

AT-541-2

Kältemittel der Sicherheitsklasse A2L: Leitlinien und praktische Handhabung bei Wartungsarbeiten, Reparatur und Kältemittelumstellung

Deutsch 2

Refrigerants of safety class A2L: Guidelines and practical handling for maintenance, repair and retrofit

English..... 17

Réfrigérants de la classe de sécurité A2L : Lignes directrices et traitement pratique pour l'entretien, les travaux de maintenance et le changement de réfrigérant

Français..... 31

PDF Download // 04.2024

Änderungen vorbehalten
Subject to change
Toutes modifications réservées

BITZER Kühlmaschinenbau GmbH
Peter-Schaufler-Platz 1 // 71065 Sindelfingen // Germany
Tel +49 7031 932-0 // Fax +49 7031 932-147
bitzer@bitzer.de // www.bitzer.de

Inhaltsverzeichnis

1 Sicherheit	3
1.1 Sicherheitstechnische Anforderungen	4
1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise.....	4
2 Aufstellort und Spezielles zur Anlagengestaltung	5
3 Praktische Handhabung	6
3.1 Zündquellen für brennbares A2L-Kältemittel in Luft.....	6
3.2 Einführung in Gefährdungsbeurteilung vor Ort	7
3.3 Wartungs- und Reparaturbeispiele	11
3.3.1 Verdichterreparatur ohne Ex-Zone – Ventilplatte ersetzen	11
3.3.2 Verdichteraustausch ohne Ex-Zone.....	12
3.3.3 Verdichteraustausch in Ex-Zone, Leckage an Verdichter.....	13
3.4 Kältemittelumstellung auf A2L ohne oder mit begrenzter Ex-Zone	14
4 Checklisten (PDF).....	16

1 Sicherheit

Autorisiertes Fachpersonal

Sämtliche Arbeiten an den Produkten und den Anlagen, in die sie eingebaut werden oder sind, dürfen nur von Fachpersonal ausgeführt werden, das in allen Arbeiten ausgebildet und unterwiesen wurde. Für die Qualifikation und Sachkunde des Fachpersonals gelten die jeweils landesüblichen Vorschriften und Richtlinien.

Restrisiken

Von den Produkten, dem elektronischen Zubehör und weiteren Bauteilen können unvermeidbare Restrisiken ausgehen. Jede Person, die daran arbeitet, muss deshalb dieses Dokument sorgfältig lesen! Es gelten zwingend

- die einschlägigen Sicherheitsvorschriften und Normen,
- die allgemein anerkannten Sicherheitsregeln,
- die EU-Richtlinien,
- nationale Vorschriften und Sicherheitsnormen.

Je nach Land kommen unterschiedliche Normen beim Einbau des Produkts zur Anwendung, beispielsweise: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL-Normen.

Persönliche Schutzausrüstung

Bei allen Arbeiten an Anlagen und deren Bauteilen: Arbeitsschutzschuhe, Schutzkleidung und Schutzbrille tragen. Zusätzlich Kälteschutzhandschuhe tragen bei Arbeiten am offenen Kältekreislauf und an Bauteilen, die Kältemittel enthalten können.



Abb. 1: Persönliche Schutzausrüstung tragen!

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind Anweisungen, um Gefährdungen zu vermeiden. Sicherheitshinweise genauestens einhalten!



HINWEIS

Sicherheitshinweis um eine Situation zu vermeiden, die die Beschädigung eines Geräts oder dessen Ausrüstung zur Folge haben könnte.



VORSICHT

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die eine geringfügige oder mäßige Verletzung zur Folge haben könnte.



WARNUNG

Sicherheitshinweis um eine potentiell gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge haben könnte.



GEFAHR

Sicherheitshinweis um eine unmittelbar gefährliche Situation zu vermeiden, die den Tod oder eine schwere Verletzung zur Folge hat.

Zusätzlich zu den in diesem Dokument aufgeführten Sicherheitshinweisen unbedingt auch die Hinweise und Restgefahren in den jeweiligen Betriebsanleitungen beachten!

1.1 Sicherheitstechnische Anforderungen

Die folgenden Informationen beschreiben allgemeine Anforderungen und Empfehlungen. Die aufgeführten EU-Richtlinien und Normen umfassen dabei nur einen Teil der relevanten Dokumente. Sie gelten auch nur für stationäre Anlagen.



Information

Bei Einsatz von Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L in Regionen außerhalb der EU sind die dort geltenden länderspezifischen Verordnungen zu beachten.



Information

Für den Betrieb in einer ATEX-Zone bzw. Ex-Zone (EU-Explosionsschutzrichtlinie 2014/34/EU) sind zwingend die Ex-Sonderausführungen der Verdichter auszuwählen.

1.2 Allgemeine Sicherheitshinweise

Für die Ausführung, den Betrieb und die Wartung von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln gelten besondere Sicherheitsbestimmungen. Dazu gehören u. a. spezielle Schutzeinrichtungen gegen Drucküberschreitung und Besonderheiten in Ausführung und Anordnung elektrischer Betriebsmittel.

Außerdem sind Maßnahmen zu ergreifen, die im Falle eines Kältemittelaustritts eine gefahrlose Entlüftung gewährleisten, damit kein zündfähiges Gasgemisch entstehen kann. Die Ausführungsbestimmungen sind in Normen festgelegt (z.B. EN378, ISO5149). Mit Blick auf die hohen Anforderungen und die Produkthaftung ist jedoch generell eine Risikobewertung durch eine benannte Stelle bzw. zusammen mit einer benannten Stelle zu empfehlen. Je nach Ausführung und Kältemittelfüllung, kann dabei eine Bewertung entsprechend EU Rahmenrichtlinien 2014/34/EU (ATEX 114) und 1999/92/EG (ATEX 137) erforderlich werden.

Für den Betrieb der Anlage und den Schutz von Personen gelten üblicherweise nationale Verordnungen zur Produktsicherheit, Betriebssicherheit und zu Unfallvorschriften. Hierzu sind gesonderte Vereinbarungen zwischen Anlagenbauer und Betreiber bzw. Arbeitgeber zu treffen. Die erforderliche Risikobeurteilung der Anlage muss der Anlagenhersteller anfertigen. Die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für Aufstellung, Betrieb und Wartung der Anlage liegt dagegen in der Verantwortung des Betreibers bzw. Arbeitgebers.



GEFAHR

Explosionsgefahr und damit Lebensgefahr bei Kältemittelaustritt und vorhandener Zündquelle! Kältemittel kann sich entzünden und je nach Konzentration in der Luft auch eine explosive Atmosphäre bilden!

Offenes Feuer und Zündquellen im Maschinenraum bzw. Gefährdungsraum vermeiden!

- Zündgrenzen in der Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar, siehe auch Sicherheitsdatenblatt des Stoffes), z.B.:
 - R1234yf zwischen 6,2 und 12,3 Vol.-%
 - R454C zwischen >7 und <15 Vol.-%
 - R455A zwischen 11,8 und 12,9 Vol.-%.
- Zündtemperaturen in der Luft beachten (bei 20°C und 1013 mbar), z. B.:
 - R1234yf: 405°C
- Maschinenraum entsprechend EN378 belüften bzw. Absaugvorrichtung installieren.
- Zum Öffnen der Rohrleitungen nur Rohrabschneider, keine offene Flamme verwenden!
- Bauteile, an denen Kältemittel austreten kann (z. B. Niederdruck- oder Hochdruckbegrenzer) nur außerhalb des Schaltschranks installieren!

Wenn sichergestellt wird, dass der Verdichter nicht in einer Ex-Zone betrieben wird, ist eine ATEX- bzw. Ex-Ausführung nicht erforderlich.

Das kann beispielsweise sichergestellt werden durch:

- eine Ventilation, die selbst bei dem größten angenommenen Leck keine explosionsfähige bzw. entflammbare Atmosphäre entstehen lässt.
- ein Abschalten der elektrischen Verbraucher deutlich unter der unteren Explosionsgrenze (UEG bzw. LFL), wofür ein Gassensor notwendig ist. Typischerweise ist der Abschaltwert des Sensors für die Anlage auf höchstens 20% des LFL eingestellt. Dafür bitte nationale Vorschriften und notifizierte Stellen zu Rate ziehen.

2 Aufstellort und Spezielles zur Anlagengestaltung

Aufstellort bei Anlagen mit A2L Kältemittel

Viele Länder begrenzen den Einsatz brennbarer Kältemittel. Die nationalen und lokalen Vorschriften und Regeln gelten immer. Dabei sind die Regeln häufig davon abhängig, wie gut die Personen geschult sind, die an oder bei den Anlagen arbeiten.

Wo brennbare Kältemittel erlaubt sind oder keine nationalen oder lokalen Vorschriften bestehen, können die Regeln von EN378-1 oder ISO5149-1 als Leitfaden für die maximal sicher handhabbare Füllmenge gelten, abhängig von Raumgröße, Ventilation und Personenzutrittsbegrenzungen, wie zum Beispiel:

- Wo eingewiesenes Personal arbeitet, kann eine Menge eingesetzt werden, die in keinem der Räume, wo Anlagenbauteile vorhanden sind, mehr als 20% der unteren Explosionsgrenze (LFL) entstehen lassen kann.
- Wo die 20% überschritten werden können, kann normale Elektrik verwendet werden, wenn eine Gaswarnanlage verwendet werden, die alle normale Elektrik im Raum abschaltet.
- Eine Ventilation des Maschinenraumes oder des Ortes, wo der Hauptteil der Kälteanlage steht, verbessert die Situation. Die Ventilation geschieht oft schon durch den Verflüssigerventilator.

Spezielles zur Anlagengestaltung mit A2L Kältemitteln

Die Bauteile und Materialien der Kälteanlage müssen kompatibel zum gewählten Kältemittel sein, was bei A2L Kältemitteln noch wichtiger ist. Da einige dieser Kältemittel andere Eigenschaften bezüglich Kompatibilität haben, ist es sehr wichtig die entsprechenden Informationen dazu von den Komponentenherstellern zu bekommen.

In vielen Ländern gibt es zu brennbaren Kältemitteln besondere Regeln und Vorschriften. In der EU sind die Anforderungen der 2014/68/EU an Herstellung und Qualitätssicherung bei gefährlichen Stoffen höher. Das bedeutet, dass Druckgeräte, wie Flüssigkeitssammler, Rohrgruppen, Ventile, Verflüssiger usw. auf ihre Einstufung überprüft werden müssen. Kleine und mittelgroße Druckbehälter und Rohrgruppen können aus einer Kategorie in die nächst höhere kommen, da die Grenzen für ungefährliche und gefährliche Kältemittel für die Kategorien I .. IV verschieden sind. Wenn Druckgeräte nicht für brennbare Kältemittel freigegeben sind, können sie meist nicht dafür benutzt werden. Das Typschild der Behälter und die Dokumentation der anderen Bauteile sind zu prüfen. Die Risikobeurteilung für die Anlage muss die Risiken aus der Brennbarkeit enthalten. Die Risikobeurteilung muss alle Lebensphasen der Anlage umfassen, einschließlich Transport, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb, Wartung, Reparatur und Entsorgung.

Für die Abschätzung der Risiken beim Arbeiten mit A2L Kältemittel: Wartungs- und Reparaturbeispiele

3 Praktische Handhabung

Grundregel bei brennbarem Gas:



Information

Tu, was du kannst um Arbeiten und Betrieb in entzündbarer Atmosphäre zu vermeiden. Kannst du es nicht vermeiden, dann schalte die Zündquellen aus.

In den meisten Untersuchungen wurden die Risiken bei Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur höher eingeschätzt als beim Aufbau und normalen Betrieb von Kälteanlagen.

Bei Arbeiten mit brennbarem Kältemittel muss die grundsätzlich immer notwendige Gefährdungsbeurteilung um die Gefährdungen durch die Brennbarkeit erweitert werden. In der ISO12100 werden diese als thermische Risiken eingestuft. Gute Ingenieurspraxis, Arbeit nach geltenden Vorschriften und Normen, und ein erfahrener Fachmann bei der Arbeit sind die Voraussetzungen für sichere Arbeit, besonders bei brennbaren Kältemitteln. Das schließt auch eine Gefährdungsbeurteilung für die Wartungs- oder Reparaturarbeiten vor Ort ein.

Teile der Beurteilung könnten in der Anlagendokumentation sein, teilweise wird sie vor Ort von einem erfahrenen Techniker oder Kälteanlagenbauer mit dem Arbeitgeber oder Betreiber gemacht. Hier werden einige Beispiele aus diesem Feld dargestellt, die nicht alle notwendigen Routineschritte aufführen, die ein erfahrener Fachmann gut kennt, sondern mit dem Fokus auf die Besonderheiten wegen der A2L Brennbarkeit.

Ein Gemisch aus brennbarem Kältemittel und Luft kann grundsätzlich an zwei Stellen entstehen:

- **Innerhalb der Kälteanlage**

Während der Wartung und Reparatur kann das durch gute Arbeitsabläufe vermieden werden. Kältemittel soll nur in eine Komponente strömen, wenn der reparierte Teil auf Dichtheit geprüft und die Luft heraus evakuiert worden ist.

- **Um die Kälteanlage herum**

Das kann weitestgehend durch gute Arbeitsabläufe vermieden werden. Kann es nicht vermieden werden, so müssen Zündquellen für A2L-Luft-Gemische vermieden werden.

3.1 Zündquellen für brennbares A2L-Kältemittel in Luft

Für Arbeiten bei Wartung und Reparatur an Kälteanlagen müssen Ausrüstung und Werkzeuge als mögliche Zündquellen bewertet werden. Der AHRI Report 8017 stellt auf Grundlage ausführlicher Versuche fest, dass viele funkende Teile nicht als Zündquellen gelten.

Die Funken von gewöhnlichen Handwerkzeugen, heißen Oberflächen und Elektrowerkzeugen können so weitgehend als Zündquellen ausgeschlossen werden, wie in der Tabelle dargestellt, im Vergleich von Kältemittel der weniger leicht zündfähigen Sicherheitsklasse A2L zur nicht brennbaren Klasse A1. Der Term "Routine" bedeutet, dass hier kein besonderes Werkzeug notwendig ist.

Teil/Werkzeug	A1	A2L
Manometerbrücke	Routine	Routine
Kältemittelfüllschlauch	Routine	Routine
Drehmomentschlüssel	Routine	Routine
Lötbrenner	Routine	Routine
Rohrschneider	Routine	Routine
Rohrbiegewerkzeug	Routine	Routine
Zusatzventilator	Routine	Routine
Waage	Routine	Routine
Vakuumpumpe	Routine	Schalter außerhalb Zone
Pulver/CO ₂ -Feuerlöscher	Routine	A2L zertifiziert
Gaswarngerät	Routine	A2L zertifiziert
Elektronisches Lecksuchgerät	Routine	A2L zertifiziert
Kältemittelrückgewinnungsflasche	Routine	Linksgewinde
Kältemittelabsauggerät	Routine	A2L zertifiziert

Ventilator

Der Ventilator wird üblicherweise so gestellt, dass er frische Luft in den Maschinenraum bläst, sodass möglicherweise austretendes Kältemittel sich nicht am Boden zu zündfähigen Bereichen sammeln kann. Der Raum muss immer belüftet sein, da alle Kältemittel erstickend wirken können.

Gaswarngerät

Das tragbare Gaswarngerät ist für den persönlichen Schutz. Wenn keine Gaswarnanlage für das brennbare Kältemittel vorhanden ist oder diese wegen eines Defekts abgeschaltet ist, kann das tragbare Gerät den Mann vor Ort während Wartung oder Reparaturarbeiten warnen.

Die meisten A2L Kältemittelgemische der Reihe R400 enthalten große Anteile an R1234yf und R32. Diese oder einer der beiden könnten von Gaswarngerät gemessen werden oder ein Sensor für brennbare Gase ganz allgemein könnte verwendet werden, möglichst auf diese Stoffe kalibriert.

Das elektronische Lecksuchgerät, das Absauggerät und die Kältemittelrückgewinnungsflasche

Das elektronische Lecksuchgerät, das Absauggerät und die Kältemittelrückgewinnungsflasche müssen für das brennbare Kältemittel geeignet sein.

3.2 Einführung in Gefährdungsbeurteilung vor Ort

Die Gefährdungsbeurteilung ist ein Werkzeug um sicheres Arbeiten zu ermöglichen. Die wichtigsten Fragen dabei sind daher

- wie ermögliche ich es dem Werker sicher zu arbeiten
- in welche spezifischen Situationen und Gefährdungen kommt er
- welche Fähigkeiten, Werkzeuge und Informationen sind notwendig

Eine Gefährdungsbeurteilung besteht im Wesentlichen aus den folgenden Schritten

- Identifizierung möglicher Gefährdungen
- Bewertung der Gefährdungen bezüglich Auswirkung und Häufigkeit
- Festlegung von Maßnahmen zur Verringerung, wenn Auswirkung und Häufigkeit signifikant sind
- Wiederholen ab der Bewertung bis die Gefährdung gering ist

Die Gefährdungen müssen für die spezifische Aufgabe ermittelt und bewertet werden. Zur Einarbeitung in Gefährdungsbeurteilungen bitte weiterführende Literatur konsultieren oder an spezifischen Schulungen teilnehmen.

Beispiele wichtiger Gefährdungen bei Wartung und Reparatur an Kälteanlagen mit A2L Kältemitteln in vereinfachter Darstellung

Gefährdung	Bewertung	Maßnahme	Neue Bewertung	Anmerkung
Arbeit an Anlage mit brennbarem, unter Druck stehendem verflüssigten Gas	hoch	Der Werker muss eine Fachkraft und unterwiesen in der Handhabung der Gase sein, auch brennbarer	niedrig	
Unidentifizierte Gefährdungen von der Kälteanlage oder anderen Dingen in deren Umgebung	hoch	Gefährdungsbeurteilung der Anlage anfordern. Wenn nicht verfügbar, eigene erstellen. Wenn nicht möglich, Arbeit einstellen	niedrig	Der Werker muss in die bestehende Gefährdungsbeurteilung von Anlage und Umgebung eingeführt werden. Restriskien sollten in der Betriebsanleitung und den Arbeitsanweisungen beschrieben sein
Entzünden des Kältemittels in der Anlage	mittel	Vermeiden von Gemisch aus A2L Kältemittel und Luft in der Anlage oder deren Teilen		Luft aus Anlage oder Teil evakuieren und mit Stickstoff spülen
Entzünden des Kältemittels das beim Verbinden der Schläuche austritt	niedrig	Beim Verbinden sorgfältig arbeiten		
Entzünden des Kältemittels, das beim Öffnen der Anlage während der Arbeit austritt	mittel	Anlagenteil mit Ventilen absperren. Ventile auf Leckage prüfen. Teil mit Stickstoff spülen		Auch Mobiles Gaswarngerät verwenden
Entzünden des Kältemittels, das aus größerem Leck strömt	hoch	Leck orten. Elektrische Verbraucher im Bereich abschalten. Anlagenteil mit Ventilen absperren. Ventilation bis Gaskonzentration unkritisch ist		Auch Mobiles Gaswarngerät verwenden
Entzünden des Kältemittels, das aus plötzlichem größeren Leck strömt	mittel	Mit Werkzeugen arbeiten, die A2L Kältemittel nicht entzünden können		Feuerlöscher zur zusätzlichen Sicherheit bereit halten
Entzünden des Kältemittels in Bereichen, in die es abgelassen oder mit der Ventilation gebracht wird	hoch	Warnschilder in diesen Bereichen aufstellen. Kältemittel nicht in Bereiche mit Zündquellen ablassen oder ventilierten	niedrig	
Entzünden des Kältemittels beim Öffnen von Rohrverbindungen mit Brenner	hoch	Der Werker muss eine Fachkraft sein. Das Öffnen von Rohrverbindungen, die Kältemittel enthalten, auch in Ölresten gelöst, darf nur mit Rohrschneider oder anderem flammenlosen Werkzeug geschehen.	niedrig	

Typisches Schema Gefährdungseinstufung

Eintrittswahrscheinlichkeit	Schaden (Folgen)			
	schwer bleibend, Tod F 1	leicht bleibend F 2	Verletzung F 3	Bagatell F 4
häufig E 1	hoch GI 1	hoch GI 1	hoch GI 1	mittel GI 2
möglich E 2	hoch GI 1	hoch GI 1	mittel GI 2	niedrig GI 3
selten E 3	mittel GI 2	mittel GI 2	niedrig GI 3	vernachlässigbar GI 4
unwahrscheinlich E 4	niedrig GI 3	niedrig GI 3	vernachlässigbar GI 4	vernachlässigbar GI 4
fast unmöglich E 5	vernachlässigbar GI 4	vernachlässigbar GI 4	vernachlässigbar GI 4	vernachlässigbar GI 4

3.3 Wartungs- und Reparaturbeispiele

Der Inhalt setzt einen erfahrenen Techniker oder Mechatroniker der Kältetechnik voraus, der im Umgang mit Kältemitteln und Kälteanlagen geschult ist. Die üblicherweise notwendigen normalen Arbeitsschritte werden deshalb nicht beschrieben.

3.3.1 Verdichterreparatur ohne Ex-Zone – Ventilplatte ersetzen

Beispiel: Ersetzen einer Ventilplatte eines halbhermetischen Hubkolbenverdichters mit A2L Kältemittel R454C. Der Verdichter ist in einem Verbund in einem Maschinenraum.

Besondere Werkzeuge oder Vorbedingungen:

- Mobiles A2L Gaswarngerät
- A2L Lecksuchgerät
- A2L Feuerlöscher
- A2L Rückgewinnungsgerät
- Vakuumpumpe mit externem Schalter, außerhalb Raum
- Zusätzlicher Ventilator
- A2L funkenfreie Werkzeuge – nicht notwendig
- Vermeide Ex-Zone! Vermeide / prüfe auf Leck!

Arbeitsschritte bzw. Vorbedingungen:

1. Geschulte Arbeitskraft
2. Risikobewertung der Anlage lesen/erfragen
3. Feuerlöscher für A2L bereitstellen
4. Warnschilder aufstellen, besonders dort, wo Kältemittel hin abgelassen wird
5. Spannungsversorgung von Verdichter/Kälteanlage unterbrechen
6. Ventilation an
 - a. zusätzlichen Ventilator aufstellen
7. Mit Gaswarngerät reingehen / regelmäßig mit mobilem oder fest installiertem Gaswarngerät prüfen
8. Verdichterabsperrentile schließen
9. auf drucklosen Zustand bringen
 - a. kleinere Mengen gasförmig nach draußen ablassen, wo Warnschilder stehen
10. Ölheizung an
11. Verdichter evakuieren
 - a. Austritt der Vakuumpumpe nach draußen leiten, wo Warnschilder stehen
12. Verdichter mit Stickstoff füllen
13. Verdichter öffnen und Ventilplatte ersetzen
 - a. Gaskonzentration mit mobilem Gaswarngerät überwachen
 - b. Arbeit abbrechen, wenn Gaskonzentration Alarmniveau erreicht und auf Ventilation warten
14. Verdichter schließen
15. Dichtheit mit Stickstoff prüfen

16. Verdichter evakuieren
17. Verdichterabsperrentile öffnen
18. Warnschilder entfernen
19. Verdichter wieder in Betrieb nehmen

3.3.2 Verdichteraustausch ohne Ex-Zone

Beispiel: Ersatz eines halbhermetischen Hubkolbenverdichters mit A2L Kältemittel R454C. Der Verdichter ist in einem Verbund in einem Maschinenraum. Der Raum hat etwas Ventilation. Es ist kein Leck aufgetreten.

Besondere Werkzeuge oder Vorbedingungen:

- Mobiles A2L Gaswarngerät
- A2L Lecksuchgerät
- A2L Feuerlöscher
- A2L Rückgewinnungsgerät
- Vakuumpumpe mit externem Schalter, außerhalb Raum
- Zusätzlicher Ventilator
- A2L funkenfreie Werkzeuge – nicht notwendig
- Vermeide Ex-Zone! Vermeide / prüfe auf Leck!

Arbeitsschritte bzw. Vorbedingungen:

1. Geschulte Arbeitskraft
2. Risikobewertung der Anlage lesen/erfragen
3. Feuerlöscher für A2L bereitstellen
4. Warnschilder aufstellen, besonders dort, wo Kältemittel hin abgelassen wird
5. Spannungsversorgung von Verdichter/Kälteanlage unterbrechen
6. Ventilation an
 - a. zusätzlichen Ventilator aufstellen
7. Mit Gaswarngerät reingehen / regelmäßig mit mobilem oder fest installiertem Gaswarngerät prüfen
8. Verdichterabsperrentile schließen
9. auf drucklosen Zustand bringen
 - a. kleinere Mengen gasförmig nach draußen ablassen, wo Warnschilder stehen
10. Ölheizung an
11. Verdichter evakuieren
 - a. Austritt der Vakuumpumpe nach draußen leiten, wo Warnschilder stehen
12. Verdichter mit Stickstoff füllen
13. Verdichter ausbauen
 - a. Absperrventile an Rohrleitungen lassen
 - b. Absperrventile mit Lecksuchgerät auf Dichtheit prüfen
 - c. Verdichteranschlüsse mit Flanschen oder Ventile dicht schließen
 - d. Ausgebauten Verdichter evakuieren

- e. Ausgebauten Verdichter mit Stickstoff füllen
- 14. Waraufkleber "brennbares Gas" auf Verdichter für Rücksendung anbringen
- 15. Ersatzverdichter einbauen
- 16. Ersatzverdichter evakuieren
- 17. Verdichterabsperrentile öffnen
- 18. Warnschilder entfernen
- 19. Verdichter wieder in Betrieb nehmen

3.3.3 Verdichteraustausch in Ex-Zone, Leckage an Verdichter

Beispiel: Ersatz eines halbhermetischen Hubkolbenverdichters mit A2L Kältemittel R454C. Der Verdichter ist in einem Verbund in einem Maschinenraum. Der Raum hat etwas Ventilation. Ein Leck ist aufgetreten, möglicherweise am Verdichter, sodass brennbares Kältemittel in der Raumluft ist.

Besondere Werkzeuge oder Vorbedingungen:

- Mobiles A2L Gaswarngerät
- A2L Lecksuchgerät
- A2L Feuerlöscher
- A2L Rückgewinnungsgerät
- Vakuumpumpe mit externem Schalter, außerhalb Raum
- Zusätzlicher Ventilator
- A2L funkenfreie Werkzeuge – nicht notwendig
- Vermeide Ex-Zone! Vermeide / prüfe auf Leck!

Erstes Ziel: Ex-Zone loswerden und dann mit A1 Routinewerkzeug arbeiten!

Arbeitsschritte bzw. Vorbedingungen:

1. Geschulte Arbeitskraft
2. Risikobewertung der Anlage lesen/erfragen
3. Feuerlöscher für A2L bereitstellen
4. Warnschilder aufstellen, besonders dort, wo Kältemittel hin abgelassen wird
5. Spannungsversorgung von Verdichter/Kälteanlage unterbrechen
 - a. Alle Anlagen im Maschinenraum
 - b. Gaswarnanlage in Betrieb lassen
6. Ventilation an
 - a. zusätzlichen Ventilator aufstellen
7. Prüfe Ausblasbereich der Ventilation auf Sicherheit für Personen
 - a. Warnschilder aufstellen, besonders dort, wo Kältemittel hin abgelassen wird
8. Mit Gaswarngerät reingehen / regelmäßig mit mobilem oder fest installiertem Gaswarngerät prüfen
9. Finde das Leck, stelle es ab!
 - a. Ist das Leck am Verdichter: Verdichterabsperrentile schließen
 - b. Ist das Leck an anderer Stelle: sperre diesen Anlagenteil ab

10. Gehe raus und warte bis die Atmosphäre nicht mehr zündfähig ist
11. Arbeite dann ohne Ex-Zone
12. Bei Leck an anderer Stelle der Anlage
 - a. Anlagenteil mit Stickstoff füllen
 - b. Leck beseitigen
 - c. Anlagenteil evakuieren
 - d. Absperrung des Anlagenteils öffnen
13. Verdichterabsperrentile schließen
14. auf drucklosen Zustand bringen
 - a. kleinere Mengen gasförmig nach draußen ablassen, wo Warnschilder stehen
15. Ölheizung an
16. Verdichter evakuieren
 - a. kleinere Mengen gasförmig nach draußen ablassen, wo Warnschilder stehen
17. Verdichter mit Stickstoff füllen
18. Verdichter ausbauen
 - a. Absperrventile an Rohrleitungen lassen
 - b. Absperrventile mit Lecksuchgerät auf Dichtheit prüfen
 - c. Verdichteranschlüsse mit Flanschen oder Ventile dicht schließen
 - d. War das Leck am Verdichter, dann schließen oder wenigstens abdichten um Eindringen von Luft zu verhindern
 - e. Ausgebauten Verdichter evakuieren
 - f. Ausgebauten Verdichter mit Stickstoff füllen
19. Warntafel "brennbares Gas" auf Verdichter für Rücksendung anbringen
20. Ersatzverdichter einbauen
21. Ersatzverdichter evakuieren
22. Verdichterabsperrentile öffnen
23. Verdichter wieder in Betrieb nehmen
24. Kältemittelfüllung ergänzen
25. Warnschilder entfernen

3.4 Kältemittelumstellung auf A2L ohne oder mit begrenzter Ex-Zone

Beispiel: Eine bestehende kleine Kälteanlage soll umgestellt werden von R404A auf das brennbare A2L-Kältemittel R454C. Eine Ex-Zone soll soweit möglich vermieden werden.



Information

A2L Kältemittel können in Bestandsanlagen nur verwendet werden, wenn Sicherheitsnormen und lokale Vorschriften dies ermöglichen.

Die notwendigen Sicherheitsmaßnahmen müssen ergriffen werden. Das kann je nach Fall eine ausreichende Raumgröße sein, ausreichende Ventilation oder eine Gaswarnanlage, die die Elektrik im gefährdeten Bereich abschaltet und Alarm im Raum und außerhalb des Raumes gibt.

Die Bewertung des Risikos muss vor der Umstellung geschehen!

Besondere Werkzeuge oder Vorbedingungen:

- Mobiles A2L Gaswarngerät
- A2L Lecksuchgerät
- A2L Feuerlöscher
- A2L Rückgewinnungsgerät
- Vakuumpumpe mit externem Schalter, außerhalb Raum
- Zusätzlicher Ventilator
- A2L funkenfreie Werkzeuge – nicht notwendig

Arbeitsschritte bzw. Vorbedingungen:

1. Geschulte Arbeitskraft
2. Prüfe Kompatibilität der Bauteile mit dem neuen A2L Kältemittel
 - a. Prüfe mit den Bauteilherstellern bzw. deren Dokumentation/Apps
3. Risikobewertung der Anlage lesen/erfragen
4. Prüfe, ob die Ventilation des Raumes für A2L geeignet ist?
5. Finde den Hauptschalter
6. Feuerlöscher für A2L bereitstellen
7. Wardschilder aufstellen, besonders dort, wohin Kältemittel abgelassen wird
8. Spannungsversorgung von Verdichter/Kälteanlage unterbrechen
9. Prüfe mit R404A-Lecksuchgerät auf Dichtheit
10. Saug die Niederdruckseite mit dem Verdichter ab
11. R404A mit dem Absauggerät bis zum niedrigst möglichen Druck absaugen (sehr kleine Reste R404A können ggf. in der Anlage bleiben)
12. Ölheizung an
13. Öl austauschen, wenn verfärbt
14. Anlage evakuieren
15. Notwendige Teile austauschen
16. Mit Stickstoff auf Dichtheit prüfen
17. Druckschalter prüfen
 - a. Saugdruckschalter einstellen um Betrieb im Unterdruck zu vermeiden
18. Anlage evakuieren
19. Anfahren Anlage mit A2L-Kältemittel zu füllen
 - a. Jetzt das mobile Gaswarngerät für A2L aktiv haben und die Ventilation an
20. Aufkleber brennbares Gas auf Verdichter und Anlage anbringen
21. Aufkleber brennbares Gas auf Maschinenraumtür außen anbringen
22. Anlagenlogbuch auf neuen Stand bringen mit neuem A2L Kältemitteltyp und -menge
 - a. Neue Schaltwerte der Druckschalter eintragen
23. Betriebsanleitung der Anlage auf neuen Stand bringen mit neuem Kältemittel
24. Risikobeurteilung der Anlage und Gefährdungsbeurteilung auf neuen Stand bringen mit A2L Kältemittel

Weitere Details zur Kältemittelumstellung und Materialkompatibilität:

- [AT-540](#): Umstellung R22 oder R404A/R507A - Schritt für Schritt

4 Checklisten (PDF)

Dokumente hierzu

Checkliste _Checklist_liste de contrôle.pdf (Resources/pdf/9007199590916235.pdf)

Table of contents

1 Safety	18
1.1 Technical safety requirements	19
1.2 General safety references	19
2 Location and design specifics	20
3 Practical handling	21
3.1 Ignition sources for flammable A2L refrigerant in air	21
3.2 Introduction to on site risk assessment	22
3.3 Maintenance and repair examples	24
3.3.1 Compressor repair with no Ex zone - exchange valve plate	24
3.3.2 Compressor exchange with no Ex zone	26
3.3.3 Compressor exchange in Ex zone, with compressor leaking	27
3.4 Retrofit to A2L in no or limited ex-zone	28
4 Checklists (PDF)	30

1 Safety

Authorized staff

All work done on the products and the systems in which they are or will be installed may only be performed by qualified and authorised staff who have been trained and instructed in all work. The qualification and competence of the qualified staff must correspond to the local regulations and guidelines.

Residual risks

The products, electronic accessories and further system components may present unavoidable residual risks. Therefore, any person working on it must carefully read this document! The following are mandatory:

- relevant safety regulations and standards
- generally accepted safety rules
- EU directives
- national regulations and safety standards

Depending on the country, different standards are applied when installing the product, for example: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, UL standards.

Personal protective equipment

When working on systems and their components: Wear protective work shoes, protective clothing and safety goggles. In addition, wear cold-protective gloves when working on the open refrigeration circuit and on components that may contain refrigerant.



Fig. 1: Wear personal protective equipment!

Safety references

Safety references are instructions intended to prevent hazards. They must be stringently observed!



NOTICE

Safety reference to avoid situations which may result in damage to a device or its equipment.



CAUTION

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which may result in minor or moderate injury.



WARNING

Safety reference to avoid a potentially hazardous situation which could result in death or serious injury.



DANGER

Safety reference to avoid an imminently hazardous situation which may result in death or serious injury.

In addition to the safety references listed in this document, it is essential to observe the references and residual risks in the respective operating instructions!

1.1 Technical safety requirements

The following information describes general requirements and recommendations. The listed EU directives and standards include only part of the relevant documents. They are also only applicable to stationary systems.



Information

When using refrigerants of the A2L safety class in regions outside the EU, the country-specific regulations applicable there must be observed.



Information

For operation in an ATEX zone or Ex zone, it is imperative to select special Ex designs of the compressors.

1.2 General safety references

The design, operation and maintenance of refrigeration systems with flammable refrigerants are subject to particular safety regulations. They include, among others, special safety devices against exceeding the pressure and particularities in the design and arrangement of the electrical operating equipment.

Moreover, measures must be taken that guarantee risk-free ventilation in the event of a refrigerant leak, to prevent the formation of an ignitable gas mixture. The specifications are established in standards (e.g. EN378, ISO5149). However, in view of the high requirements and product liability, a risk assessment by a notified body or jointly with a notified body is in general recommended.

Depending on the design and the refrigerant charge, an assessment according to 2014/34/EU (ATEX 114) and 1999/92/EC (ATEX 137) may be necessary. The operation of the system and personal protection are usually subject to national regulations on product safety, operating reliability and accident prevention. To this end, separate agreements between the contractor and the end user must be made. The required risk assessment of the system must be prepared by the system manufacturer. However, the hazard assessment for installation, operation and maintenance of the system is the responsibility of the end user.



DANGER

Risk of explosion and thus danger of death in the event of refrigerant outlet and in the presence of an ignition source!

Refrigerant can ignite and also form an explosive atmosphere depending on its concentration in air!

Avoid open fire and ignition sources in the machinery room and in the hazardous zone!

- Observe the flammability limits in air (at 20°C and 1013 mbar, see also safety data sheet of the substance), e.g.:
 - R1234yf between 6.2 and 12.3% by volume
 - R454C between >7 and <15% by volume
 - R455A between 11.8 and 12.9% by volume
- Observe ignition temperatures in air (at 20°C and 1013 mbar), e.g.:
 - R1234yf: 405°C
- Ventilate the machinery room according to EN378 or install an extraction device.
- To open the pipes, use only pipe cutters; do not use an open flame!
- Install components from which refrigerant may leak (e.g. low and high pressure cut-out) only outside the switch cabinet!

If it is guaranteed that the compressor will not be operated in an Ex zone, an ATEX or Ex design is not required.

This can be guaranteed, for example, by:

- Ventilation that does make an explosive or flammable atmosphere impossible even if the greatest possible leak is assumed.

- Shutting off the electric consumers clearly below the lower explosive limit (LEL or LFL), which will require a gas sensor. Typically, the shut-off value of the sensor for the system is set to a maximum of 20% of the LFL. For information on this, please consult national regulations and notified bodies.

2 Location and design specifics

Location of the system with A2L refrigerant

Many countries limit the use of flammable refrigerants. The national and local laws and rules always apply. Here the rules often depend on, how well instructed the people are, that work with or around the system.

Where the rules allow the use of flammable refrigerants, or no specific national or local rules and regulations exist, the rules of EN378-1 or ISO5149-1 can give guidance for the maximum charge that can be handled safely, depending on room size, ventilation and access or occupancy by people, for example:

- Where instructed personnel is working, a refrigerant charge might be applied, that can not form more than 20 % of lower flammability limit (LFL) in any of the rooms, where parts of the refrigeration system are located.
- Where the 20% are exceeded, a gas warning system, that shuts off all standard electrics in the room can be used.
- A ventilation of the machine room, or the place, where the major part of the refrigeration system is placed, improves the situation. This is often done by the condenser fan already.

System design specifics for A2L refrigerants

The components and materials of the refrigeration system have to be compatible to the refrigerant chosen, which is also valid for A2L refrigerants. As some of these refrigerants have different compatibility behavior, information on compatibility from the component manufacturer is very important.

In many countries special rules or regulations apply for flammable refrigerants. In the EU, the demands of the 2014/68/EU to the manufacturing and quality control increases. This means, that pressure equipment, like liquid receivers, pipe lines, valves, condensers and so on have to be checked for their categorization. Small and medium pressure vessels or some pipe lines can move from one category to the next higher, due to different limits for non dangerous and dangerous refrigerants, for the categories I to IV. If the pressure equipment is not released for flammable refrigerants, it can mostly not be used. Check the type label of the vessels and the documentation of the other components. The risk assessment for the system has to contain the risks due to the flammability. This assessment has to include all life phases of the system, including transport, installation, commissioning, operation, maintenance, repair and decommissioning.

For estimation of risk while working with A2L refrigerant: *Maintenance and repair examples*

3 Practical handling

Basic rule with flammable gas:



Information

Do what you can to avoid working or operating equipment in a flammable atmosphere.
If you can not avoid to, eliminate ignition sources.

In most investigations, the risks during commissioning, maintenance and repair are considered higher than during construction or normal operation of the refrigeration system.

For work with flammable refrigerant, the generally necessary work risk assessment shall be extended by the additional risks caused by the flammability. In ISO12100 these are classified as thermal risks. Sound engineering practice, work according to safety codes and standards, and a skilled worker are precondition for safe work, especially with flammable refrigerant. This includes a risk assessment for the maintenance or repair work to be performed on site.

Parts of this could be in the system documentation, parts are done on site by a skilled technician or engineer, together with the system operator. Here some example cases are shown from this field, that do not list all necessary routine steps well known by skilled workers, but highlight the special focus because of A2L flammability.

A flammable refrigerant air mixture can basically appear in two places:

- **Inside the refrigeration system**

During maintenance and repair this can be avoided by proper work procedures. Refrigerant shall only enter a component, if the repaired part is tested for tightness and the air is evacuated out.

- **Around the refrigeration system**

This can, to a large extent, be avoided by proper work procedures. If it can not be avoided, ignition sources for A2L air mixture have to be avoided.

3.1 Ignition sources for flammable A2L refrigerant in air

For maintenance and repair work on refrigeration systems, equipment and tools have to be evaluated, whether they are possible ignition sources. The AHRI Report 8017 concludes on several possible sources, based on extensive tests, that many sparking parts can be excluded.

The sparks of standard tools, hot surfaces and electric tools can thus, to a large extent, be considered no ignition source, as shown in the table below for mildly flammable A2L compared to non flammable A1. The term "routine" means, that no special tool is necessary.

Part/tool	A1	A2L
Manometer bridge	routine	routine
Charging hose	routine	routine
Torque wrench	routine	routine
Brazing torch	routine	routine
Tube cutter	routine	routine
Tube bending tool	routine	routine
Extra fan	routine	routine
Scales	routine	routine
Vacuum pump	routine	Switch outside zone
Powder/CO ₂ extinguisher	routine	A2L certified
Gas detector	routine	A2L certified
Electronic leak detector	routine	A2L certified
Refrigerant recovery cylinder	routine	Left hand thread
Refrigerant recovery machine	routine	A2L certified

Fan

The fan is usually placed to blow fresh air into the machine room, so that possibly leaking refrigerant can not accumulate and form flammable areas on the floor. The room shall always be ventilated, as all refrigerants can suffocate.

Gas detector

The portable gas detector is a personal protection device. In case there is no gas warning system for the flammable refrigerant, or it is shut off because of a defect, the portable gas detector can warn the worker during the maintenance or repair.

Most A2L refrigerant blends of the R400 series contain a significant amount R1234yf and R32. These or one of these could be sensed by the gas warning system or a general sensor for combustible gas might be used, calibrated for those components.

Electronic leak detector, Refrigerant recovery cylinder and recovery machine

The electronic leak detector, the recovery machine and the recovery cylinder have to be suitable for the flammable refrigerant gas.

3.2 Introduction to on site risk assessment

The risk assessment is a tool to enable safe work. The main questions driving it are thus

- how can the worker be enabled to work safely
- what are the specific situations he goes into and their risks
- what skills, tools and information are necessary

A risk assessment consist basically of the following steps

- identification of possible risks
- evaluation of the risk in terms of severity and frequency of occurrence
- introduction of measures to reduce risk, when severity and occurrence are significant
- loop back to evaluation until risk is low

The risks have to be determined and evaluated for the specific work to be done. For details on risk evaluations please consult specific literature or attend seminars on this topic.

Examples of important risks during maintenance and repair on refrigeration systems with A2L refrigerants in a simplified presentation

Risk	Evaluation	Measure	New Evaluation	Remark
Work on system with flammable, pressurized and liquified gas	high	Worker has to be skilled and educated in handling the gas, also flammable	low	
Unidentified risks from refrigeration system or other parts in the surrounding	high	Ask for system and system use risk assessment. If not available, make own assessment. If not possible, stop the work	low	Worker has to get introduced to existing risk evaluation of system and surrounding. Residual risks should be in system operating instructions and work procedure descriptions
Ignition of refrigerant inside system	middle	Avoid having A2L refrigerant and air mixed in the system or its parts		Evacuation of air and flushing with nitrogen
Ignition of refrigerant coming out during connection of hoses	low	Careful work when connecting hoses		
Ignition of refrigerant coming out of system during work on open system	middle	Close valves to this part. Check for leak of the valves. Flush part with nitrogen		Use also mobile gas detector
Ignition of refrigerant coming out of larger leak	high	Identify leak location. Shut off electric power in this area. Shut off this part with valves. Ventilate until concentration is uncritical		Use also mobile gas detector
Ignition of refrigerant coming out of sudden larger leak	middle	Work with tools, that are not able to ignite A2L refrigerant		Have a fire extinguisher as backup
Ignition of refrigerant in areas, where refrigerant is released or ventilated to	high	Set up warning signs in these areas. Do not release to areas with ignition sources	low	
Ignition of refrigerant when opening connections with a torch	high	Worker has to be skilled and educated. Pipes containing refrigerant, maybe in oil residues, shall only be opened with a tool without flame	low	

Typical risk evaluation schematic

Likelihood	Consequences			
	catastrophic F 1	considerable F 2	moderate F 3	minor F 4
frequently E 1	high RI 1	high RI 1	high RI 1	middle RI 2
possible E 2	high RI 1	high RI 1	middle RI 2	low RI 3
infrequently E 3	middle RI 2	middle RI 2	low RI 3	negligible RI 4
unlikely E 4	low RI 3	low RI 3	negligible RI 4	negligible RI 4
almost impossible E 5	negligible RI 4	negligible RI 4	negligible RI 4	negligible RI 4

3.3 Maintenance and repair examples

The content described targets a skilled refrigeration technician or engineer, instructed in work with refrigerants and refrigeration systems. The usually necessary standard working steps are thus not mentioned.

3.3.1 Compressor repair with no Ex zone - exchange valve plate

Example task: Exchange of a valve plate on a semi-hermetic reciprocating compressor operated with A2L refrigerant R454C. The compressor is located on a rack in a machinery room.

Special tools or preconditions:

- Mobile A2L gas detector
- A2L leak detector
- A2L fire extinguisher
- A2L recovery equipment
- Vacuum pump with external switch, outside room
- Extra fan
- A2L anti-sparking tool – not necessary
- Avoid Ex zone! Avoid / check for leakage!

Working steps or preconditions:

1. Educated worker
2. Read / inform for risk assessment of system
3. Have A2L fire extinguisher ready
4. Put warning sign to notify work in progress, especially where refrigerant might be released
5. Power off compressor / system
6. Ventilation on

- a. Install extra fan
7. Go in with gas detector / check regularly with gas detector or machinery room detector
8. Close compressor shut off valves
9. Release pressure
 - a. Small gaseous amount to marked outside area
10. Oil heater on
11. Evacuate compressor
 - a. Release vacuum pump outlet to marked outside area
12. Charge compressor with Nitrogen
13. Open compressor and replace valve plate
 - a. Observe gas concentration at working place with mobile gas detector
 - b. Stop work, if gas concentration reaches alarm level and wait for ventilation!
14. Close compressor
15. Check tightness with dry Nitrogen
16. Evacuate compressor
17. Open compressor shut off valves
18. Remove warning signs
19. Take compressor into operation again

3.3.2 Compressor exchange with no Ex zone

Example task: Exchange the semi-hermetic compressor operated with A2L refrigerant R454C. The compressor is located on a rack in a machine room. The room has some ventilation. There is no leak from the system.

Special tools or preconditions:

- Mobile A2L gas detector
- A2L leak detector
- A2L fire extinguisher
- A2L recovery equipment
- Vacuum pump with external switch, outside room
- Extra fan
- A2L anti-sparking tool – not necessary
- Avoid Ex zone! Avoid / check for leakage!

Working steps or preconditions:

1. Educated worker
2. Read / inform for risk assessment of system
3. Have A2L fire extinguisher ready
4. Put warning sign to notify work in progress, especially where refrigerant might be released
5. Power off compressor / system
6. Ventilation on
 - a. Install extra fan
7. Go in with gas detector / check regularly with gas detector or machinery room detector
8. Close compressor shut off valves
9. Release pressure
 - a. Small gaseous amount to marked outside area
10. Oil heater on
11. Evacuate compressor
 - a. Release vacuum pump outlet to marked outside area
12. Charge compressor with Nitrogen
13. Remove compressor
 - a. Leave valves on pipes
 - b. Check valves for tightness with leak detector
 - c. Close compressor connections pressure tight with flanges or valves
 - d. Evacuate removed compressor
 - e. Put nitrogen holding charge in removed compressor
14. Put sticker for flammable gas on return compressor
15. Install replacement compressor
16. Evacuate replacement compressor
17. Open compressor shut off valves

18. Remove warning signs
19. Take compressor into operation again

3.3.3 Compressor exchange in Ex zone, with compressor leaking

Example task: Exchange the semi-hermetic compressor operated with A2L refrigerant R454C. The compressor is located on a rack in a machine room. The room has some ventilation. A leakage has appeared, possibly on the compressor, so flammable refrigerant is in the room air.

Special tools or preconditions:

- Mobile A2L gas detector
- A2L leak detector
- A2L fire extinguisher
- A2L recovery equipment
- Vacuum pump with external switch, outside room
- Extra fan
- A2L anti-sparking tool – not necessary
- Avoid Ex zone! Avoid / check for leakage!

First goal: get rid of Ex zone and after that do the work with A1 equipment!

Working steps or preconditions:

1. Educated worker
2. Read / inform for risk assessment of system
3. Have A2L fire extinguisher ready
4. Put warning sign to notify work in progress, especially where refrigerant might be released
5. Power off compressor / system
 - a. All systems in the machinery room
 - b. Leave gas warning system on
6. Ventilation on
 - a. Install extra fan
7. Check if outlet of ventilation is safe for people
 - a. Put warning sign to notify work in progress, especially where refrigerant might be released
8. Go in with gas detector / check regularly with gas detector or machinery room detector
9. Find the leak, stop the leak!
 - a. If leak is on compressor: Close compressor shut off valves
 - b. If leak is at other place: shut off this system part
10. Go out and wait until Ex atmosphere is gone
11. Start your work in no Ex zone
12. If leak was at other place in the system
 - a. Charge this part with nitrogen
 - b. Close leak

- c. Evacuate this part of the system
- d. Open the valves to this part again
13. Close compressor valves
14. Release pressure
 - a. Small gaseous amount to marked outside area
15. Oil heater on
16. Evacuate compressor
 - a. Release vacuum pump outlet to marked outside area
17. Charge compressor with Nitrogen
18. Remove compressor
 - a. Leave valves on pipes
 - b. Check valves for tightness with leak detector
 - c. Close compressor connections pressure tight with flanges or valves
 - d. If leak was on compressor, close leak, at least well enough to keep air out
 - e. Evacuate removed compressor
 - f. Put nitrogen holding charge in removed compressor
19. Put sticker for flammable gas on return compressor
20. Install replacement compressor
21. Evacuate replacement compressor
22. Open compressor shut off valves
23. Take compressor into operation again
24. Adjust refrigerant charge
25. Remove warning signs

3.4 Retrofit to A2L in no or limited ex-zone

Example task: An existing small refrigeration system has to be retrofitted from R404A to the A2L flammable refrigerant R454C. An Ex zone should be avoided as far as possible.



Information

A2L refrigerant can only be used in existing systems, where safety standards and local regulations allow this.

The necessary safety measures have to be taken. This can in some cases be sufficient room size, sufficient ventilation or a gas warning system shutting down the electrics in the sensitive area and giving alarm inside and outside the room.

This risk evaluation has to be done before the retrofit!

Special tools or preconditions:

- Mobile A2L gas detector
- A2L leak detector
- A2L fire extinguisher
- A2L recovery equipment
- Vacuum pump with external switch, outside room

- Extra fan
- A2L anti-sparking tool – not necessary

Working steps or preconditions:

1. Educated worker
2. Check compatibility of parts with new refrigerant A2L
 - a. doublecheck with parts manufacturers or their documentation/apps
3. Read / inform for risk assessment of system
4. Check ventilation of site or room, A2L ready?
5. Check location of main switch
6. Have A2L fire extinguisher ready
7. Put warning sign to notify work in progress, especially where refrigerant might be released
8. Power off compressor / system
9. Leak test system with R404A sniffer
10. Pump down system and compressor
11. Remove R404A with recovery machine to the lowest possible limit (residual R404A at very low level can stay in the system)
12. Oil heater on
13. Exchange oil, if miscoloured
14. Evacuate system
15. Exchange parts necessary
16. Tightness test with dry nitrogen
17. Test pressure switches
 - a. Set low pressure cut out to avoid operation in vacuum
18. Evacuate system
19. Start charging the system with A2L refrigerant
 - a. Now have a A2L gas detector with you and ventilation on
20. Sticker for flammable gas on compressor and system
21. Put sticker on technical room door
22. Update the system log book with new refrigerant and charge
 - a. Add new pressure switch settings
23. Update system operating instructions with new refrigerant
24. Update risk assessment for operation with A2L refrigerant

More details on retrofit procedure and material compatibility:

- AT-540: Retrofit R22 or R404A/R507A - Step by step

4 Checklists (PDF)

Related documents

Checkliste _Checklist_liste de contrôle.pdf (Resources/pdf/9007199590916235.pdf)

Sommaire

1	Sécurité	32
1.1	Exigences relatives à la sécurité	33
1.2	Indications de sécurité générales.....	33
2	Emplacement de l'installation et informations relatives à sa conception	34
3	Manipulation pratique	35
3.1	Sources d'inflammation pour les fluides frigorigènes A2L dans l'air	35
3.2	Introduction à l'évaluation des risques pour le milieu de travail sur place	36
3.3	Exemples de travaux de maintenance et réparation	38
3.3.1	Réparation du compresseur sans zone Ex – remplacement de la plaque à clapets	38
3.3.2	Remplacement du compresseur sans zone Ex	39
3.3.3	Remplacement du compresseur dans une zone Ex, fuite au niveau du compresseur	41
3.4	Remplacement du fluide frigorigène par un fluide classé A2L sans ou avec zone Ex limitée	42
4	Listes de contrôle (PDF)	44

1 Sécurité

Personnel spécialisé autorisé

Seul un personnel spécialisé ayant été formé et initié est autorisé à effectuer des travaux sur les produits et les installations dans lesquelles ils sont ou seront installés. Les réglementations et directives nationales respectives s'appliquent à la qualification et à l'expertise du personnel spécialisé.

Risques résiduels

Des risques résiduels inévitables sont susceptibles d'être causés par les produits, les accessoires électroniques et d'autres composants de l'installation. C'est pourquoi toute personne qui travaille sur cela est tenue de lire attentivement ce document ! Doivent absolument être prises en compte :

- les normes et prescriptions de sécurité applicables
- les règles de sécurité généralement admises
- les directives européennes
- les réglementations et normes de sécurité nationales

Selon le pays, différentes normes sont appliquées lors de l'installation du produit, par exemple: EN378, EN60204, EN60335, EN ISO14120, ISO5149, IEC60204, IEC60335, ASHRAE 15, NEC, normes UL.

Équipement de protection individuelle

Pour tous les travaux sur des installations et leurs composants : Porter des chaussures, vêtements et lunettes de protection. Porter également des gants de protection contre le froid lors des travaux sur le circuit frigorifique ouvert et sur les composants susceptibles de contenir des fluides frigorigènes.



Fig. 1: Porter l'équipement de protection individuelle !

Indications de sécurité

Des indications de sécurité sont des instructions pour éviter de vous mettre en danger. Respecter avec soins les indications de sécurité !



AVIS

Indication de sécurité pour éviter une situation qui peut endommager un dispositif ou son équipement.



ATTENTION

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut provoquer des lésions mineures ou modérées.



AVERTISSEMENT

Indication de sécurité pour éviter une situation potentiellement dangereuse qui peut entraîner la mort ou des blessures graves.



DANGER

Indication de sécurité pour éviter une situation immédiatement dangereuse qui peut provoquer la mort ou des blessures graves.

Outre les indications de sécurité énumérées dans le présent document, il est indispensable de respecter les indications et les risques résiduels figurant dans les instructions de service respectives !

1.1 Exigences relatives à la sécurité

Les informations suivantes sont des exigences et recommandations générales. Les directives UE et normes indiquées ne représentent qu'une partie des documents pertinents. Elles ne s'appliquent qu'aux installations stationnaires.



Information

En cas d'utilisation de fluides frigorigènes de la classe de sécurité A2L en dehors de l'Union européenne, les réglementations locales doivent être respectées.



Information

Pour l'utilisation dans une zone ATEX ou Ex, il faut absolument sélectionner les versions Ex spéciales des compresseurs.

1.2 Indications de sécurité générales

Des règles de sécurité particulières s'appliquent à la conception, à l'utilisation et à la maintenance d'installations frigorifiques utilisant des fluides frigorigènes inflammables. Cela comprend, entre autres, des dispositifs de protection spéciaux contre les surpressions et des caractéristiques spéciales dans la conception et la disposition des équipements électriques.

Il faut également prendre des mesures pour assurer une purge sans danger en cas de fuite de fluide frigorigène, afin d'éviter la formation d'un mélange gazeux inflammable. Les dispositions relatives à la conception sont définies par des normes (par ex. EN378, ISO5149). En raison des exigences élevées et de la responsabilité du constructeur, il est généralement recommandé de faire réaliser une évaluation des risques pour le produit par un organisme notifié ou en coopération avec un organisme notifié. En fonction de la conception et de la charge de fluide frigorigène, une évaluation selon les directives-cadres européennes 2014/34/UE (ATEX 114) et 1999/92/CE (ATEX 137) peut être nécessaire.

Le fonctionnement de l'installation et la protection des personnes sont généralement réglementées par des dispositions nationales relatives à la sécurité des produits, à la sécurité de fonctionnement et à la prévention des accidents. Le constructeur de l'installation et l'utilisateur final doivent conclure des accords spécifiques à ce sujet. Le constructeur doit réaliser l'évaluation nécessaire des risques de l'installation. L'évaluation des risques pour le milieu de travail lors du montage, du fonctionnement et de la maintenance de l'installation, par contre, doit être réalisée par l'utilisateur final.



DANGER

Risque d'explosion et, par conséquent, danger de mort en cas de sortie du fluide frigorigène à proximité d'une source d'inflammation !

Le fluide frigorigène peut s'enflammer et, en fonction de la concentration dans l'air, former également une atmosphère explosive !

Éviter toute flamme nue ou source d'inflammation dans la salle des machines ou la zone de danger !

- Tenir compte des limites d'inflammabilité à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar, se reporter également à la fiche de données de sécurité de la substance respective) , par ex. :
 - R1234yf entre 6,2 et 12,3% en volume
 - R454C entre >7 et <15% en volume
 - R455A entre 11,8 et 12,9% en volume.
- Tenir compte des températures d'inflammation à l'air libre (à 20°C et 1013 mbar) , par ex. :
 - R1234yf : 405°C
- Ventiler la salle des machines conformément à la norme EN378 ou installer un dispositif d'aspiration.

- Pour ouvrir les conduites, n'utiliser que des coupe-tubes, jamais de flamme nue !
- N'installer les composants présentant un risque de fuite de fluide frigorigène (par ex. le pressostat pour protection basse ou haute pression) qu'à l'extérieur de l'armoire électrique !

S'il est garanti que le compresseur n'est pas utilisé dans une zone Ex, une version ATEX ou Ex n'est pas requise.

Cela peut être garanti, par exemple, par :

- un système de ventilation qui évite la formation d'une atmosphère explosive ou inflammable même en cas de fuite supposée maximale.
- la coupure des consommateurs électriques bien en dessous de la limite inférieure d'explosivité (LIE) ; à cet effet, un détecteur de gaz est nécessaire. La valeur de mise hors circuit du détecteur pour l'installation est normalement réglée sur max. 20% de la LIE. Veuillez consulter à ce sujet les réglementations nationales et les organismes notifiés.

2 Emplacement de l'installation et informations relatives à sa conception

Emplacement de l'installation avec un fluide frigorigène A2L

De nombreux pays limitent l'utilisation de fluides frigorigènes inflammables. Les dispositions et règles nationales et locales s'appliquent toujours. Les règles dépendent souvent du niveau de formation du personnel qui travaille sur ou à proximité des installations.

Si l'utilisation de fluides frigorigènes inflammables est autorisée ou en absence de réglementations nationales ou locales, les règles des normes EN378-1 ou ISO5149-1 peuvent servir de guide pour déterminer la charge maximale pour une manipulation en toute sécurité, en fonction de la taille de la salle, de la ventilation et des restrictions d'accès aux personnes, par exemple :

- Si seul du personnel qualifié travaille sur l'installation, il est possible d'utiliser une quantité qui ne risque pas d'entraîner un dépassement des 20% de la limite inférieure d'explosivité (LIE) dans aucune des salles où se trouvent des composants de l'installation.
- Dans les salles où les 20% peuvent être dépassés, un système électrique normal peut être utilisé si un système d'alerte au gaz est installé, qui coupe tous les composants électriques normaux dans la salle.
- La ventilation de la salle des machines ou de l'endroit où se trouve la principale partie de l'installation frigorifique améliore la situation. Souvent, la ventilation est déjà assurée par le ventilateur de condenseur.

Informations particulières relatives à la conception des installations utilisant des fluides frigorigènes A2L

Les composants et les matériaux de l'installation frigorifique doivent être compatibles avec le fluide frigorigère sélectionné, ce qui est encore plus important avec les fluides frigorigères A2L. En raison des différentes caractéristiques de compatibilité de certains de ces fluides frigorigères, il est très important d'obtenir les informations pertinentes auprès des fabricants des composants.

Dans un grand nombre de pays, les fluides frigorigères sont réglementés par des dispositions particulières. Dans l'Union européenne, les exigences de la 2014/68/UE en matière de production et d'assurance qualité sont plus strictes pour les substances dangereuses. Cela signifie que la classification des équipements sous pression tels que les réservoirs de liquide, ensembles de tubes, vannes, condenseurs, etc. doit être vérifiée. De petits ou moyens réservoirs sous pression et ensembles de tubes peuvent être classés dans une catégorie supérieure, car les limites pour les fluides frigorigères non dangereux et dangereux sont différentes pour les catégories I à IV. Si les équipements sous pression ne sont pas agréés pour les fluides frigorigères inflammables, ils ne peuvent généralement pas être utilisés à cette fin. Il faut observer la plaque de désignation des réservoirs et la documentation des autres composants. L'évaluation des risques pour l'installation doit tenir compte des risques dus à l'inflammabilité. L'évaluation des risques doit comprendre toutes les phases de vie de l'installation, y compris le transport, le montage, la mise en service, le fonctionnement, la maintenance, la réparation et l'élimination.

Pour l'évaluation des risques lors du travail avec un fluide frigorigène A2L: *Exemples de travaux de maintenance et réparation*

3 Manipulation pratique

Règle fondamentale pour les gaz inflammables :



Information

Faites ce que vous pouvez pour éviter les travaux et un fonctionnement dans une atmosphère inflammable. Si vous ne pouvez pas l'éviter, éliminez les sources d'inflammation.

Dans la plupart des études, les risques lors de la mise en service, de la maintenance et des réparations ont été considérés comme plus élevés que lors de l'installation et du fonctionnement normal des installations frigorifiques.

Lors de travaux avec des fluides frigorigènes inflammables, l'évaluation des risques pour le milieu de travail, qui est toujours nécessaire par principe, doit être étendue aux risques dus à l'inflammabilité. La norme ISO12100 classe ces risques comme des risques thermiques. Des bonnes pratiques d'ingénierie, le travail conforme aux réglementations et normes en vigueur et un spécialiste expérimenté sont les conditions préalables au travail en sécurité, surtout avec les fluides frigorigènes inflammables. Cela inclut également une évaluation des risques pour le milieu de travail lors des travaux de maintenance ou de réparation sur place.

Une partie de l'évaluation peut se trouver dans la documentation de l'installation. Parfois elle est réalisée sur place par un technicien expérimenté ou le constructeur de l'installation frigorifique avec l'utilisateur final. Quelques exemples de ce domaine sont représentés ci-dessous sans énumérer toutes les étapes de routine nécessaires qu'un spécialiste expérimenté connaît déjà. L'accent est mis sur les particularités qui résultent de l'inflammabilité A2L.

Un mélange de fluide frigorigène inflammable et d'air peut se former à deux endroits :

- **À l'intérieur de l'installation frigorifique**

Cela peut être évité pendant les travaux de maintenance et de réparation en établissant de bonnes pratiques de travail. Le fluide frigorigène ne doit entrer dans un composant qu'après que l'étanchéité de la pièce réparée a été vérifiée et que l'air a été évacué.

- **Autour de l'installation frigorifique**

Cela peut être évité en grande partie en établissant de bonnes pratiques de travail. S'il est impossible de l'éviter, il faut éliminer les sources d'inflammation pour les mélanges de fluides A2L et d'air.

3.1 Sources d'inflammation pour les fluides frigorigènes A2L dans l'air

Pour les travaux de maintenance et de réparation sur les installations frigorifiques, l'équipement et les outils doivent être considérés comme possibles sources d'inflammation. Sur la base d'expériences détaillées, le rapport AHRI 8017 constate que beaucoup de pièces produisant des étincelles ne représentent pas de source d'inflammation.

Les étincelles produites par les outils manuels usuels, les surfaces chaudes et les outils électriques peuvent donc être largement exclues comme source d'inflammation, comme le montre le tableau comparant les fluides frigorigènes moins facilement inflammables de la classe de sécurité A2L et ceux non inflammables de classe A1. Le terme « Routine » signifie qu'aucun outil spécial n'est nécessaire à ce point.

Composant/outil	A1	A2L
Pont de manomètre	Routine	Routine
Tuyau de charge de fluide frigorigène	Routine	Routine
Clé dynamométrique	Routine	Routine
Torche à souder	Routine	Routine
Coupe-tube	Routine	Routine
Outil de cintrage de tube	Routine	Routine
Ventilateur additionnel	Routine	Routine
Balance	Routine	Routine
Pompe à vide	Routine	Interrupteur en dehors de la zone
Extincteur à poudre/à CO ₂	Routine	Certifié A2L
Détecteur de gaz	Routine	Certifié A2L
Détecteur de fuite électronique	Routine	Certifié A2L
Bouteille de récupération de fluide frigorigène	Routine	Filetage gauche
Dispositif d'aspiration de fluide frigorigène	Routine	Certifié A2L

Ventilateur

Le ventilateur est généralement installé de manière à souffler de l'air frais dans la salle des machines afin que le réfrigérant qui sort éventuellement s'accumule sur le sol et forme des zones inflammables. La salle doit toujours être ventilée, car tous les fluides frigorigènes peuvent entraîner un risque d'asphyxie.

Détecteur de gaz

Le détecteur de gaz portable sert à protéger les personnes. S'il n'y a pas de système d'alerte au gaz pour le fluide frigorigène inflammable ou qu'il a été désactivé à cause d'un défaut, le détecteur portable peut avertir le personnel sur place pendant les travaux de maintenance ou de réparation.

La plupart des mélanges de fluides A2L de la série R400 contiennent d'importantes concentrations de R1234yf et R32. Ces fluides ou l'un des deux pourraient être détectés par un détecteur de gaz ou par un capteur de gaz inflammables, de préférence calibré pour ces substances.

Le détecteur de fuite électronique, le dispositif d'aspiration et la bouteille de récupération de fluide frigorigène

Le détecteur de fuite électronique, le dispositif d'aspiration et la bouteille de récupération de fluide frigorigène doivent être adaptés au fluide frigorigène inflammable.

3.2 Introduction à l'évaluation des risques pour le milieu de travail sur place

L'évaluation des risques pour le milieu de travail assure un travail en toute sécurité. Les questions les plus importantes sont les suivantes :

- Comment permettre au personnel de travailler en sécurité ?
- Quelles situations et quels risques spécifiques peuvent survenir ?
- Quels sont les compétences, les outils et les informations nécessaires ?

Une évaluation des risques pour le milieu de travail comprend essentiellement les étapes suivantes :

- Identification des risques potentiels
- Évaluation des risques en ce qui concerne leurs conséquences et leur fréquence

- Détermination de mesures pour réduire ces risques si les conséquences et la fréquence sont importantes
- Répétition des étapes à partir de l'évaluation jusqu'à ce que le risque soit faible

Les risques doivent être déterminés et évalués pour chaque activité spécifique. Pour une familiarisation supplémentaire avec l'évaluation des risques pour le milieu de travail, il est recommandé de consulter des documents complémentaires ou suivre des cours de formation spécifiques.

Exemples de risques importants lors des travaux de maintenance et de réparation sur les installations frigorifiques utilisant des fluides frigorifiques A2L représentés de manière simplifiée

Risque	Évaluation	Mesure	Nouvelle évaluation	Remarque
Travaux sur installation avec gaz inflammable, sous pression, liquéfié	Élevé	L'opérateur doit être un spécialiste et formé dans la manipulation de gaz, aussi inflammables	Faible	
Risques non identifiés de l'installation frigorifique ou d'autres objets dans l'environnement	Élevé	Demander l'évaluation des risques pour le milieu de travail de l'installation. Si elle n'est pas disponible, réaliser sa propre évaluation. Si cela n'est pas possible, arrêter le travail	Faible	L'opérateur doit être informé sur l'évaluation des risques existante pour le milieu de travail de l'installation. Les restrictions doivent être décrites dans les instructions de service et de travail
Inflammation du fluide frigorigène dans l'installation	Modéré	Éviter le mélange de fluide frigorigène A2L et d'air dans l'installation ou ses composants		Évacuer l'air de l'installation ou du composant et la/le rincer avec de l'azote
Inflammation du fluide frigorigène sortant lors du raccordement des tuyaux flexibles	Faible	Effectuer raccordements avec soin		
Inflammation du fluide frigorigène sortant lors de l'ouverture de l'installation pendant le travail	Modéré	Fermer le composant de l'installation à l'aide de vannes. Contrôler si les vannes présentent des fuites. Rincer le composant avec de l'azote		Utiliser également un détecteur de gaz mobile
Inflammation du fluide frigorigène sortant d'une fuite majeure	Élevé	Localiser la fuite. Couper les consommateurs électriques dans la zone concernée. Fermer le composant de l'installation à l'aide de vannes. Ventiler jusqu'à ce que la concentration de gaz ne soit plus critique		Utiliser également un détecteur de gaz mobile
Inflammation du fluide frigorigène sortant d'une fuite majeure spontanée	Modéré	Utiliser des outils qui ne peuvent pas enflammer les fluides frigorigènes A2L		Tenir à disposition des extincteurs comme protection supplémentaire
Inflammation du fluide frigorigène dans les zones où il est récupéré ou amené par la ventilation	Élevé	Installer des plaques d'avertissement dans ces zones. Ne pas évacuer ou ventiler le fluide frigorigène dans des zones avec des sources d'inflammation	Faible	

Risque	Évaluation	Mesure	Nouvelle évaluation	Remarque
Inflammation du fluide frigorigène lors de l'ouverture des raccords de tubes avec une torche	Élevé	L'opérateur doit être un spécialiste. Les raccords de tubes contenant du fluide frigorigène, même dissous dans des résidus d'huile, ne peuvent être ouverts qu'avec des coupe-tubes ou d'autres outils sans flamme.	Faible	

Schéma typique d'une évaluation des risques pour le milieu de travail

Probabilité de survenance	Dommages (conséquences)			
	Graves, permanents, mort F 1	Légers permanents F 2	Blessure F 3	Mineurs F 4
Fréquent P1	Élevé GI 1	Élevé GI 1	Élevé GI 1	Modéré GI 2
Possible P2	Élevé GI 1	Élevé GI 1	Modéré GI 2	Faible GI 3
Rare P3	Modéré GI 2	Modéré GI 2	Faible GI 3	Négligeable GI 4
Improbable P4	Faible GI 3	Faible GI 3	Négligeable GI 4	Négligeable GI 4
Presque impossible P5	Négligeable GI 4	Négligeable GI 4	Négligeable GI 4	Négligeable GI 4

3.3 Exemples de travaux de maintenance et réparation

Ce texte s'adresse à un technicien expérimenté ou un technicien mécatronique en technologie de réfrigération qui est formé dans la manipulation de fluides et d'installations frigorifiques. Les étapes de travail normales qui sont habituellement nécessaires ne sont donc pas décrites.

3.3.1 Réparation du compresseur sans zone Ex – remplacement de la plaque à clapets

Exemple : remplacement d'une plaque à clapets d'un compresseur à piston hermétique accessible avec fluide frigorigène R454C de la classe A2L. Le compresseur fait partie d'un système interconnecté dans une salle de machines.

Outils particuliers ou conditions préalables :

- Détecteur de gaz A2L mobile
- Détecteur de fuite A2L
- Extincteur A2L
- Installation de récupération A2L
- Pompe à vide avec interrupteur externe, en dehors de la salle

- Ventilateur additionnel
- Outils A2L sans risque de formation d'étincelles – pas nécessaires
- Éviter la zone Ex ! Éviter des fuites/contrôler l'étanchéité !

Étapes de travail ou conditions préalables :

1. Personnel formé
2. Lire/demander l'évaluation des risques de l'installation
3. Préparer l'extincteur pour A2L
4. Installer des plaques d'avertissement surtout là où le fluide frigorigène est récupéré
5. Mettre le compresseur/l'installation frigorifique hors tension
6. Activer la ventilation
 - a. Installer un ventilateur additionnel
7. Entrer avec un détecteur de gaz / vérifier régulièrement avec un détecteur de gaz mobile ou installé en permanence
8. Fermer les vannes d'arrêt du compresseur
9. Dépressuriser
 - a. Évacuer de petites quantités de substances gazeuses vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
10. Activer le réchauffeur d'huile
11. Mettre le compresseur sous vide
 - a. Diriger la sortie de la pompe à vide vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
12. Remplir le compresseur d'azote
13. Ouvrir le compresseur et remplacer la plaque à clapets
 - a. Surveiller la concentration de gaz à l'aide d'un détecteur de gaz mobile
 - b. Interrompre le travail si la concentration de gaz atteint le niveau d'alarme et attendre jusqu'à ce qu'un ventilateur soit disponible
14. Fermer le compresseur
15. Utiliser de l'azote pour contrôler l'étanchéité
16. Mettre le compresseur sous vide
17. Ouvrir les vannes d'arrêt du compresseur
18. Enlever les plaques d'avertissement
19. Remettre le compresseur en service

3.3.2 Remplacement du compresseur sans zone Ex

Exemple : remplacement d'un compresseur à piston hermétique accessible avec fluide frigorigène R454C de la classe A2L. Le compresseur fait partie d'un système interconnecté dans une salle de machines. La salle est légèrement ventilée. Aucune fuite n'est présente.

Outils particuliers ou conditions préalables :

- Détecteur de gaz A2L mobile
- Détecteur de fuite A2L

- Extincteur A2L
- Installation de récupération A2L
- Pompe à vide avec interrupteur externe, en dehors de la salle
- Ventilateur additionnel
- Outils A2L sans risque de formation d'étincelles – pas nécessaires
- Éviter la zone Ex ! Éviter des fuites/contrôler l'étanchéité !

Étapes de travail ou conditions préalables :

1. Personnel formé
2. Lire/demander l'évaluation des risques de l'installation
3. Préparer l'extincteur pour A2L
4. Installer des plaques d'avertissement surtout là où le fluide frigorigène est récupéré
5. Mettre le compresseur/l'installation frigorifique hors tension
6. Activer la ventilation
 - a. Installer un ventilateur additionnel
7. Entrer avec un détecteur de gaz / vérifier régulièrement avec un détecteur de gaz mobile ou installé en permanence
8. Fermer les vannes d'arrêt du compresseur
9. Dépressuriser
 - a. Évacuer de petites quantités de substances gazeuses vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
10. Activer le réchauffeur d'huile
11. Mettre le compresseur sous vide
 - a. Diriger la sortie de la pompe à vide vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
12. Remplir le compresseur d'azote
13. Démonter le compresseur
 - a. Laisser les vannes d'arrêt sur les conduites
 - b. Contrôler l'étanchéité des vannes d'arrêt à l'aide du détecteur de fuite
 - c. Fermer les raccords du compresseur avec des brides ou des vannes de manière étanche
 - d. Mettre le compresseur démonté sous vide
 - e. Remplir le compresseur démonté d'azote
14. Appliquer un autocollant d'avertissement « Gaz inflammable » sur le compresseur pour le retour
15. Installer le compresseur de rechange
16. Mettre le compresseur de rechange sous vide
17. Ouvrir les vannes d'arrêt du compresseur
18. Enlever les plaques d'avertissement
19. Remettre le compresseur en service

3.3.3 Remplacement du compresseur dans une zone Ex, fuite au niveau du compresseur

Exemple : remplacement d'un compresseur à piston hermétique accessible avec fluide frigorigène R454C de la classe A2L. Le compresseur fait partie d'un système interconnecté dans une salle de machines. La salle est légèrement ventilée. Une fuite est présente, possiblement au niveau du compresseur, et du fluide frigorigène inflammable est dispersé dans l'air ambiant.

Outils particuliers ou conditions préalables :

- Détecteur de gaz A2L mobile
- Détecteur de fuite A2L
- Extincteur A2L
- Installation de récupération A2L
- Pompe à vide avec interrupteur externe, en dehors de la salle
- Ventilateur additionnel
- Outils A2L sans risque de formation d'étincelles – pas nécessaires
- Éviter la zone Ex ! Éviter des fuites/contrôler l'étanchéité !

Premier objectif : éliminer la zone Ex et travailler ensuite avec un outil de routine A1 !

Étapes de travail ou conditions préalables :

1. Personnel formé
2. Lire/demander l'évaluation des risques de l'installation
3. Préparer l'extincteur pour A2L
4. Installer des plaques d'avertissement surtout là où le fluide frigorigène est récupéré
5. Mettre le compresseur/l'installation frigorifique hors tension
 - a. Toutes les installations dans la salle des machines
 - b. Laisser le système d'avertissement de gaz en marche
6. Activer la ventilation
 - a. Installer un ventilateur additionnel
7. Contrôler la zone d'évacuation du ventilateur pour assurer la sécurité des personnes
 - a. Installer des plaques d'avertissement surtout là où le fluide frigorigène est récupéré
8. Entrer avec un détecteur de gaz / vérifier régulièrement avec un détecteur de gaz mobile ou installé en permanence
9. Localiser la fuite et l'éliminer !
 - a. Si la fuite est au niveau du compresseur : Fermer les vannes d'arrêt du compresseur
 - b. Si la fuite se trouve à un autre point : fermer ce composant de l'installation
10. Sortir et attendre jusqu'à ce que l'atmosphère ne soit plus inflammable
11. Continuer à travailler sans zone Ex
12. Si la fuite se trouve à un autre point de l'installation
 - a. Remplir ce composant de l'installation d'azote
 - b. Éliminer la fuite
 - c. Mettre le composant de l'installation sous vide

- d. Ouvrir le composant de l'installation
13. Fermer les vannes d'arrêt du compresseur
14. Dépressuriser
 - a. Évacuer de petites quantités de substances gazeuses vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
15. Activer le réchauffeur d'huile
16. Mettre le compresseur sous vide
 - a. Évacuer de petites quantités de substances gazeuses vers l'extérieur où des plaques d'avertissement sont installées
17. Remplir le compresseur d'azote
18. Démonter le compresseur
 - a. Laisser les vannes d'arrêt sur les conduites
 - b. Contrôler l'étanchéité des vannes d'arrêt à l'aide du détecteur de fuite
 - c. Fermer les raccords du compresseur avec des brides ou des vannes de manière étanche
 - d. Si la fuite était au niveau du compresseur, le fermer ou étancher pour éviter la pénétration d'air
 - e. Mettre le compresseur démonté sous vide
 - f. Remplir le compresseur démonté d'azote
19. Appliquer un autocollant d'avertissement « Gaz inflammable » sur le compresseur pour le retour
20. Installer le compresseur de rechange
21. Mettre le compresseur de rechange sous vide
22. Ouvrir les vannes d'arrêt du compresseur
23. Remettre le compresseur en service
24. Faire l'appoint de fluide frigorigène
25. Enlever les plaques d'avertissement

3.4 Remplacement du fluide frigorigène par un fluide classé A2L sans ou avec zone Ex limitée

Exemple : une petite installation frigorifique existante doit être convertie du R404A au fluide frigorigène R454C inflammable de la classe A2L. Une zone Ex doit être évitée autant que possible.



Information

Les fluides frigorigènes A2L ne peuvent être utilisés dans des installations existantes que si les normes de sécurité et les réglementations locales le permettent.
Les mesures de sécurité nécessaires doivent être prises. Selon le cas, il peut s'agir d'une pièce de taille suffisante, d'une ventilation suffisante ou d'un système d'alerte au gaz qui coupe le système électrique dans la zone de danger et déclenche une alarme dans la salle et à l'extérieur.
L'évaluation des risques doit être effectuée avant la conversion !

Outils particuliers ou conditions préalables :

- Détecteur de gaz A2L mobile
- Détecteur de fuite A2L
- Extincteur A2L
- Installation de récupération A2L

- Pompe à vide avec interrupteur externe, en dehors de la salle
- Ventilateur additionnel
- Outils A2L sans risque de formation d'étincelles – pas nécessaires

Étapes de travail ou conditions préalables :

1. Personnel formé
 2. Vérifier la compatibilité des composants avec le nouveau fluide frigorigène A2L
 - a. Contrôler à l'aide des fabricants ou en consultant leurs documentations/applications
 3. Lire/demander l'évaluation des risques de l'installation
 4. Vérifier si la ventilation de la salle est adaptée aux fluides A2L
 5. Localiser l'interrupteur principal
 6. Préparer l'extincteur pour A2L
 7. Installer des plaques d'avertissement surtout là où le fluide frigorigène est récupéré
 8. Mettre le compresseur/l'installation frigorigène hors tension
 9. Contrôler l'étanchéité à l'aide d'un détecteur de fuite R404A
 10. Aspirer le côté basse pression avec le compresseur
 11. Aspirer le R404A avec le dispositif d'aspiration à la pression la plus basse possible (de petits résidus du R404A peuvent rester dans l'installation)
 12. Activer le réchauffeur d'huile
 13. Remplacer l'huile si elle est décolorée
 14. Mettre l'installation sous vide
 15. Remplacer les composants nécessaires
 16. Utiliser de l'azote pour contrôler l'étanchéité
 17. Contrôler les pressostats
 - a. Régler l'interrupteur de la pression d'aspiration pour éviter le fonctionnement en pression subatmosphérique
 18. Mettre l'installation sous vide
 19. Commencer à remplir l'installation de fluide frigorigène A2L
 - a. Le détecteur de gaz portable pour A2L et la ventilation doivent être activés
 20. Appliquer un autocollant « Gaz inflammable » sur le compresseur et l'installation
 21. Appliquer un autocollant « Gaz inflammable » sur la face extérieure de la porte de la salle des machines
 22. Mettre à jour le cahier de l'installation concernant le nouveau type de fluide frigorigène A2L et sa quantité
 - a. Noter les nouvelles valeurs de commutation des pressostats
 23. Mettre à jour les instructions de service de l'installation concernant le nouveau fluide frigorigène
 24. Mettre à jour l'évaluation des risques pour le produit et le milieu de travail concernant le fluide frigorigène A2L
- Informations supplémentaires relatives à l'adaptation du fluide frigorigène et la compatibilité des matières:
- AT-540: Retrofit R22 or R404A/R507A - Step by step

4 Listes de contrôle (PDF)

Documents liés

[Checkliste _Checklist_liste de contrôle.pdf \(Resources/pdf/9007199590916235.pdf\)](#)