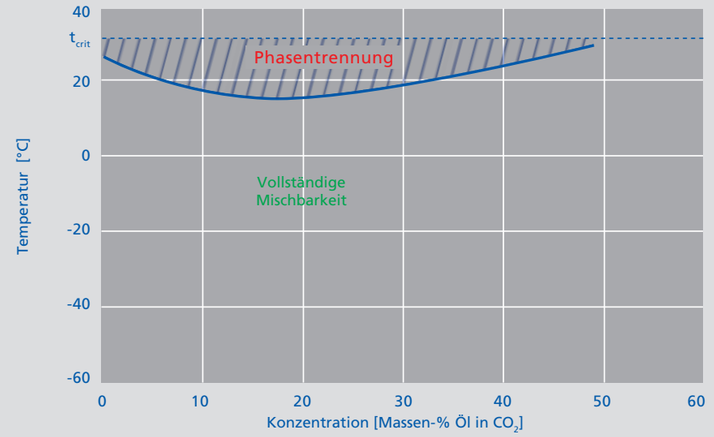
Aufgrund ihrer vergleichsweise polaren Struktur neigen PAG im Allgemeinen sehr stark zur Aufnahme von Wasser. Dies muss beim Umgang besonders beachtet werden. Die Kältemaschinenöle der RENISO PAG-Reihe sind hoch getrocknet und werden unter N_2-Atmosphäre in dampfdichte Gebinde (z. B. 250 ml Metalldosen) abgefüllt.

Beispiel:
Daniel Plot:
Kinematische Viskosität
und Dampfdruck
RENISO C 85 E-CO_2-Gemisch



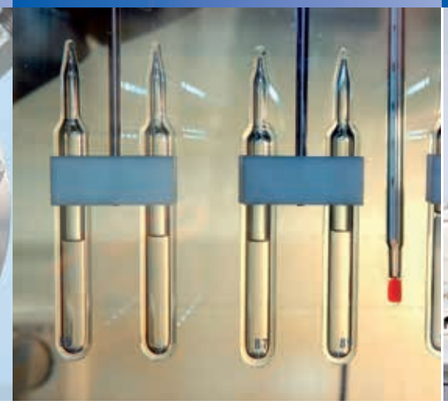


Beispiel:
Mischungslücke
Mischbarkeit von
RENISO C 85 E mit CO_2



Sämtliche %-Angaben stellen Massenanteile Öl im Kältemittel dar.

Das Service-Programm.



LAS – Labor-Analyse-System für Kältemaschinenöle

Abgestimmt auf die spezifischen Anforderungen der Kältemittel bietet FUCHS einen Labor-Service, um den Gebrauchszustand der eingesetzten Kältemaschinenöle zu kontrollieren. Diese Unterstützung hilft bei der Gewährleistung eines störungsfreien Betriebes der Kälteanlage.

Mit dem LAS-Koffer erhalten Sie eine praktische Komplettausstattung für 5 Analysen im FUCHS-Labor. Die Bestimmung der Viskosität, des Wassergehaltes, der Abriebelemente, der Additivkonzentration und der Neutralisationszahl (bei Ammoniak-Anlagen Bestimmung der Basenzahl) ermöglicht eine laufende Überwachung des Betriebszustandes der Kälteanlage.

Mit LAS können Wartungskosten gesenkt und – wenn sich Schäden ankündigen – rechtzeitig vorbeugende Maßnahmen eingeleitet werden. Unsere Service-Information „LAS für Kältemaschinenöle“ beschreibt den Leistungsumfang und die angebotenen Analysen.

Warnwerte für gebrauchte RENISO-Kältemaschinenöle (in Anlehnung an DIN 51503-2, Entwurfs-Version)

Markenbezeichnung	Gruppe	Abweichung der kinematischen Viskosität bei +40 °C [mm²/s*]	Max. Wassergehalt, mg H_2O/kg Öl	Neutralisationszahl [mg KOH/g]
		DIN EN ISO 3104	DIN 51777-1 DIN 51777-2	DIN 51558-1
Mineralöle	KAA	**	100	–
RENISO K	KC	± 15% vom Frischölwert	60	0,07
	KE	± 15% vom Frischölwert	80	0,1
Polyalphaolefine (PAO)	KAA	**	100	–
RENISO SYNTH	KB	± 15% vom Frischölwert	80	0,1
	KE	± 15% vom Frischölwert	80	0,1
Alkylbenzole (AB)	KAA	**	100	–
RENISO S/SP	KC	± 15% vom Frischölwert	60	0,07
	KE	± 15% vom Frischölwert	80	0,1
Polyalkylenglykole (PAG)	KAB	**	500	–
RENISO PAG/ACC **RENISO PG/GL**	KB	± 15% vom Frischölwert	800	0,2
	KD	± 15% vom Frischölwert	800	0,2
	KE	± 15% vom Frischölwert	800	0,2
Esteröle (POE, Komplexester)	KB	± 15% vom Frischölwert	150	0,2
	KC	± 15% vom Frischölwert	150	0,1
RENISO TRITON SE/SEZ	KD	± 15% vom Frischölwert	200	0,2
RENISO C	KE	± 15% vom Frischölwert	200	0,2

Warnwerte für gebrauchte Kältemaschinenöle Erläuterungen in Anlehnung an DIN 51503-2 (Entwurfs-Version)

* Hinsichtlich der kinematischen Viskosität sind generell die Anforderungen des Anlagen-/Verdichterherstellers zu beachten.
** Bei Ammoniak-Kältemaschinenölen sind größere Abweichungen vom Frischölwert in Richtung einer höheren Viskosität zulässig.

Bei Überschreitung der Warnwerte ist der Schmierstofflieferant/Anlagen- bzw. Verdichterhersteller zu kontaktieren.

KAA – Ammoniak-Kältemaschinenöle (nicht mischbar: z. B. Mineralöle, Alkylbenzole, Polyaplhaolefine).
KAB – Ammoniak-Kältemaschinenöle (mischbar: z. B. Polyalkylenglykole).
KB – CO_2-Kältemaschinenöle (CO_2 mischbar: z. B. Polyolester, Polylakylenglykole. CO_2 nicht mischbar: z. B. Polyalphaolefine).
KC – HFCKW-Kältemaschinenöle (z. B. Mineralöle, Alkylbenzole, Komplex- und Polyolester).
KD – HFKW-/FKW-Kältemaschinenöle (z. B. Polyolester, Polyalkylenglykole).
KE – Kohlenwasserstoff-Kältemaschinenöle (z. B. Mineralöle, Alkylbenzole, Polyalphaolefine, Polyalkylenglykole, Polyolester).

Bestimmung des Wassergehalts nach Karl Fischer

DIN 51777-1 (direkt): für unadditivierte Kältemaschinenöle

DIN 51777-2 (indirekt): für Kältemaschinenöle mit Additiven und für unadditivierte Kältemaschinenöle

Stand 08/2014

Das Service-Programm.

Die Vorteile der FUCHS Kältemaschinenöle.

Logistik

Logistiksystem für Kältemaschinenöle

RENISO-Kältemaschinenöle sind hochgetrocknet. PAG und POE sind hygroskopisch, d. h. sie neigen aufgrund ihrer polaren Molekülstruktur wesentlich stärker zur Aufnahme von Feuchtigkeit als unpolare Kältemaschinenöle auf Basis von Kohlenwasserstoffen (Mineralöle, Alkylbenzole, PAO).

Unsere RENISO-Kältemaschinenöle werden in anwenderfreundlichen Gebinden von 1 Liter Inhalt bis hin zu 1 m³ Containern oder Spezial-Tankwagen angeboten. Alle verwendeten Gebinde sind in Langzeitversuchen auf Dichtigkeit gegenüber Luftfeuchtigkeit geprüft worden.

Unser Logistiksystem für die Belieferung in 1 m³ Containern und Tankwagen stellt durch den permanenten Überdruck (mit trockenem Stickstoff) sicher, dass keine Luftfeuchtigkeit eindringt. Ein ausgereiftes Verfahren zur Befüllung und Entleerung der Transportbehälter gewährleistet einen sehr niedrigen Wasseranteil bei der Anlieferung. Dieses wird auf Wunsch mit einem Zertifikat dokumentiert, in welchem die wichtigsten Kenndaten des Produktes wie Füllmenge, Wassergehalt und Überdruck im Behälter hinterlegt sind. Weitere Informationen über das Logistiksystem mit technischer Dokumentation senden wir Ihnen gerne zu.

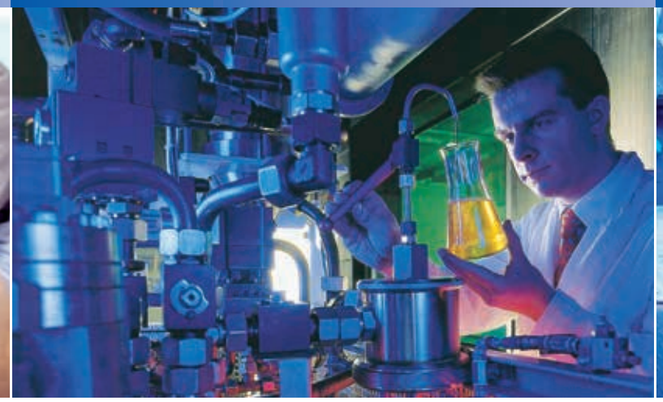
Beratung

FUCHS Hightech-Schmierstoffe

Wir senden Ihnen gerne weitere Informationen zu Standardprodukten, Spezialitäten und Schmierfetten unseres umfassenden Schmierstoffprogrammes.
Bei speziellen anwendungstechnischen Fragen stehen Ihnen unsere Spezialisten gerne zur Verfügung.

Innovative Kältemaschinenöle erfordern erfahrene und individuelle Beratung. Bei jeder veränderten Einsatzbedingung sollte deshalb eine umfassende Beratung zur entsprechenden Anwendung vorausgehen. Nur so kann das optimale Schmierstoff-System ausgewählt werden. Die erfahrenen Ingenieure von FUCHS geben nicht nur Hinweise zum Einsatz, sie helfen auch bei der Lösung Ihrer Probleme.

Ihre Vorteile



Die Vorteile unserer Kältemaschinenöle:

- Höchste Qualitätsanforderungen
  RENISO-Produkte zeichnen sich durch höchste Qualität der verwendeten Rohstoffe aus. Bei Entwicklung, Produktion und Abfüllung werden besondere Maßstäbe an Qualität und Qualitätskontrolle gelegt.

- Gemeinsame Produktentwicklung
  Immer wieder werden von unseren Kunden Speziallösungen gefordert. Gemeinsam mit Ihnen entwickeln wir die passende Produktlösung (entsprechend Ihrer Anwendung und Ihren Anforderungen).

- Individuelle Problemlösungen
  Die RENISO-Kältemaschinenöle sind sorgfältig entwickelte, ausgereifte und mit langjähriger Erfahrung zusammengestellte Problemlösungen. Das bedeutet für Sie mehr Sicherheit und Wirtschaftlichkeit.

- Persönliche Beratung – erkundigen Sie sich jetzt!
  Was FUCHS für Sie tun kann – auf der Produkt- und Serviceseite – erläutert Ihnen gerne Ihr persönlicher Ansprechpartner.

Unsere Kompetenz

Kältemaschinenöle – unsere Kompetenz

- F&E
  – eigene Kältemaschinenöl-Entwicklungsabteilung

- Prüfstände
  – Verdichterprüfstände
  – Komponentenprüfstände

- Labor
  – Hochdruckautoklaven
  – Tieftemperaturbäder
  – Stabilitätstestprüfstände
  (Autoklaven, Sealed Tube Test)
  – Mischungslücke- und Flockpunktapparatur
  – Auswahl aller gängigen HFKW-/HFO-Kältemittel + natürliche Kältemittel verfügbar

- Logistik/Produktion
  – Edelstahlkomponenten und N_2 (Inertgas)-Atmosphäre bei Herstellung und Abfüllung
  – spezielle Gebinde

- Service
  – Prüfung gebrauchter Kältemaschinenöle und Auswertung der Ergebnisse
  – umfangreiche Beratung/Anwendungstechnik

Die RENISO-Kältemaschinenöle im Überblick.

RENISO WF – KÄLTEMASCHINENÖLE AUF MINERALÖLBASIS

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO WF 5 A	Spezielle Kältemaschinenöle für das Kältemittel Isobutan (R600a) – hochausraffiniert, niedriger Flockpunkt mit R600a, enthält Additivsysteme zur Verbesserung des Verschleißschutzes und der Alterungsstabilität. DIN 51503 – KC, KE.	827	134	5,0	1,7	95	-45	RENISO WF-Kältemaschinenöle werden zur Schmierung hermetischer Kühlschrank-Kompressoren mit Isobutan (R600a) als Kältemittel verwendet. RENISO WF-Kältemaschinenöle bilden mit Hilfe spezieller Additivsysteme bei allen Betriebstemperaturen vor Verschleiß schützende Schmierfilme aus. RENISO WF-Kältemaschinenöle sind sowohl mit R600a als auch mit allen anderen Kohlenwasserstoff-Kältemitteln wie z. B. R290 voll mischbar.
RENISO WF 7 A		832	158	7,2	2,2	97	-42	
RENISO WF 10 A		835	172	9,6	2,6	97	-42	
RENISO WF 15 A		883	164	15,0	3,1	–	-51	

RENISO K – KÄLTEMASCHINENÖLE AUF MINERALÖLBASIS

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO KM 32	Naphthenische Sonderraffinate hoher Alterungsbeständigkeit mit niedrigem Pourpoint, sehr günstigem Kältevertalten und besonders guter Verträglichkeit mit folgenden Kältemitteln: Ammoniak (NH_3), HFCKW (z. B. R22), Kohlenwasserstoffe (z. B. Propan R290, Propen R1270). DIN 51503 – KAA, KC, KE.	881	202	32	4,9	63	-45	Für alle Kälteanlagen mit HFCKW-Kältemitteln oder Ammoniak (NH_3). RENISO KES 100 und RENISO KW 150 sind geeignet für Anwendungen mit hohen Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen, z. B. Klimaanwendungen, Wärmepumpen – insbesondere empfohlen für Turboverdichter.
RENISO KS 46		894	204	46	5,8	47	-42	
RENISO KC 68		894	223	68	7,4	58	-39	
RENISO KES 100		912	218	100	8,4	20	-33	
RENISO KW 150		917	215	150	10,9	27	-30	
RENISO TES 100	Paraffinisches Sonderraffinat hoher Alterungsbeständigkeit. Sehr gutes Viskositäts-Temperatur-Verhalten, ausgezeichnete Schmierungseigenschaften. DIN 51503 – KC.	868	236	102	12,1	110	-36	RENISO TES 100 ist geeignet für chlorhaltige Kältemittel wie R21, R22, z. B. in Turbo-Verdichtern, insbesondere JCI (BBC-York), Carrier.

RENISO S / SP – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF ALKYLBENZOLÖLBASIS

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO SP 32	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis chemisch und thermisch hochbelastbarer Alkylbenzole. RENISO SP 32, 46, 100 und 220 besitzen eine hochwirksame AW*-Verschleißschutzadditivierung **(nicht für NH_3-Anwendungen geeignet)**. Exzellente Löslichkeit mit HFCKW (R22), exzellente Stabilität mit HFCKW-Kältemitteln. DIN 51503 – KC, KE.	881	172	32	4,6	31	-39	Besonders gute Löslichkeit mit HFCKW-Kältemitteln wie R22. Geeignet für sehr tiefe Verdampfungs-Temperaturen bis -80 °C. RENISO S/SP-Produkte werden auch für den Einsatz mit Übergangskältemitteln (R402A/B; R401A/B usw.) empfohlen. Aufgrund ihrer hervorragenden Stabilität sind RENISO S/SP-Produkte für die Schmierung hochbelasteter Kältemittelverdichter geeignet. RENISO SP 220 ist speziell für die Schmierung von Schraubenverdichtern entwickelt worden.
RENISO SP 46		875	199	46	5,6	26	-42	
RENISO SP 100		871	190	100	7,9	11	-24	
RENISO SP 220		872	192	220	13,2	13	-27	
RENISO S 3246 NEU	RENISO S 3246 und RENISO S 68 enthalten keine AW*-Verschleißschutzadditivierung und sind für den Einsatz mit HFCKW-Kältemitteln und NH_3-Anwendungen geeignet. DIN 51503 – KAA, KC, KE.	877	180	40	5,1	17	-39	
RENISO S 68		869	188	68	6,2	-30	-33	

* AW = Anti-Wear-Additive, zur Verhinderung von Verschleiß im Mischreibungsgebiet.

RENISO TRITON SE / SEZ – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF POLYOLESTERBASIS (POE)

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO TRITON SEZ 22	Vollsynthetische Kältemaschinenöle auf Basis synthetischer Polyolester – speziell geeignet für „nicht ozonschädliche" FKW-/HFKW-Kältemittel wie z. B. R134a, R404A, R507, R410A, R407C. Aufgrund der starken Neigung zur Wasseraufnahme (Hygroskopie) muss bei Polyolesterschmierstoffen der Kontakt zur Umgebungsluft (Luftfeuchtigkeit) absolut minimiert werden. DIN 51503 – KD. RENISO TRITON SE/SEZ ist auch für den Einsatz mit HFO-Kältemitteln wie z.B. HFO-1234yf bzw. HFO-1234ze geeignet.	1.001	228	20	4,4	134	-57	Für alle Kältekreisläufe, in denen chlorfreie Kältemittel (HFKW/FKW), wie z. B. R134a, eingesetzt werden. RENISO TRITON SE-/SEZ-Kältemaschinenöle werden je nach Viskositätslage für hermetische, halbhermetische und offene Kolbenverdichter sowie für Schrauben- und Turboverdichter empfohlen. Es existieren außerdem zahlreiche Fälle zum Einsatz der Produkte mit R22-Nachfolgekältemitteln wie z. B. R422A/D und R417A. Umfangreiche Laboruntersuchungen sowie erste Praxiserfahrungen mit HFO-Kältemitteln (z.B. HFO-1234yf, HFO-1234ze) liegen ebenfalls bereits vor.
RENISO TRITON SEZ 32		1.004	250	32	6,1	140	-57	
RENISO TRITON SE 55		1.009	286	55	8,8	137	-48	
RENISO TRITON SEZ 68		970	258	68	8,8	125	-39	
RENISO TRITON SEZ 80		992	251	82	10,4	115	-39	
RENISO TRITON SEZ 100		970	266	100	11,4	100	-30	
RENISO TRITON SE 170		972	260	173	17,6	111	-27	
RENISO TRITON SE 220		976	285	220	20,0	105	-27	
RENISO TRITON SEZ 320 (Komplexester)	RENISO TRITON SEZ 320 wurde insbesondere für Anwenundgen mit R22 entwickelt. DIN 51503 – KC, KD.	1.016	278	310	33,0	149	-42	RENISO TRITON SEZ 320 wird zur Schmierung von Schraubenverdichter in Kohlen mit HFCKW und R22 verwendet.
RENISO TRITON SEZ 35 SC NEU	Für HFKW/FKW-Kältemittel. Speziell für Scroll-Verdichter entwickelt. DIN 51503 – KD.	1015	256	34	6,3	140	-51	RENISO TRITON SEZ 35 SC hat ein spezifisches Leistungsprofil, das auf die Verwendung in Scroll-Kompressoren abgestimmt wurde. Für alle HFKW/FKW- und HFO-Kältemittel geeignet.

RENISO SYNTH 68/ RENISO ULTRACOOL 68 – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF BASIS SYNTHETISCHER KOHLENWASSERSTOFFE (POLYALPHAOLEFINE, PAO)

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO SYNTH 68	Synthetisches Kältemaschinenöl auf Basis von Polyalphaolefinen (PAO). Für NH_3-Anwendungen und Kohlenwasserstoff-Kältemittel. Außerdem für CO_2 (nicht mischbar mit CO_2) geeignet. DIN 51503 – KAA, KB, KE. NSF-H1-Freigabe (lebensmittelgerechter Schmierstoff: geeignet für die Nahrungsmittelindustrie).	835	260	68	10,5	142	-57	RENISO SYNTH 68 ist vor allem für die Schmierung hochbelasteter NH_3-Verdichter entwickelt worden. Exzellente NH_3-Stabilität. Exzellentes Tieftemperaturfließverhalten, geeignet für Verdampfungstemperaturen < -50 °C. Sehr gute thermische Stabilität. Sehr gute Schmierfähigkeit auch bei Kohlenwasserstoff- (Propan R290, Propen R1270 u. a.) und CO_2-Anwendungen (nicht mit CO_2 mischbar).
RENISO UltraCool 68 NEU	Kältemaschinenöl auf Basis synthetischer Kohlenwasserstoffe. Insbesondere für NH_3-Anwendungen entwickelt. DIN 51503-KAA.	854	250	62	9,1	124	-48	RENISO UltraCool 68 vereint hohe thermische Stabilität (keine Verlackung, keine Verschlammung) und niedrige Verdampfungsneigung (geringer Ölwurf/Ölverlust) mit guter Elastomerverträglichkeit (CR, HNBR, NBR).

Die RENISO-Kältemaschinenöle im Überblick.

RENISO GL 68, PG 68 – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF POLYALKYLENGLYKOLBASIS (PAG) FÜR NH_3-ANWENDUNG

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO GL 68	Vollsynthetisches Kältemaschinenöl auf Basis von Polyalkylenglykol (PAG), Mischungslücke 10 % Öl / 90 % NH_3: Phasentrennung bei -22 °C. NH_3 – teillösliches Kältemaschinenöl (Linde), auch für Kohlenwasserstoff-Kältemittel geeignet. DIN 51503 – KAB, KE.	1.010	270	68	10,5	140	-42	RENISO PG 68 und GL 68 sind hochgetrocknete synthetische Kältemaschinenöle auf PAG-Basis für NH_3-Anlagen, die nach dem Prinzip der Direktexpansion arbeiten. Sie unterscheiden sich in ihrer Löslichkeitsgrenze mit NH_3. Geeignet für Schrauben- und Kolbenverdichter.
RENISO PG 68	Vollsynthetisches Kältemaschinenöl auf Basis von Polyalkylenglykol (PAG), Mischungslücke 10 % Öl / 90 % NH_3: Phasentrennung bei -35 °C. NH_3 – teillösliches Kältemaschinenöl, auch für Kohlenwasserstoff-Kältemittel geeignet. DIN 51503 – KAB, KE.	1.044	250	70	14,0	210	-52	Achtung: • PAG-Öle sind nicht mit Mineralöl verträglich / mischbar. • PAG-Öle sind hygroskopisch (wasseranziehend)! Zutritt von Feuchte vermeiden. • Bitte FUCHS Anwendungstechnik kontaktieren!

RENISO PAG – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF POLYALKYLENGLYKOLBASIS (PAG)

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO PAG 46	Synthetische Kältemaschinenöle auf Basis spezieller Polyalkylenglykole (PAG) für Kfz-Klimaanlagen mit R134a. Auch für Kohlenwasserstoff-Kältemittel geeignet. NH_3 teilmischbares Öl. DIN 51503 – KD, KE, KAB.	992	240	55	10,6	187	-45	Kältemaschinenöle auf Polyalkylenglykolbasis für Kältemittel R134a in PKW- und LKW-A/C-Anwendungen. RENISO PAG 100 ist speziell für Flügelzellenverdichter geeignet.
RENISO PAG 100		996	240	120	21,0	202	-45	
RENISO PAG 1234 NEU	Synthetisches Kältmaschinenöl auf Basis doppelt-endverschlossener Polyalkylenglykole (PAG). Für Kfz-Klimaanlagen mt HFO-1234yf oder R134a. DIN 51503-KD.	993	224	44	9,8	218	-45	RENISO PAG 1234 wurde neu entwickelt für die Auto-Klimaanlage mit HFO-1234yf. Das Produkt verfügt sowohl über gute Mischbarkeitseigenschaften als auch über hohe thermisch-chemische Stabilität im Kontakt mit dem Kältemittel. Grundflüssigkeit und Additivierung von RENISO PAG 1234 gewährleisten beste Schmierungseigenschaften und Verschleißschutz.
RENISO PAG 220 C	Synthetisches Kältemaschenöl auf Basis spezieller Polyalkylenglykole mit besonderem Additivsystem. Für stationäre Anlagen, Kohlenwasserstoff- und CO_2-HFKW/FKW-Anwendungen geeignet. DIN 51503 – KB, KD, KE.	1.077	250	226	39,1	226	-39	Kältemaschinenöl auf Polyalkylenglykolbasis für HFKW-Kältemittel wie z.B. R134a, R245fa und Kohlenwasserstoff-Kältemittel. Speziell für Schraubenverdichter in Wärmepumpenanwendungen im Industrie- und Gewerbebereich. Auch für CO_2-Anwendungen geeignet (mit CO_2 nicht mischbares Öl).

RENISO ACC 68 – VOLLSYNTHETISCHES KÄLTEMASCHINENÖL AUF POLYALKYLENGLYKOLBASIS (PAG) FÜR CO_2-ANWENDUNG

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO ACC 68 NEU	Synthetisches Kältemaschinenöl auf Basis spezieller, double-endcapped PAG für CO_2-überkritische Anwendungen. DIN 51503 – KB.	992	> 220	68	14,1	215	-42	Kältemaschinenöl auf Basis thermisch hochbelastbarer double-endcapped PAG für überkritische CO_2-Anwendungen (insbesondere für Klimatisierung und Wärmepumpenanwendungen) in der Stationärkälte. Enthält spezielle Additive zur Verbesserung des Verschleißschutzes und der Alterungsstabilität.
RENISO ACC 46 NEU	Klimakompressorenöle für die Verwendung in Fahrzeug-A/c-Systemen mit CO_2 als Kältemittel. Basis: double-endcapped PAG. DIN 51503 – KB.	995	220	43	9,7	220	-45	RENISO ACC 46 und RENISO ACC HV wurde in enger Zusammenarbeit mit führenden Verdichterherstellern und OEMs spezifisch für CO_2-Klimaanlagen-Fahrzeuge entwickelt. Die Produkte basieren auf ausgewählten chemisch und thermisch extrem stabilen double-endcapped PAG-Fluiden mit leistungsfähiger Additivierung – insbesondere hinsichtlich des Verschlussschutzes.
RENISO ACC HV NEU		991	229	65	13,5	229	-45	

RENISO C – VOLLSYNTHETISCHE KÄLTEMASCHINENÖLE AUF POLYOLESTERBASIS (POE) FÜR CO_2-ANWENDUNG

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENISO C 55 E	Synthetische Kältemaschinenöle auf Basis spezieller Polyolester mit Verschleißschutzadditiven für den Einsatz mit dem Kältemittel CO_2 (unterkritische und überkritische Anwendungen). Auch für FKW-/HFKW-Kältemittel geeignet. DIN 51503 – KB, KD.	1.009	286	55	8,8	137	-48	RENISO C-Produkte zeichnen sich durch eine hervorragende Mischbarkeit und sehr gute Stabilität mit CO_2 aus. Einsatzgebiete: Supermarktkälteanlagen (unterkritisch: Tieftemperaturkaskade, überkritisch: Tief- und Normalkühlung), Schiffskälte sowie nahezu alle Anwendungsbereiche der industriellen und gewerblichen Kälteerzeugung. RENISO C 55 E für unterkritische Anwendungen. RENISO C 85 E, C 170 E für unter- und überkritische CO_2-Anwendungen.
RENISO C 85 E		993	246	80	10,6	118	-42	
RENISO C 170 E		976	286	178	18,5	116	-33	

RENOLIN LPG – VOLLSYNTHETISCHE GASVERDICHTERÖLE AUF POLYALKYLENGLYKOLBASIS (PAG)

Marken-bezeichnung	Beschreibung	Dichte bei 15 °C [kg/m³]	Flp. n. Clev. [°C]	Kin. Visk. bei 40 °C [mm²/s]	Kin. Visk. bei 100 °C [mm²/s]	VI (Viskositäts-index)	Pour-point [°C]	Hauptsächliches Anwendungsgebiet
RENOLIN LPG 100	Synthetische Gasverdichteröle auf Basis von Polyalkylenglykol. Geeignet für die Verdichtung von Prozess-, Raffinerie- und anderen Kohlenwasserstoffgasen (Propan, Propen, Butan u. a.) und deren Mischungen. Empfohlen für den Einsatz in Kolben- und Schraubenverdichtern. **Achtung: RENOLIN LPG 100 & LPG 185 müssen vor der Verwendung als Kältemaschinenöl getrocknet werden.**	1.002	270	100	16,2	175	-39	RENOLIN LPG 100 und LPG 185 zeichnen sich durch günstige Löslichkeitscharakteristik mit Kohlenwasserstoffen aus. Durch die Verwendung spezieller PAG-Grundflüssigkeiten wird die Verdünnung des Schmierstoffs in der Anwendung minimiert. Hieraus resultieren ein zuverlässiger Verschleißschutz und hervorragende Schmierungseigenschaften. Ausgewählte Additive sorgen für zusätzliche Sicherheit im Hinblick auf die thermisch-oxidative Stabilität und den Verschleißschutz des Schmierstoffs unter Gasatmosphäre.
RENOLIN LPG 185		1.008	286	185	27,3	186	-33	

Auswahltabelle für Kältemaschinenöle für Industrie- und Gewerbekälteanwendungen.

Kältemittel		Verdampfungs-temperatur		Art des Verdichters								
ASHRAE Name	Typ	von (°C)	bis (°C)	Kolben (Viskositätsklasse)			Schraube (Viskositätsklasse)			Turbo (Viskositätsklasse)		
R12	FCKW	-40	+40	32 / 46						100		
R502	FCKW	-50	-20	32 / 46	32 / 46 **P**		68 / 100	68 / 100 **P**				
R22	HFCKW	-25	+10	32 / 46	32 / 46 **P**		68	68 / 100 **P**		68	68	
R22	HFCKW	-30	+10		32 / 46 **P**			68 / 100		68	68	
R22	HFCKW	-40	+10		32 / 46			68 / 100		68		
R22	HFCKW	-50	+10		32 / 46			68		68		
R401A	HFCKW	-20	+10	32 / 46				100			68	
R402A	HFCKW	-50	-30	32			100					
R408A	HFCKW	-50	-30	32			100					
R409A	HFCKW	-20	+10	32 / 46			100					
R290	Propan	-30	+20	68	68 **P**	80 **P**	*	* **P**		*	* **P**	
R1270	Propylen	-30	+20	68	68 **P**	80 **P**	*	* **P**		*	* **P**	
R600	Butan	-30	+20	68	68 **P**	80 **P**	*	* **P**		*	* **P**	
R600a	Isobutan	-30	+20	68	68 **P**	80 **P**	*	* **P**		*	* **P**	
R717	NH_3 (Ammoniak)	-30	+10	68	68 **P**	68	68	68 **P**	68	68		
R717	NH_3 (Ammoniak)	-40	+10		68 **P**	68		68 **P**	68	68		
R717	NH_3 (Ammoniak)	-50	+10		68 **P**			68 **P**		68		
R717	NH_3 - DX	-50	+10	68 **P**	68		68 **P**	68				
R744	CO_2 - unterkritisch	-50	-10	55 / 80 **P**	68			170				
R744	CO_2 - überkritisch	-50	-10	80 **P**	68							
R23	HFKW	-100	-40	22 / 32								
R134a	HFKW	-20	+10	32 / 55			170 / 220			68		
R134a	HFKW	-30	+10	22 / 32			100			68		
R404A	HFKW	-40	-30	32 / 55			170 / 220			68		
R404A	HFKW	-50	-30	22 / 32			100			68		
R407C	HFKW	0	+10	55 / 68			170 / 220					
R410A	HFKW	-45	+10	22 / 32			100			68		
R410A	HFKW	-25	+10	32 / 55			170 / 220			68		
R410B	HFKW	-25	+10	32 / 55			170 / 220			68		
R417A	HFKW	-15	+15	55 / 68			170 / 220			68		
R422A	HFKW	-45	-5	22 / 32			100			68		
R422A	HFKW	-25	-5	32 / 55			170 / 220			68		
R422D	HFKW	-45	+10	22 / 32			100			68		
R422D	HFKW	-25	+10	32 / 55			170 / 220			68		
R427A	HFKW	-40	+10	22 / 32			100			68		
R427A	HFKW	-20	+10	55			170 / 220			68		
R507	HFKW	-40	0	22 / 32			100			68		
R507	HFKW	-20	0	55			170 / 220			68		

PAO / synth. HC — **RENISO SYNTH 68 / RENISO UltraCool 68**
auf Basis von PAO/synthetischen Kohlenwasserstoffen

MO — **RENISO K-Reihe / RENISO TES 100**
auf Mineralölbasis

AB — **RENISO S- / SP-Reihe**
auf Alkylbenzolölbasis

POE — **RENISO TRITON SE- / SEZ-Reihe**
auf Polyolesterbasis

PAG — **RENISO PG / GL / PAG**
auf Polyalkylenglykolbasis

POE-C — **RENISO C-Reihe**
auf Polyolesterbasis für CO_2-Anwendungen

PAG-C — **RENISO ACC 68**
auf Polyalkylenglykolbasis für CO_2

Zusätzliche Erläuterungen:

P = Präferenzempfehlung

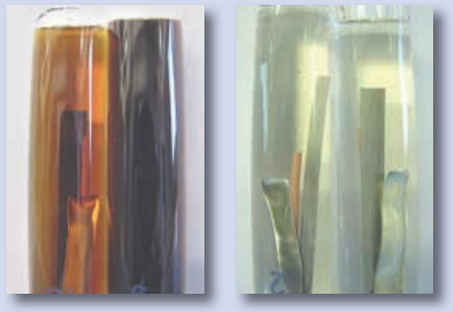
* die Auswahl der Viskositätsklasse sollte in Übereinstimmung mit der Empfehlung des Verdichterherstellers erfolgen

4 gute Gründe für RENISO-Kältemaschinenöle.

Performance Vergleich RENISO TRITON SEZ 80 versus Standard-POE-Kältemaschinenöl.

1 Hohe thermisch-chemische Stabilität

z.B. im Sealed Glass Tube-Test (ASHRAE 97-2007)

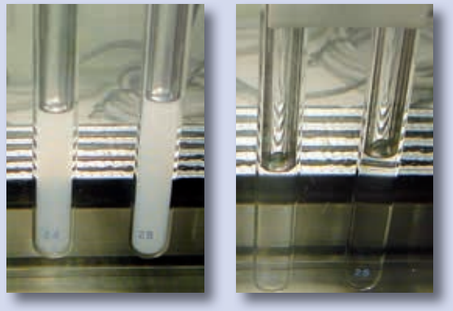


Standard-POE-Kältemaschinenöl

RENISO TRITON SEZ 80 auf Polyolester (POE)-Basis

2 Sehr gute Kältemittelmischbarkeit

mit HFKW/FKW: z.B. in Mischungslücke-Untersuchenungen (DIN 51514)



Standard-POE-Kältemaschinenöl

RENISO TRITON SEZ 80 auf Polyolester (POE)-Basis

3 Geringe Ablagerungsneigung

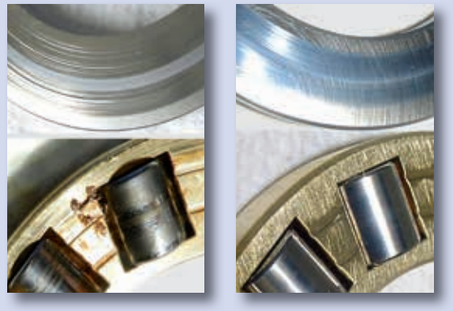
z.B. im FUCHS In-house-Test (Öl-Ablagerungen im Becherglas mit Wälzlagerrolle nach 168 h / 135 °C)

Standard-POE-Kältemaschinenöl

RENISO TRITON SEZ 80 auf Polyolester (POE)-Basis

4 Verlässlicher Verschleißschutz

z.B. in Lagerverschleißtests (DIN 51819-3)



Standard-POE-Kältemaschinenöl

RENISO TRITON SEZ 80 auf Polyolester (POE)-Basis

Informationsmaterial zu RENISO-Kältemaschinenölen.

Neben der vorliegenden Broschüre sind eine Reihe von Veröffentlichungen zum Thema Kältemaschinenöle erhältlich, z. B.:

Ein Leitfaden zum sicheren Umstieg von R 22 auf chlorfreie Nachfolgekältemittel.

Ein breiter Überblick zur Schmierstoffgruppe der Kältemaschinenöle – einschließlich zahlreicher anwendungstechnischer Daten und Diagramme zu Öl-Kältemittel-Gemischen.

Erhältlich beim VDE Verlag: ISBN 978-3-8007-3271-5

Hinweis

Die Angaben in dieser Broschüre beruhen auf den allgemeinen Erfahrungen und Kenntnissen der FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH in der Entwicklung und Herstellung von Schmierstoffen und entsprechen unserem heutigen Wissensstand. Die Wirkungsweise unserer Produkte ist von vielfältigen Faktoren abhängig, insbesondere vom konkreten Einsatzzweck, der Applikation der Produkte, den Betriebsbedingungen, der Bauteilvorbehandlung, eventuellem Schmutzanfall von außen etc. Aus diesem Grund sind allgemeingültige Aussagen zur Funktion unserer Produkte nicht möglich. Die Angaben in dieser Broschüre stellen allgemeine, nicht verbindliche Richtwerte dar. Keinesfalls beinhalten sie hingegen eine Zusicherung von Eigenschaften oder eine Garantie für die Eignung des Produkts für den Einzelfall. Wir empfehlen daher, vor dem Einsatz unserer Produkte mit den Ansprechpartnern der FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH ein individuelles Beratungsgespräch über die Einsatzbedingungen in der Anwendung und die Leistungsmerkmale der Produkte zu führen. Dem Anwender obliegt es, die Produkte in der vorgesehenen Anwendung auf deren Funktionssicherheit zu testen und mit der gebotenen Sorgfalt einzusetzen.
Unsere Produkte werden kontinuierlich weiterentwickelt. Deshalb behalten wir uns das Recht vor, das Produktprogramm, die Produkte und deren Herstellungsprozesse sowie alle Angaben in dieser Broschüre jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern. Alle früheren Veröffentlichungen verlieren mit Erscheinen dieser Broschüre ihre Gültigkeit.

Vervielfältigungen jeder Art und Form bedürfen der vorherigen schriftlichen Genehmigung der FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH.

© FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH. Alle Rechte vorbehalten. Stand: 08/2014

Die RENISO-Produktübersicht.

	Markenbezeichnung	
Mineralöle (MO) für NH_3 und R22	**RENISO KM 32**	
	RENISO KS 46	
	RENISO KC 68	
	RENISO KES 100	
	RENISO KW 150	
für HFCKW/FCKW (Turbokompressoren)	**RENISO TES 100**	
für Kohlenwasserstoffe (z. B. R600a - hermetische Kompressoren)	**RENISO WF 5 A**	
	RENISO WF 7 A	
	RENISO WF 10 A	
	RENISO WF 15 A	
Synthetischer Kohlenwasserstoff für NH_3	**RENISO UltraCool 68**	NEU
Polyalphaolefin (PAO) für NH_3, CO_2 (nicht mischbar) und Kohlenwasserstoffe	**RENISO SYNTH 68**	
Polyalkylenglykole (PAG) für NH_3 (mischbar mit NH_3) und Kohlenwasserstoffe	**RENISO PG 68**	
	RENISO GL 68	
Alkylbenzole (AB) für R22 und Kohlenwasserstoffe	**RENISO SP 32**	
	RENISO SP 46	
	RENISO SP 100	
	RENISO SP 220	
Alkylbenzole (AB) für R22, Kohlenwasserstoffe und NH_3	**RENISO S 3246**	NEU
	RENISO S 68	
Polyolester (POE) für HFKW/FKW, z. B. R134a, R404A, R507 für HFO und HFO/HFKW Mischungen	**RENISO TRITON SEZ 22**	
	RENISO TRITON SEZ 32	
	RENISO TRITON SEZ 35 SC	NEU
	RENISO TRITON SE 55	
	RENISO TRITON SEZ 68	
	RENISO TRITON SEZ 80	
	RENISO TRITON SEZ 100	
	RENISO TRITON SE 170	
	RENISO TRITON SE 220	
	RENISO TRITON SEZ 320	
Spezielle Polyolester (POE) für sub- und transkritisch CO_2-Syteme	**RENISO C 55 E**	
	RENISO C 85 E	
	RENISO C 170 E	
Spezielle Polyalkylenglykole (PAG) für transkritische CO_2-Systeme (Wärmepumpen, Klimasysteme)	**RENISO ACC 46**	NEU
	RENISO ACC HV	NEU
	RENISO ACC 68	NEU
Polyalkylenglykol (PAG) für CO_2 und HFKW/FKW (Schraubenkompressoren, z.B. in Wärmepumpen)	**RENISO PAG 220 C**	
Polyalkylenglykole (PAG) für R134a in Fahrzeug-A/C-Systemen und für NH_3 (mischbar mit NH_3)	**RENISO PAG 46**	
	RENISO PAG 100	
Spezielles Polyalkylenglykol (PAG) für HFO-1234yf und R134a Fahrzeug-A/C-Systeme	**RENISO PAG 1234**	NEU

FUCHS Industrieschmierstoffe

Innovative Kältemaschinenöle brauchen erfahrene Beratung

Jedem Schmierstoffwechsel sollte eine umfassende Beratung zur entsprechenden Anwendung vorausgehen. Nur so kann das optimale Schmierstoff-System ausgewählt werden. Unsere erfahrenen Ingenieure geben nicht nur Hinweise zum Einsatz, sondern informieren Sie auch gerne über unser komplettes Schmierstoffsortiment.

Ihr Ansprechpartner:

FUCHS EUROPE SCHMIERSTOFFE GMBH
Friesenheimer Straße 19
68169 Mannheim
Telefon: 0621 3701-0
Telefax: 0621 3701-570
E-Mail: zentrale@fuchs-europe.de
www.fuchs-europe.de

930087126 08/2014 2.0