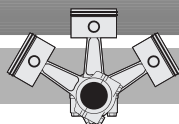


Technische Information Technical Information Information Technique



KT-650-2

Umstellung von R12- und R502-Kälteanlagen auf Alternativ-Kältemittel

Retrofitting of R12 and R502 refrigerating systems to alternative refrigerants

Conversion aux fluides frigorigènes de substitution d'installations frigorifiques au R12 et au R502

Inhalt

1. Allgemeine Situation
2. Voraussetzungen
3. Auswahlkriterien für Alternativ-Kältemittel und Schmierstoffe
4. Besonderheiten beim Umgang mit zeotropen Kältemittelgemischen
5. Service-Ausrüstung, Komponenten und Zubehör
6. Umrüstmethode

Contents

1. General situation
2. Presuppositions
3. Criteria for the selection of alternative refrigerants and lubricants
4. Special guide-lines for handling zeotropic refrigerant blends
5. Service equipment, components and materials
6. Retrofitting procedures

Sommaire

1. Situation générale
2. Conditions préalables
3. Critères de sélection pour les fluides frigorigènes de substitution et les lubrifiants
4. Particularités dans la manipulation de mélanges de fluides zéotropes
5. Equipements pour le service, composants et accessoires
6. Méthodes de conversion

1. Allgemeine Situation

Mit der bevorstehenden Produktionseinstellung von FCKW-Kältemitteln (u.a. R12, R502) gewinnt die Umrüstung ("Retrofit") bestehender Kälteanlagen auf Alternativstoffe zunehmend an Bedeutung.

Für die Bundesrepublik Deutschland gilt zudem seit Januar 1996 eine Verordnung, wonach bestehende R12-Anlagen (mit Kältemittelfüllung > 1 kg) innerhalb von 30 Monaten auf eine der vom Bundesumweltamt bekanntgegebenen Alternativen umgerüstet werden müssen.

Es empfiehlt sich daher, bereits frühzeitig mit Umrüstungen zu beginnen, um die notwendigen Erfahrungen zu sammeln.

1. General situation

With the coming production stop for CFC refrigerants (including R12, R502) the retrofitting of existing plants to alternative refrigerants is gaining in importance.

There is however no compulsion or technical necessity to undertake a general (rushed) conversion. If a system is operating properly and is not leaking refrigerant into the atmosphere, there is no technical reason to replace the CFC refrigerant.

On the other side it is recommended to commence early enough with conversion in order to gather the necessary experience.

1. Situation générale

En raison de l'arrêt imminent de la production des fluides frigorigènes CFC (entre autres R12, R502), la conversion aux fluides de substitution d'installations frigorifiques existantes prend de l'ampleur.

Il n'existe cependant aucune contrainte, une nécessité technique d'entreprendre (précipitamment) une reconversion générale. Ainsi, les installations ne présentant pas de fuites et travaillant de manière satisfaisante peuvent rester en activité.

D'un autre côté, il est conseillé de commencer suffisamment tôt avec des conversions afin d'acquérir l'expérience nécessaire.

2. Voraussetzungen

Umrüstmaßnahmen erfordern generell eine sorgfältige und qualifizierte Vorgehensweise. Die in verschiedenen Publikationen sehr vereinfachend dargestellten Empfehlungen können deshalb nur als pauschale Ausführungshinweise angesehen werden.

Generelle Auswahl- und Prüfkriterien

- ☐ Auswahl eines geeigneten Alternativ-Kältemittels mit möglichst ähnlichen Stoffeigenschaften wie die Originalfüllung (nähere Erläuterungen siehe Abschnitt 3).
- ☐ Prüfung des Systems auf Umrüstbarkeit:
 - Materialverträglichkeit von Dichtungen, Elastomeren, Motorwicklung bzw. Wellenabdichtung und Materialpaarung (Triebwerk) mit Alternativ-Kältemittel und Öl (ggf. Austausch)
 - Einsatzkriterien des Verdichters (Anwendungsgrenzen, Schmierstoff-Vorschriften, Möglichkeit zu Ölwechsel)
 - Rohrnetz (Strömungsgeschwindigkeiten)
 - Regelgeräte, insbesondere Expansionsventil (Leistung, Materialverträglichkeit)
 - Auslegung sonstiger Bauelemente
- ☐ Überprüfung, ob durch Kältemittelwechsel Sicherheits- und Abnahmevorschriften tangiert sind (Betriebsdrücke, Stromaufnahme des Verdichtermotors)
- ☐ Zustand des Systems: Vorhandene Leckstellen oder Funktionsmängel sind vor der eigentlichen Umrüstmaßnahme zu beseitigen
- ☐ Beurteilung der chemischen Stabilität: Besonders risikobehaftet sind Systeme, deren chemische Stabilität bereits bei R12- oder R502-Betrieb ungenügend ist (schlechte Wartung, geringe oder erschöpfte Trocknerkapazität, hohe thermische Belastung). Hier kommt es vielfach zu verstärkten Ablagerungen chlorhaltiger Substanzen (u.a. Eisenchlorid), die nach der Umstellung abgelöst werden und in Verdichter und Regelgeräte gelangen. Besonders kritisch ist die Situation, falls es sogar zu Säurebildung gekommen sein sollte (Säuretest).

2. Presuppositions

Retrofitting generally demands a careful and professional approach to be successful. The very simplified recommendations presented in various publications can therefore only be seen as general conversion guides.

General criteria for checking and selection

- ☐ Selection of a suitable alternative refrigerant with the most similar physical properties to the original charge (for further explanations refer to section 3).
- ☐ Checking system for convertibility:
 - Material compatibility of gaskets, elastomers, motor winding resp. shaft seal and matching of materials (drive parts) with alternative refrigerant and oil (change if required)
 - Application criteria of compressor (application limits, lubricant requirements, possibility for oil change)
 - Pipework (flow velocities)
 - Regulating devices, especially expansion valve (capacity, material compatibility)
 - Selection of other components
- ☐ Checking if safety or approval regulations are effected by a change in refrigerant (especially working pressures and amperage draw of compressor motor)
- ☐ Condition of the system: Existing leaks or malfunctions should be rectified before the actual conversion procedure.
- ☐ Judgement of the chemical stability: Systems are especially at risk which already have insufficient chemical stability with R12 or R502 operation (bad maintenance, low or exhausted drier capacity, high thermal loading). Strong deposition of substances containing chlorine (including ferric-chloride) often occurs, which are released in many cases after conversion and find their way into the compressor and regulating devices. The situation is especially critical if the formation of acid should have taken place (acid test).

2. Conditions préalables

Toute procédure de conversion suppose une démarche professionnelle soignée et préparée. De ce fait, les conseils prodigués de façon très simpliste dans diverses publications ne peuvent être considérés que comme des guides de procédure généraux.

Critères généraux de sélection et de contrôle

- ☐ Sélection d'un fluide de substitution approprié ayant des propriétés physiques très proches de celles de la charge d'origine (de plus amples explications au paragraphe 3).
- ☐ Contrôle si la conversion du système est envisageable:
 - Compatibilité des matériaux des joints, des élastomères, du bobinage du moteur respectivement de la garniture d'étanchéité, et appariement des matériaux (mécanisme d'entraînement) avec le fluide de substitution et l'huile (remplacement si nécessaire)
 - Critères d'emploi du compresseur (limites du champ d'application, contraintes et lubrification, possibilité d'une vidange d'huile)
 - Tuyauterie (vitesses d'écoulement).
 - Appareils de réglage, tout particulièrement le détendeur (capacité, compatibilité des matériaux)
 - Détermination des autres composants
- ☐ Contrôle si un changement de fluide frigorigène affecte les prescriptions de sécurité et de réception (pressions de travail, courant absorbé par le moteur du compresseur).
- ☐ Etat du système: Les fuites et défauts de fonctionnement éventuels sont à éliminer avant d'envisager réellement une conversion.
- ☐ Evaluation de la stabilité chimique: Les systèmes dont la stabilité chimique était déjà insuffisante en fonctionnement au R12 et au R502 (mauvais entretien, capacité de dessiccation amoindrie ou épuisée, contrainte thermique élevée), présentent un risque certain. On constate alors un accroissement de dépôts de substances chlorées (entre autres chlorure ferrique) qui souvent se „détachent“ après la conversion et aboutissent dans le compresseur et les organes de régulation. La situation est particulièrement critique s'il y a eu formation d'acide (test d'acidité).

Es ist daher zwingend notwendig, vor den eigentlichen Umrüstmaßnahmen die notwendigen Schritte einzuleiten. Dazu gehören zum Beispiel der Einbau eines (ggf. säurebindenden) Saugreinigungsfilters und Trocknerwechsel. Bei wirklich zweifelhaftem Zustand der Anlage empfiehlt sich eine umfangreiche Sanierung, ggf. einschließlich eines vorsorglichen Verdichterwechsels.

- Verfügbarkeit geeigneter Werkzeuge, Meßgeräte und Kennzeichnungsschilder (siehe Abschnitt 5).

It is therefore essential to take the necessary measures before the actual conversion procedure takes place. These include for example the fitting of a suction side clean-up filter (acid retaining when required) and changing the liquid line drier. With really doubtful conditions a comprehensive general reconditioning is recommended, including a preventative compressor exchange when required.

- Availability of suitable tools, measuring devices and identification material (refer to section 5).

De ce fait, il est indispensable de prendre quelques précautions avant d'engager la procédure de conversion. Celles-ci comprendront notamment la mise en place d'un filtre de nettoyage à l'aspiration (éventuellement avec „retenue“ de l'acidité) et le remplacement du filtre déshydrateur. Si l'état général de l'installation présente des doutes réels, il est conseillé de procéder à une véritable remise en état, celle-ci incluant éventuellement un remplacement préventif du compresseur.

- Disponibilité de l'outillage adéquat, d'appareils de mesure et de matériel d'identification (voir paragraphe 5).

3. Auswahlkriterien für Alternativ-Kältemittel und Schmierstoffe

3. Criteria for the selection of alternative refrigerants and lubricants

3. Critères de sélection pour les fluides frigorigènes de substitution et les lubrifiants.

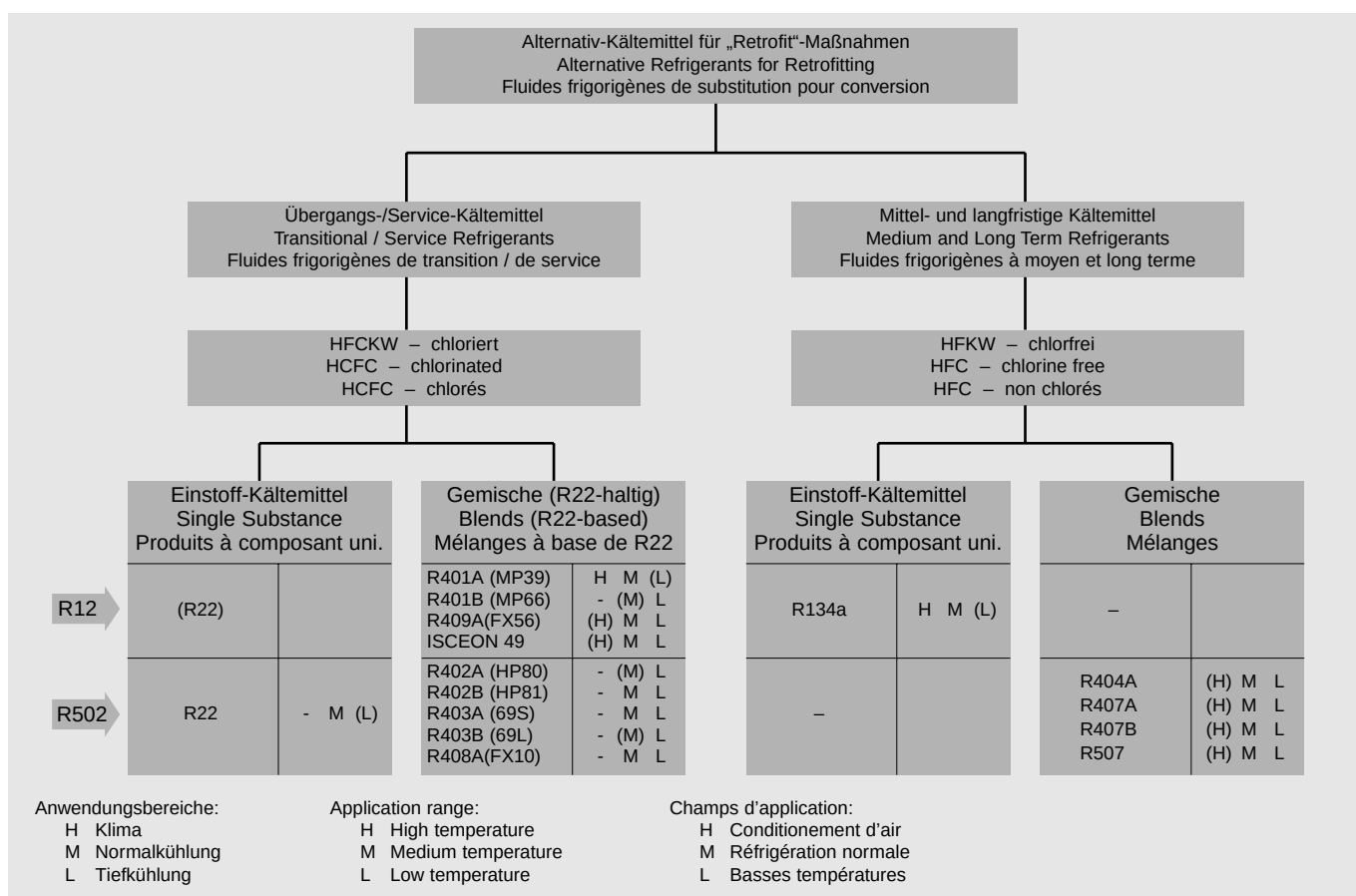


Abb. 1 Alternativ-Kältemittel für Umrüstmaßnahmen (Gesamtübersicht)

Fig. 1 Alternative refrigerants for retrofitting (general survey)

Fig. 1 Fluides frigorigènes de substitution pour conversion (vue générale).

3.1 Kältemittel R22 als R12 oder R502-Alternative

In den letzten Jahren entwickelte sich R22 zum maßgeblichen Kältemittel in neuen gewerblichen Anlagen. Gleichzeitig nahm auch seine Bedeutung als (zunächst einziges) "Retrofit"-Kältemittel zu. Allerdings ist eine Umrüstung von R12- und R502-Anlagen auf R22 nur unter Einschränkungen möglich oder mit erheblichem Aufwand verbunden.

Bei R12-Anlagen würden – bei identischem Verdichter-Hubvolumen – Kälteleistung und Leistungsbedarf wesentlich ansteigen und damit anormale oder gar kritische Betriebsbedingungen provoziert werden. Der Austausch des Verdichters gegen ein Modell mit kleinerem Hubvolumen (identische Leistung wie R12) könnte andererseits, wegen der reduzierten Strömungsgeschwindigkeiten, zu instabilem Betrieb des Verdampfers und Ölverlagerung führen.

Anlagen mit R502 lassen sich eher auf R22 umstellen (ähnliche Kälteleistung und Sauggasgeschwindigkeit), aber auch nur dann, wenn die Betriebstemperaturen des Verdichters innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen. Die Druckgastemperatur ist wesentlich höher als bei R502 (Einsatzgrenzen beachten). Günstigere Voraussetzungen bestehen für offene Verdichter und kleine Halbhermetiks. Größere einstufige Motorverdichter sind nur bis etwa -30°C Verdampfungstemperatur bei gleichzeitig eingeschränkter Sauggasüberhitzung (max. 20K, Absicherung mittels Druckgasüberhitzungsschutz) einzusetzen. Extremere Bedingungen würden den Austausch des Verdichters durch eine spezielle R22-Tiefkühlausführung erfordern (zweistufig, einstufig mit ).

3.2 Übergangs-Gemische (HFCKW) als R12- oder R502-Alternativen

Für eine Umstellung von R12- und R502-Anlagen stehen seit einiger Zeit auch sog. "Retrofit"- bzw. Service-Gemische (Blends) zur Verfügung, die R22 als Hauptsatz substanz enthalten und deshalb auch mit herkömmlichen teil- oder vollsynthetischen Schmierstoffen betrieben werden können.

3.1 Refrigerant R22 as alternative for R12 or R502

R22 has developed in recent years into the decisive refrigerant for new commercial plants. At the same time its significance as a (initially the only) "Retrofit" refrigerant has also increased. The conversion of R12 and R502 plants to R22 is however only possible with limitations or with considerable effort.

With R12 plants – and identical compressor displacement – the refrigeration capacity and the power absorbed significantly increase and thereby provoke abnormal or critical operating conditions. On the other side a compressor change to a model with lower displacement (identical capacity as R12) can lead to unstable evaporator operation and oil migration due to the reduced flow velocities.

Plants with R502 can be more readily converted to R22 (similar refrigeration capacity and suction gas velocity), but only when the compressor operating temperatures remain within the permissible limits. The discharge gas temperature is significantly higher than with R502 (observe application limits). More favourable presuppositions exist for open compressors and small semi-hermetics. Larger single stage motor compressors can only be used down to an evaporating temperature of about -30°C with a reduced suction superheat (max. 20K superheat, fit discharge gas temperature protection as precaution). More extreme conditions mean that the compressor must be changed to a special low temperature design (two-stage, single-stage with .

3.2 Transitional blends (HCFC) as alternatives for R12 or R502

So called "Retrofit"/service blends for the conversion of R12 and R502 plants have now been available for some time. These contain R22 as the main substance and can therefore be used with the previous semi or full synthetic lubricants.

3.1 Le fluide frigorigène R22 comme alternative au R12 ou au R502.

Durant ces dernières années, le R22 est devenu le fluide frigorigène prédominant dans les nouvelles installations commerciales. Parallèlement, son emploi comme fluide de substitution (d'abord le seul disponible) n'a cessé de progresser. Cependant, la conversion au R22 d'installations au R12 ou au R502 n'est possible que sous certaines restrictions, ou liée à une mise en oeuvre importante.

Pour des installations initialement au R12 – pour un même volume engendré – la puissance frigorifique et la puissance absorbée augmentent de façon significative et engendrent ainsi des conditions de travail anormales, voire critiques. Le remplacement du compresseur par un modèle plus petit (réduction du volume engendré pour une puissance identique au R12) peut aboutir d'autre part à un fonctionnement instable de l'évaporateur et une migration de l'huile, en raison de vitesses d'écoulement réduites.

La conversion au R22 d'installations au R502 est plus aisée (puissance frigorifique et vitesse des gaz aspirés analogues), mais uniquement si les températures de fonctionnement du compresseur se situent dans les limites admissibles. La température des gaz au refoulement est nettement plus élevée que pour le R502 (respecter les limites des champs d'application). De ce fait, les conditions préalables sont plus favorables pour les compresseurs ouverts ou les petits semi-hermétiques. Les gros compresseurs mono-étagés ne peuvent être employés que jusqu'à une température d'évaporation de -30 °C environ avec limitation simultanée de la surchauffe des gaz à l'aspiration (max. 20 K de surchauffe, prévoir une protection à la surchauffe des gaz de refoulement). Des conditions extrêmes nécessitent le remplacement du compresseur par une version spéciale adaptée au R22 en basses températures (biétagé, mono-étagé avec .

3.2 Les mélanges de transition (HCFC) comme alternatives au R12/R502

Depuis un certain temps, la conversion d'installation au R12 ou au R502 peut être envisagée avec des mélanges de transition (Blends) dont le R22 est le composant principal et qui, par conséquent peuvent être utilisés avec les lubrifiants usuels, partiellement ou entièrement synthétiques.

Erfahrungen haben gezeigt, daß diese Gemische eine relativ einfache, schnelle und preiswerte Umrüstung von R12- oder R502-Systemen ermöglichen. Wegen des Chloranteils können diese Stoffe allerdings nur als Übergangslösung und nicht als langfristige Alternativen für neue Systeme angesehen werden.

Hinzu kommt eine meist etwas höhere Drucklage mit Einschränkungen in der Verflüssigungstemperatur. Bei einigen Gemischen ist auch eine bis zu 20 K höhere Druckgastemperatur (siehe Abb. 2 + 3) festzustellen. Solche Substitute können nur dann eingesetzt werden, wenn die Druckgastemperatur in der bestehenden R12- oder R502-Anlage – gemessen unter den extremsten Betriebszuständen – etwa 100 bis 110°C nicht überschreitet (am Druckrohr, eventuelle Belüftung an der Meßstelle abgeschirmt). Der Wert von 110°C gilt für Alternativ-Kältemittel, die eine maximal 10K höhere Druckgastemperatur aufweisen als R12 bzw. R502 (siehe Abb. 2 + 3).

Zu berücksichtigen ist auch, daß die "Retrofit"-Gemische für R12 jeweils auf die Anwendungsbereiche abgestimmt sein müssen. Bedingt durch die relativ steile Leistungscharakteristik sind z. T. unterschiedliche Substanzen für Klima-/Normalkühlung und Tiefkühlung erforderlich.

Experience has demonstrated that these blends are the simplest, fastest, and least expensive alternates available for converting R12 or R502 refrigerating systems. However, due to the inclusion of chlorine, they must be viewed as transitional service chemicals only and not as long term solutions for new equipment.

In addition the pressure level is mostly higher (limited condensing temperature) and with certain blends the discharge gas temperature is up to 20 K higher (see Figs. 2 + 3). Such substitutes can only therefore be used in existing R12 or R502 plants when the discharge gas temperature – measured under the most extreme operating conditions – does not exceed approx. 100 to 110°C (measured on discharge line, insulate from possible cooling air). The value of 110°C is valid for alternative refrigerants which show a discharge gas temperature which is a maximum of 10 K higher than R12 resp. R502 (see Figs. 2 + 3).

It must also be considered that the "Retrofit" blends for R12 have to be matched in each case to the application range. Due to the relatively steep capacity characteristics, sometimes differing substances are required for air conditioning / medium temperature and low temperature.

L'expérience a montré que ces mélanges rendent possible une conversion relativement simple, rapide et économique d'installations au R12 ou au R502. En raison de la présence de chlore, ces fluides ne constituent qu'une solution transitoire et non pas une alternative à long terme pour ce genre d'installations.

A cela s'ajoutent généralement des pressions un peu plus élevées avec nécessité de limiter les températures de condensation. Pour certains mélanges, la température des gaz au refoulement peut être jusqu'à 20 K supérieure (voir fig. 2 + 3). Ces fluides de substitution ne peuvent être utilisés que si la température des gaz au refoulement de l'installation existante au R12 ou au R502 n'excède pas 100 à 110°C (mesure effectuée dans les conditions extrêmes d'utilisation sur la conduite de refoulement, le point de mesure étant momentanément „protégé“ d'une aération éventuelle). Cette valeur de 110°C est valable pour les fluides frigorigènes de substitution dont la température des gaz au refoulement n'excède pas de plus de 10 K maximum celle du R12 respectivement du R502 (voir fig. 2+3).

Il faut également prendre en considération que les mélanges de substitution au R12 doivent être adaptés au champ d'application concerné. En raison de la caractéristique de puissance relativement raide, des fluides différents seront en partie préconisés pour le conditionnement d'air / la réfrigération normale et pour les basses températures.

3.3 Chlorfreies Kältemittel R134a als R12-Alternative

Das chlorfreie R134a (ODP=0) wird als mittel- und langfristige Alternative angesehen, eine Umrüstung auf dieses Kältemittel ist deshalb eine auf längere Sicht ausgerichtete Maßnahme. R134a sollte deshalb in erster Linie für Systeme verwendet werden, die sich in gutem Zustand befinden.

Die thermodynamischen Eigenschaften sind denen von R12 sehr ähnlich; Kälteleistung, Energiebedarf und Drucklagen erreichen – zumindest im Klima- und Normalkühlbereich – vergleichbare Werte. Die Betriebstemperaturen (Druckgas, Öl, Wickung) sind sogar günstiger als bei R12.

Andererseits gibt es ebenfalls eine Reihe negativer Aspekte, die den Einsatz von R134a erschweren oder gar ausschließen:

3.3 Chlorine free refrigerant R134a as alternative for R12

The chlorine free (ODP=0) R134a is a long term solution, conversion to this refrigerant is thereby a procedure for a longer period. R134a should therefore mainly be used in systems which are in good condition.

The thermodynamic characteristics are very similar to those of R12. Refrigeration capacity, power consumption and pressure levels reach comparable values at least in high and medium temperature range. The operating temperatures (discharge gas, oil, winding) are even more favourable than with R12.

On the other side there are also a series of negative aspects which make the use of R134a more difficult or even exclude this.

3.3 Le R134a, fluide frigorigène sans chlore comme alternative au R12

Le R134a exempt de chlore (ODP = 0) est généralement considéré comme l'alternative à moyen et long terme, si bien qu'une conversion avec ce fluide frigorigène constitue une solution à longue échéance. De ce fait, le R134a devra être utilisé en premier lieu sur les installations en bon état.

Les propriétés thermodynamiques sont très proches de celles du R12; puissance frigorifique, puissance absorbée et pressions atteignent des valeurs comparables – tout au moins dans les domaines du conditionnement d'air et de la réfrigération normale. Les températures de fonctionnement (gaz au refoulement, huile, bobinage) sont même plus avantageuses qu'avec le R12.

D'un autre côté, il existe également une série d'aspects négatifs qui rendent l'emploi du R134a plus difficile ou l'excluent même.

❑ Als chlorfreier Stoff mit relativ hoher Polarität besteht keine Löslichkeit mit herkömmlichen Schmierstoffen; der Öltransport ist in üblichen Systemen nicht gewährleistet. Voraussetzung für eine "Retrofit"-Prozedur ist deshalb eine Umstellung auf Esteröl. Dafür können relativ aufwendige Maßnahmen erforderlich werden, um den Restgehalt an konventionellem Öl auf unkritische Werte zu reduzieren (siehe Abschnitt 6.2).

❑ As a chlorine free substance with a relatively high polarity it is immiscible with conventional lubricants, the oil circulation in normal systems is no longer guaranteed. A conversion to ester oil is therefore a requirement for a "Retrofit" procedure. Relatively large efforts may be needed to reduce the remaining quantity of conventional oil to a non-critical level. (see section 6.2).

❑ En tant que fluide exempt de chlore avec une polarité relativement élevée, il n'est pas miscible avec les lubrifiants usuels; l'entraînement de l'huile dans les installations classiques n'est pas assuré. La condition préalable à toute procédure de substitution est donc l'emploi d'une huile ester. Ceci peut occasionner une mise en oeuvre assez conséquente afin de réduire à un niveau non critique la charge résiduelle en huile conventionnelle (voir paragraphe 6.2).

Kältemittel-Typ Refrigerant type Type du fluide	Anwendungs- bereich Application range Champ d'application ①	Siede- temperatur Boiling temperature Température d'ébullition °C	Temperatur- gleit Temperature glide Glissement de Temp. K ②③	Verfl.-Temp. bei 26 bar (abs.) Cond. temp. at 26 bar (abs.) Temp. de cond. à 26 bar (abs) °C	Kälte- leistung Refrigerating capacity Puissance frigorifique % ③	Druckgas- temperatur Discharge gas temp. Temp. des gaz au refoulement K / R12 ③	Schmierstoff Lubricant Lubrifiant ④
FCKW-Kältemittel (Referenz)			CFC-Refrigerant (Reference)		Fluide frigorigène CFC (de référence)		
R12	H M L	-30	0	86	100	0	M MA A (E) ⑤
Service-Gemische (Übergangs-Alternativen)			Service-Blends (Transitional Alternative)		Mélanges pour l'utilisation (solutions de transition)		
R401A (MP39)	H M -	-33	< 4,5 (M)	80	107 (M)	+ 13 (M)	MA A (E) ⑤
R401B (MP66)	- - L	-35	< 4 (L)	77	108 (L)	+ 18 (L)	
R409A (FX56)	- M L	-34	< 6 (M)	75	109 (M)	+ 7 (M)	
R413A (R/P49) ⑥	(H) M L	-35	< 5 (M)	76	105 (M)	- 9 (M)	
HFKW-Kältemittel chlorfrei (langfristige Alternative)			HFC-Refrigerant chlorine free (Long Term Alternative)		Fluide frigorigène HFC sans chlore (solution à long terme)		
R134a	H M (L)	-26	0	80	97 (M)	-8 (M)	E
① H Klima M Normalk. L Tiefkühlung ① H High Temp. M Medium T. L Low Temp. ① H Cond. d'air M Réfr. norm. L Basses temp.							
② Näherungswert im Verdichter ② approx. values in evaporator ② Valeurs approx. dans l'évaporateur							
③ bezogen auf: (M) -10/40°C (L) -35/40°C ③ based on: (M) -10/40°C (L) -35/40°C ③ Basées sur: (M) -10/40°C (L) -35/40°C							
④ M Mineralöl ④ M Mineral oil ④ M Huile minérale							
MA Teilsynthetiköl (BITZER B5.2*) MA Semi-synthetic oil (BITZER B5.2*) MA Huile partiel. synthétique (BITZER B5.2*)							
A Alkylbenzol A Alkylbenzene A Alkylbenzène							
E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32/55*) E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32/55*) E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32/55*)							
*s. Technische Informationen KT-500/KT-510 *see Technical Informations KT-500/KT-510 * voir Information Technique KT-500/KT-510							
⑤ Einsatz von Esteröl mit chlorhaltigen Kälte- ⑤ The use of Ester oil with chlorinated ⑤ L'emploi d'huile ester avec des fluides mitteln erfordert spezielle Maßnahmen refrigerants requires special measures frigorigènes chlorés nécessite des mesures (s. Abschn. 3.5) (see section 3.5) spéciales (voir paragr. 3.5)							
⑥ Chlorfreies Service-Kältemittel ⑥ Chlorine free service refrigerant ⑥ Fluide frigorigène pour l'utilisation sans chlore							

Abb. 2 „Retrofit“ Alternativ-Kältemittel für R12

Fig. 2 „Retrofit“ alternative refrigerants for R12

Fig. 2 Les fluides frigorigènes de substitution du R12

❑ Die Materialverträglichkeit von Verdichter und Komponenten mit R134a und Esteröl ist nicht immer gewährleistet (siehe Abschnitt 2).

❑ Die hohe Polarität von Kältemittel und Esteröl bewirkt einen besonders intensiven Reinigungseffekt. Es besteht höchste Gefahr, daß Systemverunreinigungen abgelöst werden und in Verdichter und Regelgeräte gelangen (Gefahr von Schädigung oder Fehlfunktionen – siehe auch Abschnitt 2.5).

❑ The material compatibility of the compressor and components is not always guaranteed with R134a and ester oil (see also section 2).

❑ The high polarity of refrigerant and ester oil result in an especially intensive cleaning effect. A great danger exists that system contamination will be released and find its way into the compressor and devices (danger of damage or malfunction – see also section 2.5).

❑ La compatibilité des matériaux du compresseur et des composants avec le R134a et l'huile ester n'est pas toujours garantie (voir paragraphe 2.5).

❑ La polarité élevée du fluide frigorigène et de l'huile engendre un phénomène de nettoyage assez intensif. Il existe un grand risque que des impuretés de l'installation soient „détachées“ et aboutissent dans le compresseur et les organes de réglage (danger de détériorations ou de fonctionnements défectueux – voir également paragraphe 2.5).

❑ R134a hat bei Tiefkühlbedingungen eine wesentlich geringere Kälteleistung als R12 (ca. 20% Minderleistung bei t_0 -30°C) und ist dadurch für eine direkte Umstellung (ohne Verdichtertausch) weniger geeignet. In diesen Fällen sollte ein "Retrofit"-Gemisch (spezielle Tiefkühlvariante) in Erwägung gezogen werden.

❑ Wegen des hygroskopischen Verhaltens von Esterölen und dem bei Umrüstmaßnahmen unvermeidlichen Restgehalt an chlorhaltigen Substanzen ist Feuchtigkeit im System besonders kritisch (chemische Stabilität). Es besteht deshalb die grundsätzliche Forderung nach hochgradigem Evakuieren (Absaugen von Restchlor und Trocknung), Einsatz reichlich dimensionierter Trockner (Molekular-Sieve mit speziell angepaßter Porengröße) und sorgsamem Umgang mit dem Esteröl.

❑ R134a has a significantly smaller refrigeration capacity than R12 with low temperature conditions (approx. 20% reduction at t_0 -30°C) and is therefore less suitable for direct conversion (without changing the compressor). In this case a "Retrofit" blend (special low temperature version) should be considered.

❑ Moisture in the system is especially critical (chemical stability) due to the hygroscopic behaviour of ester oil and the unavoidable remains of substances containing chlorine from the conversion procedure. Thorough evacuation to a high degree is therefore essential (removal of remaining chlorine and dehydration), also the use of generously sized driers (molecular sieves with specially adjusted pore size) and careful handling of the ester oil.

❑ Le R134a a une puissance frigorifique nettement inférieure au R12 en basses températures (puissance réduite d'environ 20% à t_0 = -30 °C) si bien qu'il n'est guère adapté à une conversion directe (sans remplacement du compresseur). Dans ce cas, il faut opter pour un mélange de substitution spécifique pour basses températures.

❑ En raison du comportement hygrosopique des huiles ester et de la présence inévitable de résidus chlorés lors d'une procédure de conversion, la présence d'humidité dans le système est particulièrement critique (stabilité chimique). Par conséquent, les exigences fondamentales seront une mise à vide très poussée (absorption des résidus chlorés et séchage), l'emploi de déshydrateurs surdimensionnés (tamis moléculaire avec une taille des pores spécialement ajustée) et manipulation soigneuse de l'huile ester.

3.4 Chlorfreie HFKW-Gemische als R502-Alternativen

Wegen der üblicherweise sehr niedrigen Verdampfungstemperaturen in R502-Systemen sind bei einer solchen Maßnahme die Anforderungen an den Restölgehalt enger gesteckt als bei der Umstellung von R12 auf R134a. Eine Verschlechterung der Löslichkeit des Esteröls durch hohe Zusätze an Mineralöl oder Alkylbenzol wird daher noch eher zu Minderung des Wärmeübergangs und Ölverschleppung führen.

Für eine konkrete Empfehlungen wird es deshalb notwendig sein, weitere Untersuchungen in verschiedenartigen Systemen durchzuführen. In jedem Fall sollten solche Tests zunächst an kleineren Anlagen mit überschaubarem Rohrnetz durchgeführt werden.

Hinsichtlich der Einsatzkriterien gelten sinngemäß die Ausführungen für R134a (Abschnitt 3.3). Darüber hinaus sind noch die besonderen Verhältnisse beim Einsatz von zeotropen Gemischen zu berücksichtigen (Abschnitt 4).

3.4 Chlorine free HFC blends as alternatives for R502

With this kind of retrofitting the demands concerning the remaining oil content are tighter than with the conversion from R12 to R134a due to very low evaporating temperatures normally found with R502. A deterioration of the miscibility of the ester oil due to large additions of mineral oil or alkyl-benzene would tend to lead to an even worse heat transfer and oil migration.

Further investigations in different types of systems must therefore be carried out in order to be able to make specific recommendations. In any case such tests should first be made with smaller plants with simple pipework.

With regard to the application criteria, the considerations for R134a are valid in a similar way (section 3.3). In addition the special features applicable to the use of zeotropic blends must also be considered (section 4).

3.4 Les mélanges sans chlore HFC comme alternatives au R502.

Pour ce genre de conversion, et en raison des températures d'évaporation généralement très basses dans les installations au R502, les exigences quant aux résidus d'huile sont plus strictes que pour une conversion du R12 au R134a. Une présence résiduelle importante d'huile minérale ou alkylbenzène fait chuter la miscibilité de l'huile ester ce qui mène encore plus rapidement à une réduction du transfert de chaleur et une migration de l'huile.

D'autres analyses sur différents types d'installations sont encore nécessaires avant de formuler des recommandations plus concrètes. Dans tous les cas, de tels essais doivent d'abord être réalisés sur de petites installations avec un réseau de tuyauterie simple.

Quant aux critères d'emploi, se référer aux recommandations faites pour le R134a qui sont applicables par analogie (paragraphe 3.3). De plus, il faut tenir compte des conditions spéciales d'emploi des mélanges zéotropes (paragraphe 4).

Kältemittel- Typ	Anwendungs- bereich	Siede- temperatur	Temperatur- gleit	Anverf.-Temp. bei 26 bar (abs.)	Kälte- leistung	Druckgas- temperatur	Schmierstoff
Refrigerant type	Application range	Boiling temperature	Temperature glide	Cond. temp. at 26 bar (abs.)	Refrigerating capacity	Discharge gas temp.	Lubricant
Type du fluide	Champ d'application	Température d'ébullition	Glissement de Temp.	Temp. de cond. à 26 bar (abs)	Puissance frigorigique	Temp. des gaz au reflux	Lubrifiant
	①	°C	K ②	°C	% ③	K / R502 ③	④
FCKW-Kältemittel (Referenz)		CFC Refrigerant (Reference)		Fluide frigorigène CFC (de référence)			
R502	- M L	-46	0	60	100	0	M MA A (E) ⑤
HFCKW-Kältemittel (Übergangs-Alternativen)		HCFC Refrigerant (Transitional Alternative)		Fluide frigorigène HCFC (solutions de transition)			
R22	- M (L)	-41	0	63	80 ⑥	+35	M MA A (E) ⑤
HFCKW-Gemische mit R22 (Übergangs-Alternativen)		HCFC Blends with R22 (Transitional Alternatives)		Mélanges HCFC avec du R22 (solutions de transition)			
R402A (HP80)	- (M) L	-49	< 1,5	53	109	0	MA A (E) ⑤
R402B (HP81)	- M L	-47	< 1,5	56	99	+16	
R403A (69S)	- M L	-50	< 1,5	57	105	+17	
R403B (69L)	- (M) L	-51	< 1	54	112	0	
R408A (FX10)	- M L	-44	< 0,5	58	98	+10	
HFKW-Gemische chlorfrei (langfristige Alternativen)		HFC Blends chlorine free (Long Term Alternatives)		Mélanges HFC sans chlore (solutions à long terme)			
R404A	(H) M L	-47	< 0,5	55	99	-9	E
R507	(H) M L	-47	0	54	102	-10	
R407A	(H) M L	-46	< 4	56	78	+11	
R407B	(H) M L	-48	< 3	53	93	-2	

① M Normalkühl. L Tiefkühlung

② ca.-Wert im Verdampfer bei -35/40°C

③ bezogen auf -35/40°C

④ M Mineralöl

MA Teilsynthetiköl (BITZER B5.2*)

A Alkylbenzol

E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32*)

* s. Techn. Informationen KT-510/KT-500

⑤ Je nach Gemisch und System kann die Löslichkeit mit MA-/A-Ölen ungenügend sein. In solchen Fällen ist Esteröl (min. 50%) erforderlich. Einsatz von Esteröl mit chlorhaltigen Kältemitteln erfordert spezielle Maßnahmen (s. Abschn. 3.5)

⑥ einstufiger Betrieb

① M Medium Temp. L Low Temp.

② approx. values in evaporator at -35/40°C

③ based on -35/40°C

④ M Mineral oil

MA Semi-synthetic oil (BITZER B5.2*)

A Alkyl-benzene

E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32*)

*see Technical Informations KT-510/KT-500

⑤ According to refrigerant blend and system design the solubility with MA/A oils may be insufficient. In such cases an Ester oil (min. 50%) is required. The use of Ester oil with chlorinated refrigerants requires special measures (see section 3.5)

⑥ single stage operation

① M Réfrigération normale L Basses temp.

② Valeurs approx. dans l'évaporateur à -35/40°C

③ Basées sur -35/40°C

④ M Huile minérale

MA Huile partiel. synthétique (BITZER B5.2*)

A Alkylbenzène

E (Polyol-)Ester (BITZER BSE32*)

* voir Information Technique KT-510/KT-500

⑤ Suivant le type de mélange et la conception, la solubilité avec les huiles MA/A peut être insuffisante. Alors l'huile ester (min.50%) est nécessaire. L'emploi d'huile ester avec des fluides frig. chlorés nécessite des mesures spéciales (voir paragr. 3.5)

⑥ Fonctionnement mono-étagé

Abb. 3 „Retrofit“ Alternativ-Kältemittel für R502

Fig. 3 „Retrofit“ alternative refrigerants for R502

Fig. 3 Les fluides frigorigènes de substitution du R502

3.5 Spezifische Anforderungen beim Einsatz von Esterölen mit chlorhaltigen Kältemitteln (R22 und Übergangs-Gemische)

- ☐ Hoher Trocknungsgrad (< 50 ppm) bedingt durch ausgeprägt hygroskopisches Verhalten
- ☐ Hoher Grad an Sauberkeit – bedingt durch das gute Löslichkeitsverhalten gegenüber Systemablagerungen
- ☐ Sorgfältige Handhabung – nur originalverschraubte Öldosen verwenden
- ☐ Betrieb innerhalb abgesicherter Temperaturgrenzen zur Gewährleistung einer hohen chemischen Stabilität des Kältekreislaufs

3.5 Specific demands when using ester oils with refrigerants containing chlorine (R22 and transitional blends)

- ☐ High degree of dehydration (< 50 ppm) – required due to the distinctive hygroscopic properties.
- ☐ High degree of cleanliness – required due to the good solvent properties with regard to system deposits.
- ☐ Careful handling – only use containers of oil which are originally sealed.
- ☐ Operation within controlled temperature limits to guarantee the chemical stability of the refrigeration system.

3.5 Exigences spécifiques pour l'emploi d'huiles ester avec les fluides frigorigènes chlorés (R22 et mélanges de transition).

- ☐ Degré de dessiccation élevé (< 50 ppm) en raison du comportement hygroskopique prononcé.
- ☐ Niveau de propreté élevé en raison des bonnes propriétés solvantes à l'égard des dépôts dans l'installation.
- ☐ Manipulation soignée - n'employer que des bidons d'huile fermés d'origine.
- ☐ Fonctionnement à l'intérieur de limites de température sous contrôle afin de garantir une bonne stabilité chimique du circuit frigorigère.

□ Eventuelle Korrektur der Basis-Viskosität (abhängig von Einsatzbedingungen) – bedingt durch besonders hohe Löslichkeit mit chlorhaltigen Substanzen. H-Bereich: BSE 55 oder vergleichbar (von Bitzer zugelassen); siehe auch Technische Information KT-510.

□ Possible correction of the basic viscosity (depending upon operating conditions) – due to the especially high solubility with substances containing chlorine. H-range: BSE 55 or equivalent (released by Bitzer); refer also to technical information KT-510.

□ Correction éventuelle de la viscosité de base (dépendante des conditions d'emploi) en raison de la grande solubilité avec des substances chlorées. Domaine H: BSE 55 ou équivalente (autorisée par BITZER); voir également information technique KT-510.

4. Besonderheiten beim Umgang mit zeotropen Kältemittelgemischen

Im Gegensatz zu azeotropen Gemischen (z.B. R502), die sich beim Siede- und Verflüssigungsvorgang wie Einstoffkältemittel verhalten (konstante Temperatur), erfolgt die Phasenänderung bei zeotropen Gemischen "gleitend" über ein gewisses Temperaturband.

4. Special guide-lines for handling zeotropic refrigerant blends

As opposed to azeotropic blends (e.g. R502), which behave as single substance refrigerants in the evaporating and condensing phases (constant temperature), the phase change with zeotropic blends occurs in a "gliding" form over a certain temperature range.

4. Particularités dans la manipulation de mélanges de fluides frigorigènes zéotropes.

Contrairement aux mélanges azéotropes (par ex. R502) qui se comportent comme des fluides frigorigènes à un seul composant durant les phases d'évaporation et de condensation (température constante), le changement de phase des mélanges zéotropes s'accompagne d'un „glissement" sur une certaine plage de température.

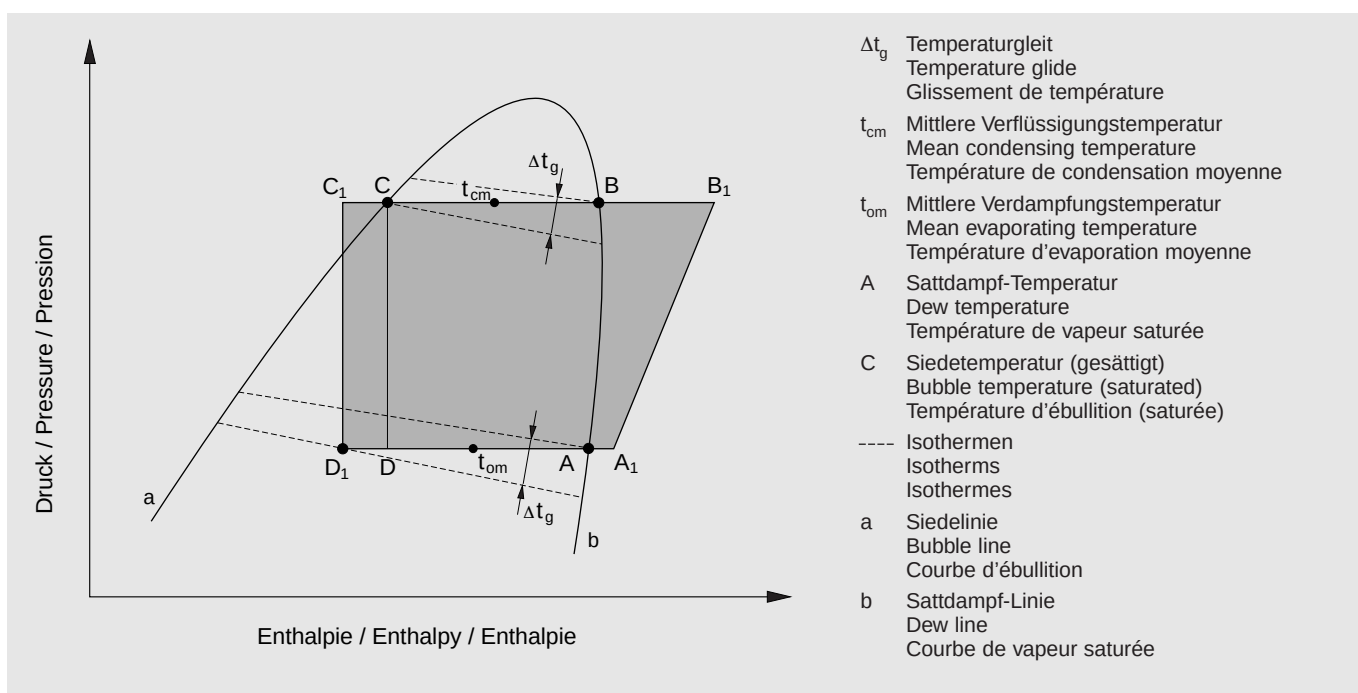


Abb. 4 Verhältnisse bei Verdampfung und Verflüssigung zeotroper Gemische

Fig. 4 Evaporating and condensing behaviour of zeotropic blends

Fig. 4 Comportements des mélanges zéotropes lors de l'évaporation et de la condensation

Dieses Verhalten bedeutet einen geringfügigen Temperaturanstieg bereits in der Verdampfungsphase und eine Temperaturabnahme bei der Verflüssigung.

This behaviour means that a small increase in temperature already occurs in the evaporation phase and a reduction in temperature during condensation.

Ce comportement se manifeste par une légère élévation de température déjà durant la phase d'évaporation et une chute de température lors de la condensation.

Der praktische Umgang – Einstellung der Sauggasüberhitzung, Beurteilung der Flüssigkeitsunterkühlung – setzt deshalb eine genaue Kenntnis der Druck/Temperaturverhältnisse in der Dampf- und Flüssigkeitsphase voraus.

The practical procedures – setting the suction gas superheat, assessing the liquid subcooling – therefore demand an exact knowledge of the pressure/temperature relationship in the evaporating and condensing phases.

Les manipulations pratiques – réglage de la surchauffe des gaz à l'aspiration, évaluation du sous-refroidissement du liquide – supposent donc une connaissance exacte des rapports pression/température en phase liquide et en phase vapeur.

Druck (absolut) Pressure (abs.) Pression (abs.)	bar	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	...	8,0	9,0	10,0	12,0
Sattdampftemperatur Dew temperature Temp. de vapeur saturée	°C	-27	-22	-17,5	-14	-10,5	-7,5	-4,5	...	31,5	36	40	47
Siedetemp. (gesättigt) Bubble temp. (saturated) Temp. d'ébullition (saturée)	°C	-33	-28	-23,5	-20	-16,5	-13,5	-10,5	...	26,5	31	35	42
Beispiel		Example					Exemple						
- Saugdruck 2 bar entspricht Sattdampf-temp. -10,5°C (Ausgangsbasis für Überhitzung) - Verflüssigungsdruck 10 bar entspricht Siedetemp. 35°C (Ausgangsbasis für Unterkühlung)		- Suction pressure 2 bar corresponding dew temp. -10,5°C (basic point for superheating) - Condensing pressure 10 bar corresponding bubble temp. 35°C (basic point for subcooling)					- La pression d'aspiration 2 bar correspond à une temp. de vapeur saturée de -10,5°C (point de départ pour surchauffe) - La pression de condensation 10 bar correspond à une temp. d'ébullition de 35°C (point de départ pour sous-refroidissement)						

Abb. 5 Ermittlung von Sauggasüberhitzung und Flüssigkeitsunterkühlung (Beispiel R401A)

Fig. 5 Investigating the suction gas superheat and liquid subcooling (example R401A)

Fig. 5 Recherche de la surchauffe des gaz à l'aspiration et du sous-refroidissement (exemple R401A)

Wichtig für die Beurteilung der Sauggasüberhitzung ist die Dampfdruck-Tabelle. Sie definiert die sog. Sattdampf-temperatur, die hinsichtlich der Überhitzungseinstellung wie die Verdampfungstemperatur bei Einstoff-Kältemitteln zu bewerten ist.

Zur Beurteilung der Flüssigkeitsunterkühlung dient die Flüssigkeitsdruck-Tabelle. Die Temperaturwerte entsprechen im übertragenen Sinn der Verflüssigungstemperatur bei Einstoff-Kältemitteln.

Eine weitere Besonderheit von zeotropen Gemischen ist die Gefahr einer Konzentrationsverschiebung bei Leckagen. Kältemittelaustritt in der reinen Gas- oder Flüssigkeitsphase ist weitgehend unkritisch. Weit bedeutsamer sind Leckagen im Zweiphasen-Gebiet – z. B. nach dem Expansionsventil, im Verdampfer, Verflüssiger und Flüssigkeitssammler. Es ist deshalb generell zu empfehlen, in diesen Bereichen ausschließlich Löt- oder Schweißverbindungen vorzusehen (betrifft insbesondere die Ausführung der Expansionsventile).

Hinweis !

Zeotrope Gemische dürfen nur flüssig befüllt werden, um korrekte Mischungsverhältnisse zu gewährleisten.

A vapour pressure table is essential for the measurement of suction gas superheat. This defines the so called saturated vapour temperature (dew temperature), which should be considered similarly to the evaporating temperature with single substance refrigerants, with regard to the setting of the superheat.

To measure the liquid subcooling the liquid pressure table should be used. The temperature values (bubble temperature) correspond in a similar sense to the condensing temperature for single substance refrigerants.

A further special feature of zeotropic blends is the danger of a concentration shift with leakage. Refrigerant loss in the pure gas or liquid phase is mainly non-critical. Leakage is much more significant in the two-phase area, e. g. after the expansion valve, within the evaporator and condenser/receiver. It is therefore generally recommended to use soldered or welded joints in these pipe sections (this particularly applies to the expansion valve design).

Note !

Zeotropic blends must be charged in liquid phase only to ensure proper composition in the refrigerating system.

Il est important d'avoir une table des pressions vapeur pour évaluer la surchauffe des gaz à l'aspiration. Cette table définit la température de vapeur saturée qui sera prise en considération pour le réglage de la surchauffe, comme la température d'évaporation des fluides frigorigènes à un seul composant.

Le tableau de la pression de liquide sert à l'évaluation du sous-refroidissement de liquide. Les températures correspondent dans un sens similaire à la température de condensation des fluides frigorigènes à un seul composant.

Une autre particularité des mélanges zéotropes est le risque potentiel d'un changement du rapport des concentrations en cas de fuite. Une perte de fluide frigorigène en phase purement liquide ou gazeuse n'est pas critique. Plus délicates sont les fuites dans le domaine des 2 phases – p. ex. après le détendeur, dans l'évaporateur, condenseur et réservoir de liquide. De ce fait, il est généralement recommandé de prévoir exclusivement des raccords à braser ou à souder dans ces domaines (concerne principalement la conception des détendeurs).

Remarque!

Le remplissage des mélanges zéotropes ne doit être effectué qu'en phase liquide afin de garantir des rapports de concentration corrects du mélange.

5. Service-Ausrüstung, Komponenten und Zubehör

Neben der üblichen Ausstattung für Service-Fachkräfte sollten folgende Teile bereitgestellt werden:

- ☐ Exakt justierte Hoch- und Niederdruckmanometer (große, gut ablesbare Skala)
- ☐ Geeignete Füllschläuche (HFKW erfordern Ausführung mit Nylon-Kern)
- ☐ Dampf- und Flüssigkeitsdrucktabelle für das verwendete Alternativ-Kältemittel
- ☐ Hochwertiges elektronisches Thermometer
- ☐ Amperemeter
- ☐ Vakuumpumpe hoher Leistung (für mind. 4 Pa / 0.4 mbar Endvakuum) und Vakuummeter
- ☐ Lecksuchgerät (geeignet für das betreffende Kältemittel und die besonderen Anforderungen bei chlorfreien Stoffen wie R134a, R404A etc.)
- ☐ Kältemittel-Absaugaggregat.
- ☐ Sammelbehälter für Altstoffe (Kältemittel + Öl)
- ☐ Filtertrockner und Saugleitungsfilter
- ☐ Falls erforderlich, neues Expansionsventil (vorzugsweise mit Lötanschlüssen)
- ☐ Geeignete Elastomerteile und Dichtungen
- ☐ Ersatz-Wellenabdichtung (bei offenen Verdichtern)
- ☐ Neues Öl (gemäß Spezifikation, Abb. 2 + 3 und Abschnitt 3.5)
- ☐ Alternativ-Kältemittel
- ☐ Kennzeichnungsschilder (Kältemittel und Öl)

Anforderungen an eine vollständige Ausstattung von qualifizierten Fachbetrieben werden in VDMA-Einheitsblatt 24243 Teil 5 behandelt.

5. Service-equipment, components and materials

Apart from the normal trade equipment for service personal the following components should also be available:

- ☐ Exactly calibrated high and low pressure gauges (large easy to read scale)
- ☐ Suitable charging hoses (HFC's require special design with nylon core)
- ☐ Vapour and liquid pressure tables for the alternative refrigerant being used
- ☐ High quality electronic thermometer
- ☐ Ammeter
- ☐ High performance vacuum pump (to reach at least 4Pa / 0.4 mbar final vacuum) and vacuum measuring device
- ☐ Leak detection device (suitable for the refrigerant concerned and the special demands with chlorine free substances as R134a, R404A etc.)
- ☐ Refrigerant recovery unit
- ☐ Containers for used refrigerant and oil
- ☐ Filter drier and suction line filter
- ☐ When required, new expansion valve (preferably with brazing connections)
- ☐ Suitable elastomer parts and gaskets
- ☐ Replacement shaft seal (with open compressors)
- ☐ New oil (according to specification, refer to Figs. 2 + 3 and section 3.5)
- ☐ Alternative refrigerant
- ☐ Identification labels (refrigerant and oil)

The requirements for the complete equipping of qualified trade facilities are dealt with in the German VDMA specification 24243 part 5.

5. Equipements pour le service, composants et accessoires.

En plus de l'équipement traditionnel, le personnel du service après-vente devrait disposer du matériel suivant:

- ☐ Des manomètres haute et basse pression correctement calibrés (grande plage bien lisible)
- ☐ Des flexibles de remplissage adéquats (les HFC nécessitent une exécution avec une âme en nylon)
- ☐ Les tables des pressions liquide et vapeur pour les fluides frigorigènes de substitution employés
- ☐ Un thermomètre électronique de très bonne qualité
- ☐ Un ampèremètre
- ☐ Une pompe à vide de haute performance (pour un vide final d'au moins 4Pa/0,4 mbar) et un vacuomètre
- ☐ Un détecteur de fuites (adapté au fluide frigorigène concerné et aux exigences particulières des fluides non chlorés tels que le R134a, R404A etc.)
- ☐ Une unité de récupération de fluide frigorigène
- ☐ Des bonbonnes pour les produits usagés (fluide frigorigène + huile)
- ☐ Un filtre déshydrateur et un filtre d'aspiration
- ☐ Si nécessaire, un nouveau détendeur (de préférence avec raccords à braser)
- ☐ Des pièces élastomères et des joints adaptés
- ☐ Une garniture d'étanchéité de rechange (en cas de compresseur ouvert)
- ☐ De l'huile nouvelle (conformément aux spécifications fig. 2 + 3 et paragraphe 3.5)
- ☐ Du fluide frigorigène de substitution
- ☐ Des étiquettes d'identification (fluide frigorigène et huile)

Les spécifications relatives à l'équipement complet des entreprises qualifiées sont traitées dans la fiche de standardisation 24243 point 5 du VDMA allemand.

6. Umrüstmethoden

“Retrofit“-Verfahren befinden sich allgemein noch in der Entwicklungsphase. Nachfolgend beschriebene Methoden haben sich in der Praxis bereits bewährt, die Empfehlungen haben aber nicht den Charakter einer allgemeingültigen Richtlinie. Abgesehen von der Vorgehensweise ist das Resultat einer Umrüstmaßnahme wesentlich vom Aufbau, aber auch vom qualitativen Zustand des Systems abhängig; deshalb können spezifische Anpassungen notwendig werden.

Im Falle eines Verdichterausfalls bleibt die Beurteilung eines eventuellen Garantieanspruchs einer individuellen Überprüfung des Verdichters im Werk vorbehalten.

6. Retrofitting procedures

“Retrofit“ procedures are still in the development phase. The following methods described have already been proven in practice, these recommendations do not however have the characteristics of rules being generally valid. In addition to the care to be taken the results of conversion procedures are mainly dependent upon the quality condition of the system; specific modifications may be required.

In the case of a compressor failure the judgement of a possible guarantee claim remains subject to the investigation of the individual compressor.

6. Méthodes de conversion

Les procédés de conversion sont en général encore dans la phase développement. Les méthodes décrites ci-après ont déjà fait leurs preuves dans la pratique, mais les recommandations n'ont pas le caractère d'une directive valable partout. Abstraction faite de la façon de procéder, le résultat d'une conversion dépend principalement de la conception et de l'état qualitatif de l'installation; des adaptations spécifiques peuvent de ce fait être nécessaires.

En cas de détérioration d'un compresseur le droit à la garantie éventuelle est assujéti au contrôle individuel du compresseur en usine.

Achtung!

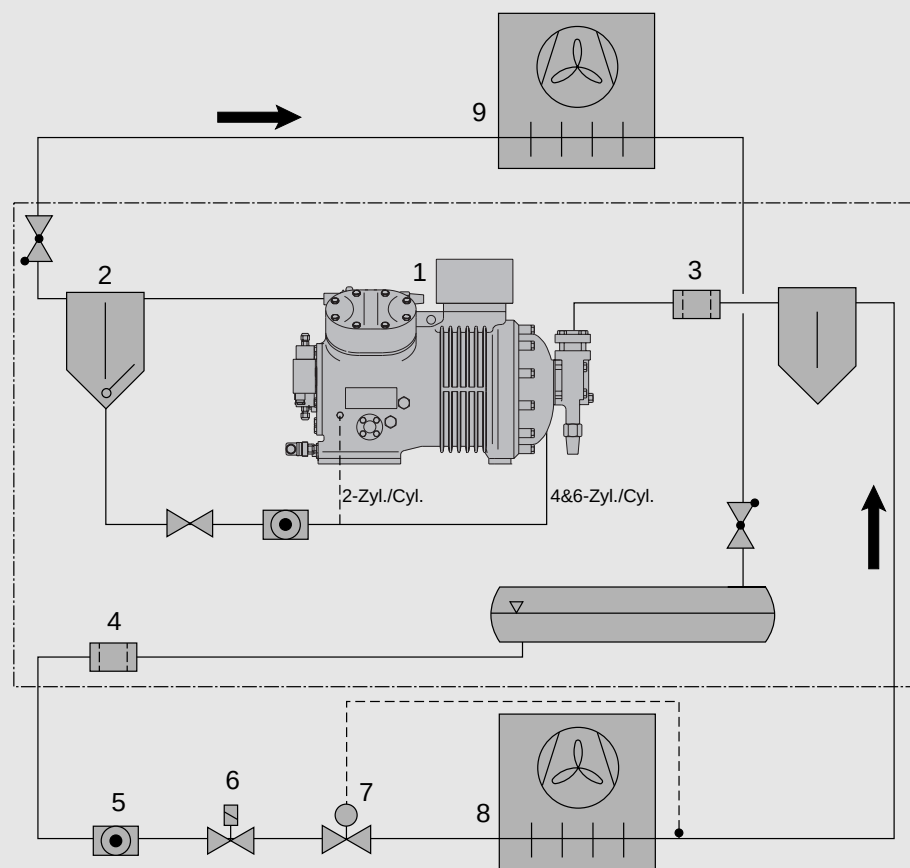
- ☐ Leckagen oder Mängel sollten vor der Umstellung behoben werden.
- ☐ Keinesfalls Kältemittel in die Atmosphäre abblasen.
- ☐ Alternativ-Kältemittel keinesfalls mit Originalfüllung mischen.
- ☐ Zeotrope Kältemittel-Gemische dürfen nur flüssig befüllt werden, um korrekte Mischungsverhältnisse zu gewährleisten.
- ☐ Mit Chlor kontaminiertes Öl ist Sondermüll und muß entsprechend den jeweils gültigen Vorschriften entsorgt werden.
- ☐ Sicherheitsvorschriften sind zu beachten.
- ☐ Füllstationen, Manometer etc. für (H)FCKWs sollten nicht für HFKWs verwendet werden, um Kontamination des Systems mit Chlor zu vermeiden.

Attention!

- ☐ Existing leaks or malfunctions should be rectified before the actual conversion procedure.
- ☐ Never release refrigerant to atmosphere.
- ☐ Never mix alternative refrigerant with original charge.
- ☐ Zeotropic blends must be charged in liquid phase only to ensure proper composition in the refrigerating system.
- ☐ Oil contaminated with chlorine is special waste and must be disposed of according to the appropriate regulations.
- ☐ Safety rules must be observed.
- ☐ Keep HFC tools separate from CFC/HCFC tools to prevent contamination.

Attention!

- ☐ Les fuites et les défauts de fonctionnement sont à éliminer avant la conversion.
- ☐ En aucun cas rejeter du fluide frigorigène dans l'atmosphère.
- ☐ En aucun cas mélanger un fluide frigorigène de substitution avec la charge d'origine.
- ☐ Ne remplir les mélanges de fluides zéotropes qu'en phase liquide afin de garantir des rapports de concentration corrects du mélange.
- ☐ L'huile contaminée avec du chlore est un déchet spécial qui doit être recyclé (traité) suivant les réglementations en vigueur.
- ☐ Les mesures de sécurité sont à observer.
- ☐ Les stations de remplissage, les manomètres etc. pour les (H)CFC ne doivent pas être utilisés pour les HFC afin d'éviter leur contamination avec du chlore.



- | | |
|-----------------------|---|
| 1 Verdichter: | <ul style="list-style-type: none"> • Ölsorte/-menge • Materialverträglichkeit • Einsatzkriterien |
| 2 Ölabscheider: | <ul style="list-style-type: none"> • Ölsorte/-menge |
| 3 Saugleitungsfilter: | <ul style="list-style-type: none"> • Materialverträglichkeit • Filterfeinheit |
| 4 Filtertrockner: | <ul style="list-style-type: none"> • Porengröße/Dimension |
| 5 Schauglas: | <ul style="list-style-type: none"> • def. Feuchtigkeitsanzeige |
| 6 Magnetventil: | <ul style="list-style-type: none"> • Materialverträglichkeit |
| 7 Expansionsventil: | <ul style="list-style-type: none"> • Leistung/Ausführung • Materialverträglichkeit |
| 8 Verdampfer: | <ul style="list-style-type: none"> • Wärmeübertragung |
| 9 Verflüssiger: | <ul style="list-style-type: none"> • Wärmeübertragung |

Abb. 6 Betroffene System-Komponenten bei Umrüstmaßnahmen

- | | |
|------------------------|---|
| 1 Compressor: | <ul style="list-style-type: none"> • Oil type/quantity • Material compatibility • Application criteria |
| 2 Oil separator: | <ul style="list-style-type: none"> • Oil type/quantity |
| 3 Suction line filter: | <ul style="list-style-type: none"> • Material compatibility • Filtration size |
| 4 Filter drier: | <ul style="list-style-type: none"> • Pore size/dimension |
| 5 Sight glass: | <ul style="list-style-type: none"> • defined moisture indic. |
| 6 Solenoid valve: | <ul style="list-style-type: none"> • Material compatibility |
| 7 Expansion valve: | <ul style="list-style-type: none"> • Capacity/design • Material compatibility |
| 8 Evaporator: | <ul style="list-style-type: none"> • Heat transfer |
| 9 Verflüssiger: | <ul style="list-style-type: none"> • Heat transfer |

Fig. 6 System components effected by retrofitting procedure

- | | |
|------------------------|---|
| 1 Compresseur: | <ul style="list-style-type: none"> • Type d'huile/Quantité • Compatibilité des matériaux • Critères d'emploi |
| 2 Séparateur d'huile: | <ul style="list-style-type: none"> • Type d'huile/Quantité |
| 3 Filtre: | <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilité des matériaux • Grosseur des mailles |
| 4 Filtre déshydrateur: | <ul style="list-style-type: none"> • Grosseur des pores/Dimens. |
| 5 Voyant de liquide: | <ul style="list-style-type: none"> • Indic. de l'humidité définie |
| 6 Vanne magnétique: | <ul style="list-style-type: none"> • Compatibilité des matériaux |
| 7 Détendeur: | <ul style="list-style-type: none"> • Puissance/Conception • Compatibilité des matériaux |
| 8 Evaporateur: | <ul style="list-style-type: none"> • Fluides caloporteurs |
| 9 Condenseur: | <ul style="list-style-type: none"> • Fluides caloporteurs |

Fig. 6 Les composants d'une installation concernés par la procédure de conv.

6.1 Umrüstung von R12/R502 auf Übergangs-Gemische (HFCKW)

- ☐ Prüfung des Systems auf Umrüstbarkeit (siehe Abschnitt 2).
- ☐ Bereitstellung von Werkzeugen, Meßgeräten, Kältemittel, Öl und Kennzeichnungsschildern.
- ☐ Dichtheitsprüfung (bei vorhandener R12 oder R502-Füllung) und – bei Bedarf – Reparatur.

6.1 Retrofitting from R12 or R502 to transitional blends (HCFC)

- ☐ Check the system for convertibility (refer to section 2).
- ☐ Provision of tools, measuring devices, refrigerant, oil and identification material.
- ☐ Leak testing (with existing R12 or R502 charge) and – when required – repair.

6.1 Conversion du R12/R502 aux mélanges de transition

- ☐ Contrôle si la conversion de l'installation est réalisable (voir paragraphe 2).
- ☐ Approvisionnement de l'outillage, des appareils de mesure, du fluide frigorigène, de l'huile et d'étiquettes d'identification.
- ☐ Contrôle d'étanchéité (avec la charge de R12 ou de R502 actuelle) et réparation en cas de besoin.

- ☐ Falls möglich, Überprüfung und Messung der Betriebsbedingungen (für späteren Vergleich) bei stabilen Zuständen:
 - Verdichter betriebswarm
 - Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen
 - Flüssigkeitstemperatur (Sammler-Austritt)
 - Wärmeträger-Temperaturen (Verdampfer, Verflüssiger)
 - Sauggastemperatur (Verdampfer-Austritt + Verdichter-Eintritt)
 - Druckgastemperatur (Druckrohr, eventuelle Belüftung an der Meßstelle abgeschirmt)
 - Stromaufnahme des Verdichters
- ☐ Verdichter abschalten, Kältemittel mit geeignetem Absaugaggregat bis auf Atmosphärendruck abpumpen und wiegen.
- ☐ Öl aus Verdichter (ggf. Ölabscheider / Ölreservoir) ablassen und neues Öl einfüllen
 - Ölart gem. Spezifikation (Abb. 2+3 und Abschnitt 3.5)
 - Ölsumpfeheizung während Ölwechsel abschalten, anschließend wieder einschalten
 - Ölvolumen messen und gleiche Menge nachfüllen
 - Beim eventuellem Befüllen mit Esteröl, besonders sorgfältige Handhabung (stark hygroskopisch, siehe Abschnitt 3.5)
- ☐ Austausch des Filtertrockners und zusätzlicher Einbau eines für das betreffende Alternativ-Kältemittel geeigneten Saugleitungsfilters.
- ☐ Überprüfung und evtl. Austausch des Expansionsventils. Austausch des Expansionsventils ist generell zu empfehlen, falls der Anschluß auf der Abströmseite mit Bördelverschraubung ausgeführt ist (besonders gefährdete Stelle hinsichtlich Leckage).
- ☐ Zusätzlicher Einbau eines Flüssigkeits-Schauglases, falls nicht bereits vorhanden.
- ☐ Weiteres Absaugen des Kältemittels mit Absaugaggregat und anschließendes Evakuieren (3 bis 5 mbar "stehendes" Vakuum).
 - Sämtliche Absperr- und Magnetventile öffnen
 - Rückschlagventile evtl. durch Bypass-Leitung umgehen
- ☐ When possible check and measurement of steady state operating conditions (for later comparison):
 - Evaporating and condensing temperatures
 - Liquid temperature (receiver outlet)
 - Heat transfer fluid temperatures (evaporator, condenser)
 - Suction gas temperature (evaporator outlet + compressor inlet)
 - Discharge gas temperature (discharge line, insulate from possible cooling air)
 - Current consumption of compressor
- ☐ Switch off compressor, remove refrigerant down to atmospheric pressure with a suitable recovery unit and weigh the refrigerant.
- ☐ Remove oil from compressor, also from oil separator and oil reservoir, when fitted, and charge with new oil (according to specification, refer to Figs. 2 + 3 and section 3.5)
 - Switch off crankcase heater during oil changing, subsequently switch on again
 - Measure quantity of oil removed and charge with the same quantity of new oil
 - When filling with ester oil, observe careful handling (very hygroscopic – see section 3.5)
- ☐ Exchange the filter drier and additionally install a suction line filter suitable for use with the alternative refrigerant.
- ☐ Reselect expansion valve and change if needed. To avoid leaks it is recommended to replace expansion valve with flare connection by brazing type.
- ☐ Additionally install liquid line sight glass if not already fitted.
- ☐ Further removal of refrigerant with recovery unit and subsequent evacuation (3 to 5 mbar "standing" vacuum)).
 - All shut off valves and solenoid valves open
 - Possible by-pass line around check valves
- ☐ Si possible, vérification et mesure (pour comparaison ultérieure) des conditions de travail en état stable (compresseur à chaud):
 - Températures d'évaporation et de condensation
 - Température du liquide (sortie réservoir)
 - Températures des fluides caloporteurs (évaporateur, condenseur)
 - Température des gaz à l'aspiration (sortie évaporateur + entrée compresseur)
 - Température des gaz au refoulement (tuyauterie HP, point de mesure „protégé“ de l'aération éventuelle).
 - Intensité absorbée par le compresseur
- ☐ Arrêter le compresseur, retirer le fluide frigorigène avec une unité de récupération adéquate jusqu'à la pression atmosphérique et peser.
- ☐ Retirer l'huile du compresseur (éventuellement du séparateur d'huile et du réservoir d'huile) et remplir la nouvelle huile
 - Type d'huile conformément aux spécifications (fig. 2 + 3 et paragraphe 3.5)
 - Couper la résistance de carter durant la vidange d'huile, ensuite la réenclemer
 - Mesurer le volume d'huile et remplir la même quantité
 - Pour le remplissage d'huile ester, assurer une manipulation très soignée (fortement hygrosopique, voir paragraphe 3.5)
- ☐ Remplacement du filtre déshydrateur et insertion dans la conduite d'aspiration d'un filtre adapté au fluide frigorigène de substitution.
- ☐ Contrôle et éventuellement remplacement du détendeur. Le remplacement du détendeur est systématiquement recommandé quand le raccord en sortie est à visser (endroit particulièrement propice aux fuites).
- ☐ Insertion d'un voyant de liquide s'il n'est pas déjà existant.
- ☐ Continuer le retrait du fluide frigorigène avec l'unité de récupération, puis mise à vide (3 à 5 mbar, vide „permanent“)
 - Ouvrir toutes les vannes d'arrêt et les vannes magnétiques
 - Contourner éventuellement les clapets de retenue avec une conduite de dérivation

- ☐ Befüllung mit Alternativ-Kältemittel in Flüssigkeitssammler.
 - **Achtung!** Alternativ-Kältemittel keinesfalls mit Originalfüllung mischen.
 - Ausschließlich flüssig befüllen, sonst besteht Gefahr von Konzentrationsverschiebung des Gemisches.
 - Füllgewichte:
R12-Alternativen zunächst ca. 80% der Originalfüllung,
R502-Alternativen zunächst ca. 90% der Originalfüllung
- ☐ Inbetriebnahme und sofortige Kontrolle der Betriebsbedingungen
 - Sauggasüberhitzung – bei pendelndem Saugdruck („Hunting“), stark schäumendem Öl, Abkühlung der Öltemperatur: Expansionsventil schließen
 - Beurteilung bzw. Einstellung der Überhitzung am Verdampfer entsprechend der Druck/Sattdampf-temperatur-Tabelle des Gemisches (erhältlich vom Kältemittelhersteller, siehe auch Abschnitt 4).
- ☐ Bei Bedarf, Kältemittelfüllung (flüssig) ergänzen.
 - Beim Befüllen über die Saugseite ist besondere Sorgfalt erforderlich (Gefahr von „Naßbetrieb“).
 - Kontrolle der Flüssigkeitsbefüllung über Schauglas in Flüssigkeitsleitung (Überfüllung vermeiden)
 - Beurteilung der Flüssigkeitsunterkühlung bei Gemischen entsprechend der Druck/Flüssigkeits-temperatur-Tabelle (siehe auch Abschnitt 4).
 - Bei Bedarf, Nachjustierung von Hoch- und Niederdruckschaltern, eventuell auch Regelventilen (z.B. Verdampferdruck-Regler).
- ☐ Deutliche Kennzeichnung der Anlage: Kältemittel und Öl (Sorte und Füllmenge).
- ☐ Sorgfältige Dichtheitskontrolle.
- ☐ Überprüfung der Betriebsbedingungen, falls möglich, Vergleich mit früher gemessenen Werten und Erstellen eines Protokolls.
- ☐ Nach einiger Betriebszeit, erneute Kontrolle:
 - Betriebsbedingungen – eventuelle nochmalige Nachjustierung von Regel- und Sicherheitsgeräten.
 - Ölstand (bei pumpengeschmierten Verdichtern auch Öldruck), ggf. Säuretest – bei Dunkel-
- ☐ Charging with alternative refrigerant into the liquid receiver.
 - **Attention!** Never mix alternative refrigerant with original charge.
 - Exclusively with liquid refrigerant, otherwise a danger exists of a concentration shift in the blend.
 - Charge weight:
Alternatives for R12 at first approx. 80% of original charge, alternatives for R502 at first approx. 90% of original charge
- ☐ Start and immediate check of operating conditions.
 - Suction gas superheat – with „hunting“, strong oil foaming, reduction in the oil temperature: shut expansion valve.
 - Measuring / setting the superheat at the evaporator according to the pressure/saturated vapour table of the blend (refer to section 4).
- ☐ When required, additionally charge refrigerant (liquid).
 - When charging via the suction side special care is required to avoid liquid slugging.
 - Check the refrigerant charge by means of the sight glass in the liquid line (avoid over filling).
 - Measuring the liquid subcooling of the blend according to pressure/liquid temperature table (refer to section 4).
 - When required, readjustment of high and low pressure switches and possibly also regulating devices (e.g. evaporator pressure regulator).
- ☐ Clear identification (labeling): refrigerant and oil (type/quantity).
- ☐ Careful check for leakage.
- ☐ Check of operating conditions, compare (when possible) with the values previously measured and record.
- ☐ After a certain operating period repeat checks:
 - Operating conditions – possible repeat readjustment of regulating and safety devices.
 - Oil level and oil pressure difference with pump lubricated compressors, possibly an acid test. If the oil has become a dark colour and/or acid formation, repeated exchange of oil, suction clean-up filter and drier.
- ☐ Remplissage du fluide frigorigène de substitution dans le réservoir de liquide.
 - **Attention!** Ne pas mélanger le fluide frigorigène de substitution avec la charge d'origine.
 - Remplir uniquement en phase liquide sinon il y a un risque de modification des concentrations du mélange.
 - Poids des charges de remplissage:
Alternatives au R12: d'abord 80% environ de la charge d'origine, alternatives au R502: d'abord 90% environ de la charge d'origine.
- ☐ Mise en service et contrôle immédiat des conditions de travail:
 - Surchauffe des gaz à l'aspiration - en cas de pression d'aspiration oscillante („pompage“), d'huile qui mousse fortement, de chute de la température d'huile: fermer le détendeur.
 - Pour les mélanges: évaluation resp. ajustement de la surchauffe à l'évaporateur conformément aux tables de pression / température des vapeurs saturées du mélange (peuvent être demandées au fournisseur; voir également paragraphe 4).
- ☐ Si nécessaire, compléter la charge du fluide frigorigène. (en liquide).
 - Faire particulièrement attention lors du remplissage à l'aspiration (risque de travail „en noyé“).
 - Contrôle de la charge en liquide par l'intermédiaire du voyant dans la conduite liquide (éviter de trop remplir).
 - Evaluation du sous-refroidissement du liquide pour les mélanges conformément aux tables pression/température du liquide (voir également paragraphe 4).
 - Si nécessaire, réajuster les pressostats haute et basse pression, éventuellement les organes de régulation (par ex. régulateur de la pression d'évaporation).
- ☐ Clairement identifier l'installation: le fluide frigorigène et l'huile (type et quantité remplie).
- ☐ Contrôle d'étanchéité poussé.
- ☐ Vérification des conditions de travail; si possible, comparer avec des mesures faites précédemment et dresser un procès-verbal.
- ☐ Nouveau contrôle après un certain temps de fonctionnement:
 - Conditions de travail – éventuellement un nouveau réajustement des organes de réglage et de sécurité.
 - Niveau d'huile (également la pression d'huile pour les compresseurs)

färbung des Öls und/oder Säurebildung, erneuter Austausch von Öl, Saugreinigungsfilter und Trockner.

☐ Entsorgung (Recycling) von Kältemittel.

☐ Entsorgung von Altöl (Sondermüll, da mit Chlor kontaminiert).

☐ Disposal (recovery) of used refrigerant.

☐ Disposal of used oil (special waste due to contamination with chlorine).

équipés d'une pompe à huile), éventuellement un test d'acidité – en cas de couleur sombre de l'huile et/ou formation d'acide, faire une nouvelle vidange d'huile et remplacer le filtre déshydrateur et le filtre de nettoyage à l'aspiration.

☐ Traitement (recyclage) du fluide frigorigène.

☐ Traitement de l'huile usagée (déchet spécial car produit contaminé avec du chlore).

6.2 Umrüstung von R12 auf das chlorfreie Kältemittel R134a bzw. von R502 auf chlorfreie HFKW-Gemische

Hinweis!

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise gilt unter Vorbehalt für HFKW-Gemische – siehe Erläuterungen unter Abschnitt 3.4.

☐ Prüfung des Systems auf Umrüstbarkeit (siehe Abschnitt 2).

☐ Bereitstellung von Werkzeugen, Meßgeräten, Kältemittel, Öl und Kennzeichnungsschildern.

☐ Dichtheitsprüfung (mit vorhandener R12 oder R502-Füllung) und – bei Bedarf – Reparatur.

☐ Falls möglich, Überprüfung und Messung der Betriebsbedingungen (für Vergleich) bei stabilen Zuständen (Verdichter betriebswarm)

- Verdampfungs- und Verflüssigungstemperaturen
- Flüssigkeitstemperatur (Sammler-Austritt)
- Wärmeträger-Temperaturen (Verdampfer, Verflüssiger)
- Sauggasttemperatur (Verdampfer-Austritt + Verdichter-Eintritt)
- Druckgastemperatur (Druckrohr, eventuelle Belüftung an der Meßstelle abgeschirmt)
- Stromaufnahme des Verdichters

☐ Flüssigkeitsabsperrventil schließen und Saugseite sowie Flüssigkeitsleitung auf Atmosphärendruck abpumpen.

Achtung!

- Zunächst prüfen, ob Sammler/Verflüssigervolumen ausreichend ist, um abgesaugte Kältemittelfüllung aufzunehmen.

6.2 Retrofitting from R12 to chlorine free refrigerant R134a, R502 to chlorine free HFC blends

Note!

The following description of procedure is only valid with certain reservations for HFC blends – see explanations in section 3.4.

☐ Check the system for convertibility (refer to section 2).

☐ Provision of tools, measuring devices, refrigerant, oil and identification material.

☐ Leak testing (with existing R12 or R502 charge) and – when required – repair.

☐ When possible check and measurement of steady state operating conditions (for later comparison)

- Evaporating and condensing temperatures
- Liquid temperature (receiver outlet)
- Heat transfer fluid temperatures (evaporator, condenser)
- Suction gas temperature (evaporator outlet + compressor inlet)
- Discharge gas temperature (discharge line, insulate from possible cooling air)
- Current consumption of compressor

☐ Close liquid shut off valve and pump down the suction side and the liquid line to atmospheric pressure.

Attention!

- First check that the receiver/condenser volume is sufficient to contain the whole pumped out refrigerant charge.

6.2 Conversion du R12 au fluide frigorigène non chloré R134a, resp. du R502 aux mélanges non chlorés HFC

Remarque!

La procédure décrite ci-après n'est valable que sous certaines réserves pour les mélanges HFC - voir explications au paragraphe 3.4.

☐ Contrôle si la conversion de l'installation est réalisable. (voir paragraphe 2).

☐ Approvisionnement de l'outillage, des appareils de mesure, du fluide frigorigène, de l'huile et d'étiquettes d'identification.

☐ Contrôle d'étanchéité (avec la charge de R12 ou de R502 actuelle) et réparation en cas de besoin.

☐ Si possible, vérification et mesure (pour comparaison ultérieure) des conditions de travail en état stable (compresseur à chaud)

- Températures d'évaporation et de condensation
- Température du liquide (sortie réservoir)
- Températures des fluides caloporteurs (évaporateur, condenseur)
- Température des gaz à l'aspiration (sortie évaporateur + entrée compresseur)
- Température des gaz au refoulement (tuyauterie HP, point de mesure „protégé“ de l'aération éventuelle)
- Intensité absorbée par le compresseur

☐ Fermer la vanne d'arrêt sur la ligne liquide et évacuer le côté aspiration et la conduite de liquide jusqu'à la pression atmosphérique.

Attention!

- Vérifier d'abord si la capacité totale réservoir/ condenseur est suffisante pour contenir toute la charge du fluide frigorigène à évacuer.

- Bei zu geringem Volumen, überschüssiges Kältemittel mit Absaugaggregat in separaten Behälter umfüllen.
- ☐ Austausch des Filtertrockners und zusätzlicher Einbau eines für das betreffende Alternativ-Kältemittel geeigneten Saugleitungsfilters.
- ☐ Öl aus Verdichter (ggf. Ölabscheider / Ölreservoir) ablassen und Esteröl einfüllen.
 - Vorgang nur bei betriebswarmen Zustand durchführen.
 - Ölart gemäß Spezifikation (Abb. 2+3 und Abschnitt 3.5).
 - Ölsumpfheizung während Ölwechsel abschalten, anschließend wieder einschalten.
 - Öl nur auf Mindesthöhe einfüllen (ca. 1/4 bis max. 1/2 Schauglasshöhe) – damit kann der Verdichter auch überschüssiges Öl aus dem System aufnehmen.
 - Sorgfältige Handhabung, nur originalverschraubte Öldosen (kleine Gebinde) verwenden – Esteröl ist stark hygroskopisch.
- ☐ Verdichter sowie geöffnete Rohrschnitte evakuieren (3..5 mbar).
- ☐ Betrieb mit R12 (R502) für 10 bis 24 Stunden (u. a. abhängig von Systemvolumen und Rohrnetz). Zuvor eventuell umgefülltes Kältemittel wieder einsaugen.
- ☐ Verdichter abpumpen und Ölprobe zur Beurteilung des Restgehalts an Mineralöl (Alkylbenzol) entnehmen. Wiederholung des Ölwechsels und „Spülbetriebs“ bei:
 - Dunkelfärbung des Öls (bedingt zusätzlichen Filterwechsel).
 - Restölanteil von mehr als 10%. ^①
- ☐ Bei Restölgehalt unterhalb 10% Kältemittel mit geeignetem Absaugaggregat bis auf Atmosphärendruck abpumpen und wiegen.
- ☐ Ölwechsel (wie zuvor beschrieben); normaler Ölstand.
- ☐ Überprüfung und evtl. Austausch des Expansionsventils. Austausch des Expansionsventils ist generell zu empfehlen, falls der Anschluß auf der Abströmseite mit Bördelverschraubung ausgeführt ist (besonders gefährdete Stelle hinsichtlich Leckage).
- ☐ Austausch von Filtertrockner und Saugleitungsfiler.
- If the volume is too small, fill excessive refrigerant with a recovery unit into a separate cylinder.
- ☐ Exchange the filter drier and additionally install a suction line filter suitable for use with the alternative refrigerant.
- ☐ Remove oil from compressor, also from oil separator and oil reservoir, when fitted, and charge with ester oil.
 - Only carry out with compressor at operating temperature.
 - Oil type according to specification (see Figs. 2 + 3 and section 3.5).
 - Switch off crankcase heater during oil changing subsequently switch on again.
 - Only charge with oil to minimum level (approx. 1/4 to max. 1/2 sight glass) – the compressor can then also retain excess oil coming from the system.
 - Handle ester oil carefully, only use containers of oil (small cans) which are originally sealed – ester oil is very hygroscopic.
- ☐ Evacuate compressor and section of suction line which was opened (3..5 mbar).
- ☐ Operate the system with R12 (R502) for 10 to 24 hours (dependent upon system volume). At the start of operation refill any refrigerant which was removed from the system.
- ☐ Pump down suction side of compressor, take oil sample for determining the remaining mineral oil content (alkyl benzene). Repeat oil change and “flushing operation”, if:
 - dark colouration of oil occurs (also requires exchange of filters).
 - remaining mineral oil content is higher than 10%. ^①
- ☐ With remaining mineral oil content lower than 10%, remove refrigerant down to atmospheric pressure with a suitable recovery unit and weigh.
- ☐ Oil change (as already described). Normal oil level.
- ☐ Reselect expansion valve and change if needed. To avoid leaks it is recommended to replace expansion valve with flare connection by brazing type.
- ☐ Exchange filter drier and suction line filter.
- En cas de capacité insuffisante, recueillir le fluide frigorigène excédentaire dans une bonbonne séparée avec l'unité de récupération.
- ☐ Remplacement du filtre déshydrateur et insertion d'un filtre supplémentaire, adapté au fluide frigorigène de substitution, dans la conduite d'aspiration.
- ☐ Retirer l'huile du compresseur (éventuellement du séparateur d'huile et du réservoir d'huile) et remplir d'huile ester.
 - Procédure à exécuter uniquement avec le compresseur à chaud.
 - Type d'huile conformément aux spécifications (Fig. 2+3 et paragraphe 3.5).
 - Couper la résistance de carter durant la vidange d'huile, ensuite la réenclencher.
 - Ne remplir l'huile que jusqu'au niveau minimum (environ 1/4, max. 1/2 du voyant); de ce fait, le compresseur peut recueillir également l'huile excédentaire de l'installation.
 - Manipulation soignée, n'employer que des bidons d'huile fermés d'origine – l'huile ester est fortement hygroskopique.
- ☐ Evacuer le compresseur et les portions du circuit qui ont été ouvertes (3... 5 mbar).
- ☐ Fonctionnement avec le R12 (R502) de 10 à 24 heures (ceci dépend entre autres du volume de l'installation et du réseau de tuyauterie). Au préalable, réintroduire éventuellement le fluide frigorigène retiré précédemment.
- ☐ Evacuer le compresseur et prendre un échantillon d'huile pour déterminer la quantité d'huile minérale (alkylbenzène) résiduelle. Renouveler la vidange d'huile et „le rinçage du circuit“ si:
 - L'huile s'est assombrie (nécessite également le remplacement des filtres).
 - La charge d'huile résiduelle excède 10%. ^①
- ☐ Si la charge d'huile résiduelle est inférieure à 10%, retirer le fluide frigorigène avec une unité de récupération adaptée jusqu'à la pression atmosphérique, et peser.
- ☐ Vidange d'huile (comme décrit précédemment). Niveau d'huile normal.
- ☐ Contrôle et éventuellement remplacement du détendeur. Le remplacement du détendeur est systématiquement recommandé quand le raccord en sortie est à visser (endroit particulièrement propice aux fuites).
- ☐ Remplacement du filtre déshydrateur et du filtre dans la conduite d'aspiration.

- | | | |
|---|--|--|
| <p>☐ Nachrüstung oder ggf. Austausch des Flüssigkeitsschauglases (mit definierter Feuchtigkeitsanzeige für R134a bzw. Gemisch)</p> <p>☐ Weiteres Absaugen des Kältemittels mit Absaugaggregat und anschließendes Evakuieren (1.5 mbar "stehendes" Vakuum).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sämtliche Absperr- und Magnetventile öffnen • Rückschlagventile evtl. durch Bypass-Leitung umgehen <p>☐ Befüllung mit Alternativ-Kältemittel in Flüssigkeitssammler</p> <ul style="list-style-type: none"> • Achtung! Alternativ-Kältemittel keinesfalls mit Originalfüllung mischen • Bei Gemischen ausschließlich flüssig, sonst besteht Gefahr von Konzentrationsverschiebung • Füllgewichte:
R134a zunächst ca. 90% der Originalfüllung,
R404A/507/407B ca. 85%,
R407A ca. 75%. <p>☐ Inbetriebnahme und sofortige Kontrolle der Betriebsbedingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sauggasüberhitzung – bei pendelndem Saugdruck ("Hunting"), stark schäumendem Öl, Abkühlung der Öltemperatur: Expansionsventil schließen. • Bei Gemischen: Beurteilung bzw. Einstellung der Überhitzung am Verdampfer entsprechend der Druck/Sattdampftemperatur-Tabelle (erhältlich vom Kältemittelhersteller, siehe auch Abschnitt 4). <p>☐ Bei Bedarf Kältemittelfüllung ergänzen (flüssig bei Gemischen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beim flüssigem Befüllen über die Saugseite ist besondere Sorgfalt erforderlich (Gefahr von "Naßbetrieb") • Kontrolle der Kältemittelfüllung über Schauglas in Flüssigkeitsleitung (Überfüllung vermeiden) • Beurteilung der Flüssigkeitsunterkühlung bei Gemischen entsprechend der Druck/Flüssigkeitstemperatur-Tabelle (siehe auch Abschnitt 4) <p>☐ Bei Bedarf, Nachjustierung von Hoch- und Niederdruckschaltern, eventuell auch Regelventilen (z.B. Verdampferdruck-Regler)</p> <p>☐ Deutliche Kennzeichnung der Anlage: Kältemittel und Öl (Sorte und Füllmenge)</p> <p>☐ Sorgfältige Dichtheitskontrolle.</p> | <p>☐ When required exchange or additionally install sight glass (with defined moisture indicator for R134a or blend).</p> <p>☐ Further removal of refrigerant with recovery unit and subsequent evacuation (1.5 mbar "standing" vacuum).</p> <ul style="list-style-type: none"> • All shut off valves and solenoid valves open • Possible by-pass line around check valve <p>☐ Charging with alternative refrigerant into the liquid receiver</p> <ul style="list-style-type: none"> • Attention! Never mix alternative refrigerant with original charge • With blends exclusively with liquid refrigerant, otherwise a danger exists of a concentration shift. • Charge weight:
R134a at first approx. 90% of the original charge
R404A/507/407B ca. 85%,
R407A ca. 75%. <p>☐ Start and immediate check of operating conditions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suction gas superheat – with "hunting", strong oil foaming, reduction in the oil temperature: shut expansion valve. • With blends: measuring / setting the superheat at the evaporator according to the pressure/saturated vapour table of the blend (refer to section 4). <p>☐ When required, additionally refrigerant charge (blend in liquid form)</p> <ul style="list-style-type: none"> • When charging liquid via the suction side special care is required to avoid liquid slugging • Check the refrigerant charge by means of the sight glass in the liquid line (avoid over filling) • Measuring the liquid subcooling of the blend according to pressure/liquid temperature table (refer to section 4). <p>☐ When required, readjustment of high and low pressure switches and possibly also regulating devices (e.g. evaporator pressure regulator).</p> <p>☐ Clear identification (labeling): refrigerant and oil (type/quantity)</p> <p>☐ Careful check for leakage</p> <p>☐ Check of operating conditions, compare (when possible) with values previously measured and record.</p> | <p>☐ Insertion ou éventuellement remplacement du voyant de liquide (avec indication définie de l'humidité pour R134a resp. pour le mélange).</p> <p>☐ Continuer le retrait du fluide frigorigène avec l'unité de récupération, puis mise à vide (1,5 mbar, vide „permanent“).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ouvrir toutes les vannes d'arrêt et les vannes magnétiques. • Contourner éventuellement les clapets de retenue avec une conduite de dérivation. <p>☐ Remplissage du fluide frigorigène de substitution dans le réservoir de liquide.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Attention! Ne pas mélanger le fluide frigorigène de substitution avec la charge d'origine. • Pour les mélanges, remplir uniquement en phase liquide sinon il y a un risque de modification des concentrations. • Poids des charges de remplissage:
R134a: d'abord 90% environ de la charge d'origine.
R404A/507/407B ca. 85%,
R407A ca. 75%. <p>☐ Mise en service et contrôle immédiat des conditions de travail:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Surchauffe des gaz à l'aspiration – en cas de pression d'aspiration oscillante („pompage“), d'huile qui mousse fortement, de chute de la température d'huile: fermer le détendeur. • Pour les mélanges: évaluation resp. ajustement de la surchauffe à l'évaporateur conformément aux tables de pression/température des vapeurs saturées (ces tables peuvent être demandées au fournisseur; voir également paragraphe 4). <p>☐ Si nécessaire, compléter la charge du fluide frigorigène (en liquide pour les mélanges).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire particulièrement attention lors du remplissage à l'aspiration (risque de travail „en noyé“). • Contrôle de la charge en fluide frigorigène par l'intermédiaire du voyant dans la conduite liquide (éviter de trop remplir). • Evaluation du sous-refroidissement du liquide pour les mélanges conformément aux tables pression/temp. du liquide (voir également paragr. 4). <p>☐ Si nécessaire, réajuster les pressostats haute et basse pression, éventuellement les organes de régulation (par ex. régulateur de la pression d'évaporation).</p> <p>☐ Clairement identifier l'installation: le fluide frigorigène et l'huile (type et quantité remplie).</p> |
|---|--|--|

- ☐ Überprüfung der Betriebsbedingungen, falls möglich Vergleich mit früher gemessenen Werten und Erstellen eines Protokolls.
- ☐ Nach einigen Stunden Betriebszeit wiederholte Kontrolle:
 - Betriebsbedingungen – eventuelle nochmalige Nachjustierung von Regel- und Sicherheitsgeräten.
 - Ölstand (bei pumpengeschmierten Verdichtern auch Öldruck).
- ☐ Nach mehreren Stunden Betrieb Verdichter abpumpen und Ölprobe zur Beurteilung des Restgehalts an Mineralöl (Alkylbenzol) entnehmen. Wiederholung des Ölwechsels bei:
 - Dunkelfärbung des Öls ^② (erfordert zusätzlichen Filterwechsel).
 - Restölanteil von mehr als 5%. ^{①②}
- ☐ Entsorgung (Recycling) von Kältemittel.
- ☐ Entsorgung von Altöl (Sondermüll, da mit Chlor kontaminiert).
- ☐ After a certain operating period – repeat check:
 - Operating conditions – possible repeat readjustment of regulating and safety devices.
 - Oil level and oil pressure difference with pump lubricated compressors.
- ☐ After several hours of operation pump down of compressor, take oil sample for determining the remaining mineral (alkyl benzene) oil content. Repeat oil change, if:
 - dark colouration of oil occurs ^② (also requires change of filters).
 - remaining mineral oil is higher than 5%. ^{①②}
- ☐ Disposal (recycling) of refrigerant.
- ☐ Disposal of old oil (special case due to chlorine contamination).
- ☐ Contrôle d'étanchéité poussé.
- ☐ Vérification des conditions de travail; si possible, comparer avec des mesures faites précédemment et dresser un procès-verbal.
- ☐ Nouveau contrôle après quelques heures de fonctionnement:
 - Conditions de travail – éventuellement un nouveau réajustement des organes de réglage et de sécurité.
 - Niveau d'huile (également la pression d'huile pour les compresseurs équipés d'une pompe à huile).
- ☐ Après plusieurs heures de fonctionnement, évacuer le compresseur et prendre un échantillon d'huile pour déterminer la quantité d'huile minérale (alkylbenzène) résiduelle. Renouveler la vidange d'huile si:
 - L'huile s'est assombrie ^② (nécessite également le remplacement des filtres).
 - La charge d'huile résiduelle excède 5% ^{①②}.
- ☐ Traitement (recyclage) du fluide frigorigène.
- ☐ Traitement de l'huile usagée (déchet spécial car produit contaminé avec du chlore).

^① Testkomponenten zur Bestimmung des Restölgehalts werden u. a. von Mobil Oil, KMP Virginia, Castrol und Nu Calgon angeboten. Alternativ hierzu ist auch eine Messung mittels Refraktometer möglich (Bezugsquellen auf Anfrage)

^② Verschmutzung/zu hoher Restölanteil des Öls resultieren aus besonders gutem Reinigungseffekt beim Zusammentreffen von HFKW-Kältemittel und Esteröl (beide Substanzen haben hohe Polarität).

^① Testing components for determining the remaining oil content are offered among others by Mobil Oil, KMP Virginia, Castrol and Nu Calgon. As an alternative, measurement is also possible with a refractometer (suppliers address on request).

^② Contamination/excessive remaining oil content in oil resulting from the especially good cleaning effect due to the combination of HFC refrigerant and ester oil (both substances have a high polarity).

^① Des kits de tests pour déterminer la charge d'huile résiduelle sont proposés par Mobil Oil, KMP Virginia, Castrol et Nu Calgon. Comme alternative la mesure peut être fait à l'aide d'un réfractomètre (adresses de fournisseurs sur demande).

^② La contamination / la présence excessive d'huile résiduelle dans la nouvelle huile sont le résultat d'un processus de nettoyage intensif engendré par la combinaison entre les fluides frigorigènes HFC et les huiles ester (ces deux produits ont une polarité élevée).



Bitzer Kühlmaschinenbau GmbH
P. O. Box 240
D-71044 Sindelfingen (Germany)
Tel. ++49(0) 7031/932-0
Fax ++49(0) 7031/932-146+147
<http://www.bitzer.de> • mail@bitzer.de