



THERMO-TEC[®]
KLIMAGERÄTE

KÄLTEMITTEL INFO

Aufstellhinweise für Kaltwassersätze
mit A2L Kältemittel



Inhalt

1. Allgemeines zu A2L Kältemitteln	3
1.1. Begriffsbestimmung zur Bewertung der A2L-Kältemittel:	3
2. Umgang mit A2L Kältemitteln	5
2.1. Sicherheitshinweise	5
2.2. Werkzeuge für A2L-Kältemittel	6
2.3. Transport	6
2.4. Lagerung	6
3. Aufstellungsbereiche von kältemittelführenden Bauteilen	7
3.1. Außenaufstellung	7
3.2. Personenaufenthaltsbereich	8
3.3. Maschinenräume	8
3.4. Sonstiges	13
4. Hydraulischer Wasserkreislauf	14
5. Service	15
6. Sicherheitsvorschriften für das Betreiben von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln	17

1. Allgemeines zu A2L Kältemitteln

Klassifizierung der Kältemittel in Hinblick auf Entflammbarkeit und Giftigkeit gemäß ASHRAE, ISO 817 und DIN EN 378.

A3	B3	Höhere Brennbarkeit
A2	B2	Brennbar
A2L	B2L	Geringe Brennbarkeit
A1	B1	Keine Brennbarkeit
Geringe Toxizität	Hohe Toxizität	

1.1. Begriffsbestimmung zur Bewertung der A2L-Kältemittel:

ATEL

Expositionsgrenzwert für die akute Toxizität (acute toxicity exposure limit)

Nach der Europäischen Norm DIN EN 378 bestimmte maximal empfohlene Kältemittelkonzentration, die dazu dient, im Falle einer Freisetzung von Kältemittel die Gefährdungen für Personen im Zusammenhang mit der akuten Toxizität (Giftigkeit) zu vermindern.

ODL

Grenzwert für Sauerstoffmangel (oxygen deprivation limit)

Konzentration an einem Kältemittel oder sonstigen Gas, bei der unzureichend Sauerstoff für die normale Atmung zur Verfügung steht.

LFL (auch UEG) untere Explosionsgrenze (lower flammability limit)

geringste (minimale) Konzentration eines Kältemittels, die in einem homogenen Gemisch aus Kältemittel und Luft mit selbständiger Flammenausbreitung gezündet werden kann. Unterhalb der LFL ist die Konzentration nicht hoch genug, um eine Flamme aufrechtzuerhalten

UFL (auch OEG) obere Explosionsgrenze (upper flammability limit)

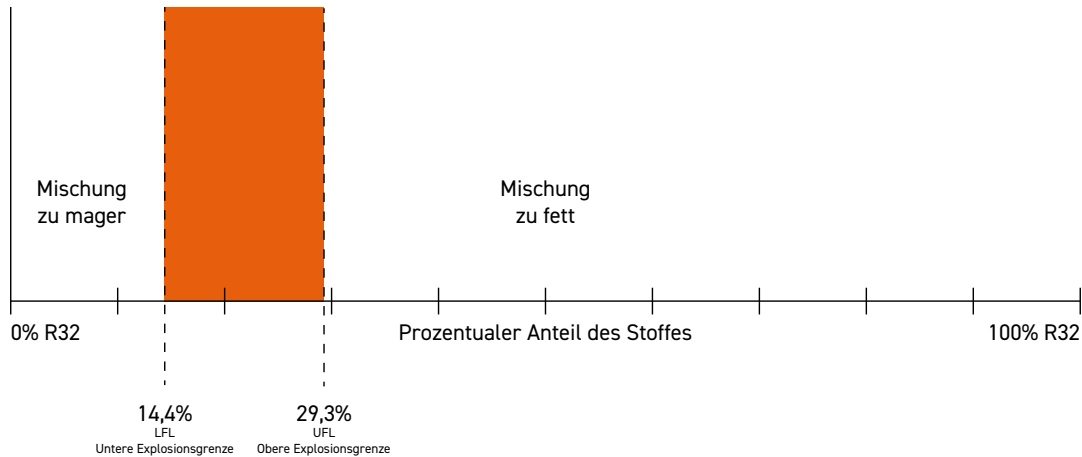
Maximale Konzentration eines Kältemittels, die in einem homogenen Gemisch aus Kältemittel und Luft mit selbständiger Flammenausbreitung gezündet werden kann. Oberhalb der UFL ist die Konzentration zu hoch, und es ist zu wenig Sauerstoff in der Luft, um das Gemisch zu entzünden.



HINWEIS

HINWEIS!

Je niedriger die LFL (UEG), desto höher die Gefahr, weil eine Leckage schneller zu einer brennbaren Konzentration führen kann. Je größer der Unterschied zwischen UFL (OEG) und LFL (UEG), desto breiter ist das Fenster an möglichen Konzentrationen, bei denen es zu einer Entzündung kommen kann.



Praktischer Grenzwert (PL)

Für die vereinfachte Berechnung eingesetzte Konzentration, die dazu dient, die maximal annehmbare Kältemittelmenge in einem Personen-Aufenthaltsbereich (nicht gültig für Außenaufstellung und / oder Maschinenräume) zu bestimmen.

Bezeichnung nach ASHRAE/ISO817	R1234ze	R32	R454B	R452B	R290 (Propan)	R513A
PED-Gruppe [1]	2	1	1	1	1	2
Sicherheitsklassifizierung nach ASHRAE	A2L	A2L	A2L	A2L	A3	A1
Ozonabbaupotenzial (R-11 = 1)	0	0	0	0	0	0
GWP Wert / AR5 (AR4) (CO ₂ = 1)	<1 (7)	677 (675)	466 (467)	676 (698)	3 (3)	573 (631)
Zusammensetzung (Gew.-%)	R1234ze = 100%	R32 = 100%	R32 = 68,9% R1234yf = 31,1%	R32 = 67% R125 = 7% R1234yf = 26%	R290 = 100%	R134a = 44% R1234yf = 56%
Siedepunkt (1 atm) [2]	-19	-52	-51	-51	-42	-29,1
Praktischer Grenzwert PL (kg/m ³)	0,061	0,061	0,039	0,062	0,008	0,319
ATEL/ODL (jeweils geringster Wert) (kg/m ³) [3]	0,28	0,30	0,358	0,36	0,009	0,319
ATEL (kg/m ³)	0,28	0,30	0,435	0,467	0,009	- [7]
LFL (kg/m ³) [5]	0,303 [4]	0,307 (14,4%)	0,303	0,31 (11,9%)	0,038 (1,7%)	- [8]
UFL (kg/m ³)	0,569 [4]	0,559	0,569			- [8]
Brenngeschwindigkeit (cm/s) [6]	~0	6,7	5,2	3,0	46	- [8]
Mindestzündenergie (mJ) (ASTM E582-13)* 54 °C	61000 – 64000	30 – 100	100 – 300	100 – 300	0,25	- [8]
Molekulare Masse (g/mol)	114	52	62,61	103,5	44,1	108,4
Dichte (kg/m ³)	4,66	2,13	2,6	2,63	1,80	4,26
Selbstentzündungstemperatur (°C) (ASTM E659-15)	368	648	498	- [7]	470	- [7]

- [1] PED = Druckgeräterichtlinie (en: Pressure Equipment Directive) 2014/68/EU.
- [2] Temperatur der gesättigten Flüssigkeit
- [3] Expositionsgrenzwert für die akute Toxizität (ATEL) oder Grenzwert für Sauerstoffmangel (ODL), es gilt der jeweils kleinere Wert.
- [4] R1234ze zündfähig bei 60 °C, jedoch nicht bei 23 °C
- [5] bei 23 °C
- [6] Flammenausbreitung bei 22,5 °C
- [7] nicht bestimmt
- [8] nicht brennbar



HINWEIS

HINWEIS!

Die hier genannten Kennzahlen geben noch keine direkte Auskunft über die maximal zulässige Kältemittelfüllmenge. Je nach Installationsort und Anwendung kommen sie in verschiedenen Berechnungsformeln zum Einsatz und dienen als Referenzwert.

2. Umgang mit A2L Kältemitteln

2.1. Sicherheitshinweise

**ACHTUNG****VORSICHT!**

- Beachten Sie bei allen Arbeiten die Angaben aus der DIN EN 378 und die Herstellerangaben.
- Führen Sie sämtliche Arbeiten nur aus, wenn Sie gemäß BRG 500 und DIN EN 378 über die entsprechende Sachkunde verfügen.
- Wie viele Kältemittel sind auch R1234ze, R32 und R454B schwerer als Luft und sammeln sich daher am Boden an. In Räumlichkeiten können dadurch unter Umständen Konzentrationen erreicht werden, die eine erstickende oder zündfähige Atmosphäre hervorrufen. Um dies zu vermeiden, ist es erforderlich, für ausreichend Belüftung des Arbeitsumfeldes zu sorgen. Besteht in einem Raum mit unzureichender Belüftung ein Leck im Kältemittelsystem, ist offenes Feuer bzw. ein längerer Aufenthalt von Personen so lange zu vermeiden, bis das Arbeitsumfeld ordnungsgemäß belüftet wird.
- Dieselbe Vorsichtsmaßnahme ist bei Hartlötarbeiten einzuhalten.
- Sorgen Sie vor Arbeitsbeginn für ausreichende Belüftung, falls während der Arbeiten Kältemittel austritt. Kommt das Kältemittel mit Flammen in Kontakt, können giftige Gase entstehen.
- Halten Sie bei der Installation oder Wartung Zündquellen wie Gasverbrennungsgeräte oder elektrische Heizgeräte fern vom Arbeitsumfeld.
- Achten Sie beim Installieren oder Bewegen einer Anlage darauf, dass keine Fremdstoffe wie z.B. Luft in den Kältekreislauf eindringen. Die Vermischung mit Luft oder anderen Gasen führt zu ungewöhnlich hohem Druck im Kältekreislauf und kann die Anlage nachhaltig schädigen.
- Nach Beendigung der Installationsarbeiten muss sichergestellt werden, dass kein Kältemittel ausgetreten ist.

**GEFAHR****GEFAHR!**

- Ist Kältemittel in den Raum entwichen, ist sicherzustellen, dass keine Zündquellen vorhanden sind, es ist für gute Belüftung sorgen, Geräte spannungsfrei schalten, offene Flammen vermeiden.
- Vor Reparaturarbeiten an der Kälteanlage Kältemittel in gekennzeichnete Recycling-Kältemittelflasche absaugen.
- Bei Arbeiten an der Kälteanlage auf ausreichende Belüftung achten.
- Bei Lötarbeiten sicherstellen, dass sich kein Kältemittel im Kältesystem befindet (kein Restdruck), bei Bedarf Rohrleitungen vorher mit Stickstoff spülen.
- Stellen Sie bei Lötarbeiten eine Veränderung der Lötflamme (Größe, Form, Farbe) fest, sofort Arbeit stoppen und Raum gut belüften.
- Denken Sie daran, dass im Öl Kältemittel gelöst ist und entweichen kann.
- Ausgebaute Verdichter mit Stickstoff füllen und verschließen.
- Vor dem Befüllen den Kreislauf gut evakuieren
- Nach dem Befüllen prüfen, ob Druck mit der Temperatur übereinstimmt, damit ausgeschlossen werden kann, dass sich Fremdgas im System befindet.
- Verhindern, dass Luft in das Kältesystem gelangen kann (Anlage nicht im Unterdruck betreiben, Niederdruckbegrenzer einsetzen).
- Füllschläuche regelmäßig auf Beschädigung und Undichten prüfen.
- Kältemittelflaschen nicht überfüllen (max. 80% des Volumens), flüssige Kohlenwasserstoffe haben etwa nur die halbe Dichte von F-Gasen.
- Grobdichtheitsprüfung der Kälteanlage durch Druckstandprobe mit Stickstoff und Lecksuchspray. Feindichtheitsprüfung mit elektronischem Lecksuchgerät für Kohlenwasserstoffe.

2.2. Werkzeuge für A2L-Kältemittel

- Vakuumpumpe (mit amtlicher Zulassung für A2L-Kältemittel)
- Absauggerät (mit amtlicher Zulassung für A2L-Kältemittel)
- Elektronische Füllwaage (mit amtlicher Zulassung für A2L-Kältemittel)
- Elektronisches Lecksuchgerät A2L zertifiziert
- Lüftungsventilator in ATEX-Ausführung
- Kältemittelflasche aus Stahl, Linksgewinde
- Manometer-Armatur für A2L-Kältemittel

2.3. Transport

Der Transport der Geräte muss in voller Übereinstimmung mit den örtlichen Vorschriften erfolgen. Die maximale Menge an Kältemittel, die transportiert werden darf, wird durch die jeweils gültigen Transportvorschriften bestimmt. Für den Transport in Europa ist das Europäische Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR) anzuwenden.

Diese Verordnung erlaubt eine partielle Freistellung, wenn die Gesamtmenge des auf demselben LKW beförderten Kältemittels 1000 Punkte nicht überschreitet (1 kg A2L entspricht 3 Punkte; 1 kg A1 entspricht 1 Punkt).

So könnte beispielsweise ein LKW wie folgt beladen werden:

10 Geräte mit 100 kg R-410 pro Gerät à Gesamtpunktzahl: 1000

10 Geräte mit 33 kg R-454B pro Gerät à Gesamtpunktzahl: 1000

4 Geräte mit 200 kg R-410 pro Gerät + 2 Geräte mit 33 kg R-454B pro Gerät à Gesamtpunktzahl: 1000

Die partielle Freistellung vom ADR ermöglicht sehr einfache Gegenmaßnahmen für Risiken beim Transport, wie z.B. das Vorhandensein von:

- Einem Feuerlöscher in jedem Fahrzeug
- Einer Ex-geschützten Taschenlampe in jedem Fahrzeug
- Einem roten Etikett auf der Außenverpackung (bereits im Werk angebracht)



GEFAHR

GEFAHR!

- Das Gerät ist mit Sicherheitsventilen ausgestattet, die Kältemittel freisetzen können wenn das Gerät hohen Temperaturen ausgesetzt ist.
- Die Transporttemperatur darf 50 °C nicht überschreiten.

2.4. Lagerung

Luftgekühlte Geräte zur Außenaufstellung sind für die Installation im Freien konzipiert. Daher muss auch die Lagerung der Geräte aus Sicherheitsgründen im Freien erfolgen. Geräte zur Innenaufstellung können unter den folgenden Voraussetzungen auch innerhalb des Gebäudes gelagert werden:

Werden die Geräte in einem geschlossenen Raum gelagert, muss der Raum die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Gut belüftet und frei von brennbaren Stoffen oder Abfall
- Frei von Zündquellen wie Steckdosen, Lampen und Schaltern, Elektromotoren und ähnlichen Geräten
- Ohne Sonneneinstrahlung und außerhalb des Bereichs von Wärmequellen
- Die Lagerfläche muss mit Sicherheitszeichen versehen sein
- Es müssen entsprechenden Brandschutzmaßnahmen getroffen worden sein.

Grundsätzlich muss die Lagerung der Geräte in Übereinstimmung mit den geltenden Vorschriften, den örtlichen Gesetzen und Bauvorschriften erfolgen.



GEFAHR

GEFAHR!

- Das Gerät ist mit Sicherheitsventilen ausgestattet, die Kältemittel freisetzen können wenn das Gerät hohen Temperaturen ausgesetzt ist.
- Die Transporttemperatur darf 50 °C nicht überschreiten.

3. Aufstellungsbereiche von kältemittelführenden Bauteilen

Das folgende Kapitel beschreibt die möglichen Aufstellungsbereiche von kältemittelführenden Bauteilen und Geräten sowie deren spezielle Anforderungen.

Installieren Sie die Geräte für die Außenaufstellung nicht innerhalb des Gebäudes, eines Maschinenraums oder eines Kellers.

Der Installateur muss ausreichend geschützte Unterlagen bereitstellen, die in der Nähe des Betriebsorts des Geräts aufbewahrt werden und gut lesbar sind. Sie müssen mindestens Angaben zur Entflammbarkeit des Kältemittels enthalten (vgl. EN 378-2: 2016, 6.4.3.3).

Der Schaltschrank ist so konstruiert, dass eine gefährliche Kältemittelkonzentration im Falle einer Leckage vermieden werden kann. Der Schaltschrank darf nicht durch Hinzufügen von Löchern oder Entfernen von Kabelverschraubungen verändert werden. Beachten Sie bei der Verkabelung zwingend die folgenden Punkte:

- Führen Sie die Kabel nur an der für die Kabeldurchführung bestimmten Stelle ein.
- Bohren Sie die Platte an einer geeigneten Stelle für die Kabeldurchführung auf und verwenden Sie passende Kabelverschraubungen, um den Schaltschrank abzudichten.

3.1. Außenaufstellung

Kälteanlagen, die im Freien aufgestellt werden, sind so anzuordnen, dass kein Kältemittel durch Leckage in das Gebäude gelangen oder auf andere Weise Personen oder Eigentum gefährden kann. Das Kältemittel darf bei einer Leckage nicht in Belüftungsöffnungen für Frischluft, Türöffnungen, Bodenklappen oder andere ähnliche Öffnungen eindringen kann. Eine Schutzabdeckung für im Freien aufgestellte kältetechnische Komponenten muss mit einer natürlichen oder Zwangsbelüftung versehen sein.

Bei Kälteanlagen, die im Freien an einem Ort aufgestellt werden, an dem sich freigesetzte Kältemittel ansammeln kann, z.B. unter Erdgleiche, müssen bei der Aufstellung die Anforderungen an Gasnachweissysteme und die Belüftung von Maschinenräumen erfüllt werden. Für Kältemittel der Klassen A2, A2L und A3 müssen die Anforderungen bezüglich Zündquellen nach EN 378-2, angewandt werden, sofern zutreffend.

Ein Raum, in dem mindestens eine der längeren Wände nach außen offen ist, einen freien Querschnitt von 75 % aufweist und mindestens 80 % der Wandfläche, ausmacht, gilt als Raum im Freien.

Anforderungen:

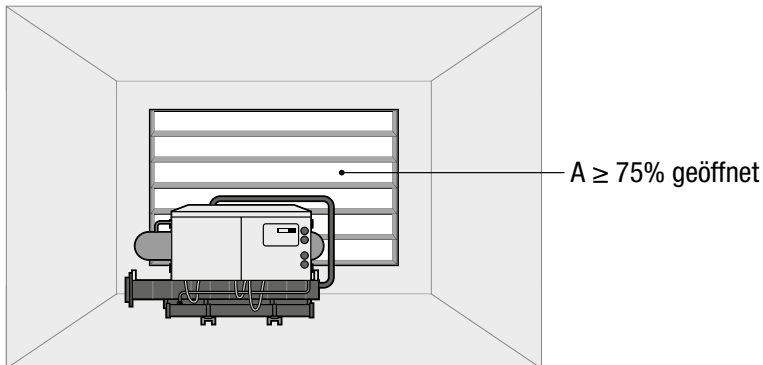
- Sollten Anlagenbauteile im Freien an einem Ort aufgestellt werden, an dem sich freigesetztes Kältemittel ansammeln kann, müssen die Anforderungen an Gasnachweissysteme und die Belüftung von Maschinenräumen erfüllt werden. Es muss gewährleistet werden, dass sich Kältemittel nicht in größeren Mengen ansammeln kann. Kältemitteldetektoren und Lüfter können hier Abhilfe schaffen.
- Anlagen, die mehr als 10 kg A2L-Kältemittel enthalten, müssen deutlich sichtbar gekennzeichnet sein (meist schon werkseitig auf dem Gerät angebracht). Ein Hinweis, dass Rauchen, offene Flammen und andere potenzielle Zündquellen zu vermeiden sind, muss vorhanden sein.
- Anlagenbauteile, die im Freien stehen, sind so anzuordnen, dass kein Kältemittel durch Leckage in das Gebäude gelangen oder auf andere Weise Personen oder Eigentum gefährden kann. Daher muss die Montage in der Nähe von Belüftungsöffnungen für Frischluft, Türöffnungen, Bodenklappen oder ähnlichen Öffnungen stets vermieden werden.
- Innerhalb der Geräte befindet sich ein Teil der kältemittelführenden Bauteile innerhalb einer geschlossenen Struktur. Ein entzündliches Gemisch kann sich daher im Falle einer Leckage über die Abmessungen des Gerätes erstrecken, im Besonderen, wenn Türen oder Paneele geöffnet werden. Eine Risikobeurteilung ist durchzuführen, um die Anforderungen an den Standort des Gerätes zu bestimmen.
- Die Kaltwassersätze und Wärmepumpen sind mit Sicherheitsventilen ausgestattet, die Kältemittel im Falle eines Überdrucks in die Atmosphäre emittieren. Die Abblasleitungen müssen vom Gerät hin in eine offene Sicherheitszone 1 m oberhalb des Bodens und fernab von potentiellen Zündquellen (elektrische Geräte, heiße Oberflächen, Flammen usw.) geführt werden.



HINWEIS

HINWEIS!

Befinden sich alle kältemittelführenden Bauteile im Freien (Außenaufstellung) oder in einem Maschinenraum, ist keine Begrenzung der Kältemittelfüllmenge vorgeschrieben.



3.2. Personenaufenthaltsbereich

Aufgrund der Spezifizierung von Kaltwassersätzen auf Anwendung in technischen Bereichen wird eine Aufstellung der Kaltwassersätze in Personenaufenthaltsbereichen nicht erfolgen. Somit erfolgen hier keine Hinweise über eine derartige Aufstellung. Wünschen Sie jedoch dazu weiterführende Informationen, so können diese jederzeit bei THERMO-TEC Klimageräte GmbH abgefordert werden.

3.3. Maschinenräume

Diese Klassifizierung gilt, sobald sich kältemittelführende Bauteile in einem vollständig umschlossenen Raum oder Gehäuse befinden, der nur befugten Personen zugänglich ist und zur Aufstellung von Teilen oder der gesamten Kälteanlage dient. Ein Maschinenraum darf weitere Bauteile enthalten, sofern die Anforderung die Aufstellung mit der Anforderung an die Sicherheit der Kälteanlage kompatibel ist. (z.B. Heizthermen oder ähnliche Geräte könnten die maximal zulässige Oberflächentemperatur überschreiten und wären in diesem Fall nicht zulässig für die Aufstellung mit dem Kaltwassersatz/Wärmepumpe in einem Raum).



HINWEIS

HINWEIS!

Befinden sich alle kältemittelführenden Bauteile im Freien oder in einem Maschinenraum, ist keine Begrenzung der Kältemittelfüllmenge vorgeschrieben. Ein Maschinenraum für Kaltwassersätze oder Wärmepumpen mit A2L-Kältemittel muss mit speziellen Sicherheitsstandards ausgerüstet werden. Die Anforderungen sind in der DIN EN 378-3 : 2017; Abschnitt 5 definiert und werden im Folgenden erläutert.

Allgemeine Hinweise

- Die Errichtung des Maschinenraums muss den örtlichen und nationalen Vorschriften entsprechen.
- Es muss eine Risikoanalyse auf Grundlage des Sicherheitskonzeptes für die Kälteanlage durchgeführt werden, um zu ermitteln, ob die Aufstellung des Kaltwassersatzes oder der Wärmepumpe in einem „separaten Kältemaschinenraum“ notwendig ist. Es dürfen keine Geräte im gleichen Raum untergebracht werden, die eine Oberflächentemperatur von 80 % der Selbstentzündungstemperatur des Kältemittels überschreiten oder eine Zündquelle darstellen, die nicht über einen Kältemitteldetektor abgeschaltet werden kann.
Selbstentzündungstemperatur: R1234ze = 368 °C; R32 = 648 °C ; R454B = 498
- Elektrische Betriebsmittel (z. B. auch Lüftungsgeräte, Pumpen usw.) die in Maschinenräumen für Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln zum Einsatz kommen, müssen für explosionsgefährdeter Bereich geeignet sein, oder über einen Kältemitteldetektor abgeschaltet werden sobald eine Kältemittelkonzentration von 25 % der unteren Explosionsgrenze (LFL) im Maschinenraum erreicht ist. Alle elektrischen Bauteile, die bei Überschreitung der Alarmschwelle spannungsführend bleiben, z.B. Alarmer, Gasmelder, Lüftungsventilatoren und Notbeleuchtung, müssen für den Betrieb in explosionsgefährdeten Bereichen geeignet sein.

- Ist ein Gehäuse ausreichend groß um von Personen betreten werden zu können, ist es als Maschinenraum zu betrachten.
- Maschinenräume dürfen zu keiner Zeit als Personen-Aufenthaltsbereich genutzt werden. (Betreiber steht in der Pflicht dies einzuhalten) -> Bei Nichteinhaltung gilt der Maschinenraum als Zugangsbereich „C“ und die maximal mögliche Kältemittelfüllmenge ist damit begrenzt (siehe Kapitel zu Personenaufenthalt).
- Kältemittel darf nicht in benachbarte Räume, Treppenaufgänge oder Entwässerungssysteme gelangen.
- Luftführungen durch den Maschinenraum hindurch, sind nur mit einem entsprechend abgedichteten Lüftungskanal zulässig.
- Etwaige Verbrennungsanlagen oder Luftverdichter müssen über einen separaten Luftanschluss versorgt werden, damit austretendes Kältemittel nicht in die Lufteintrittsöffnung gelangen kann.
- Keine offenen Flammen (Außer zu Instandhaltungszwecken bei ausreichenden Sicherheitsvorkehrungen).
- Der Maschinenraum darf zu keiner Zeit als Lagerraum verwendet werden.

LUFT UND LÜFTUNG

Der Maschinenraum muss mit ausreichend frischer Aussenluft versorgt werden.

Eine mechanische Notlüftung ist notwendig, wenn die Konzentration der Kältemittel der Sicherheitsklasse A1 entweder den praktischen Grenzwert oder die Toxizitätsgrenze überschreitet.

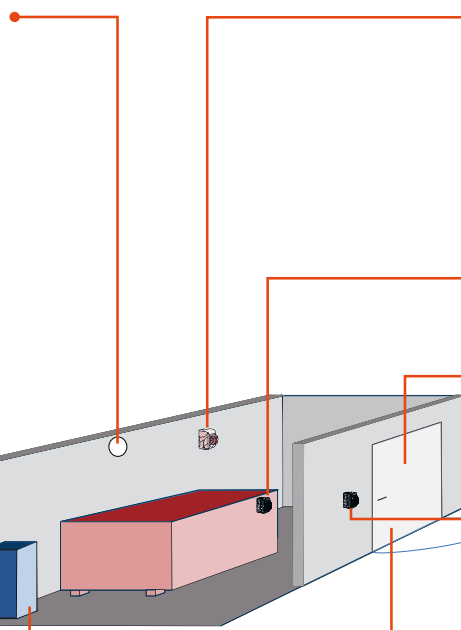
Für Kältemittel der Sicherheitsklasse A2L ist zusätzlich die untere Explosionsgrenze (LFL) zu beurteilen.

Tritt Kältemittel aus, muss sichergestellt werden, dass dieses ins Freie abgeführt wird.

Stehen andere Maschinen (Heizkessel, Druckluftkompressoren etc.) im Maschinenraum, dürfen diese keine Kältemittelgase ansaugen. Die Luft muss über ein eigenes Kanalsystem von aussen zugeführt werden.

Hinweis zu Brandmelder

Brandmelder dürfen nicht auf Kältemittelnebel reagieren. Die Priorität des Einschaltbefehls der Lüftung ist mit der zuständigen Behörde oder Gebäudeversicherung zu klären.



NOTMASSNAHMEN

Alle Maschinenräume müssen mit Kältemittel-Detektoren ausgerüstet werden, sofern der praktische Grenzwert überschritten wird. Die Kältemittel-Detektoren müssen einen Alarm auslösen, die mechanische Lüftung (Sturmlüftung) einschalten.

Not-Aus-Schalter 1: Im Maschinenraum muss ein Not-Aus-Schalter vorgesehen sein.

Ein Notausgang muss ins Freie oder in einen Notausgangskorridor führen.

Not-Aus-Schalter 2: Ausserhalb des Maschinenraums - in der Nähe der Türe - ist eine Fernabschaltung vorzusehen.

DICHTIGKEIT

Alle Stellen, an denen Rohrleitungen und Lüftungskanäle durch Wände, Decken und Böden dringen, müssen abgedichtet sein.

Maschinenräume müssen dicht sein. Kältemittel, das entweicht, darf nicht in andere Räume gelangen.

TÜREN

Die Türen müssen nach aussen öffnen und eine Feuerbeständigkeit von 1 h haben.

Übersteigt die Füllmenge der Kältemittel der Sicherheitsklasse A2L den zugelassenen praktischen Grenzwert (kg/m^3), muss der Raum entweder eine Tür haben, die direkt ins Freie führt oder die in einen Vorraum mit einer selbstschliessenden dichten Tür führt. Der Vorraum wiederum muss eine Tür haben, die ins Freie führt.

Anforderungen an den Raum

Es muss ausreichend Platz vorhanden sein um eine gute Aufstellung der Anlage und genügend Freiraum für Wartung und Instandhaltung zu gewährleisten. Eine Raummindesthöhe von 2,10 m ist erforderlich.

Feuerbeständige Böden, Decken und Wände sind erforderlich, die eine Feuerbeständigkeit von mindestens 1 Stunde aufweisen und gem. EN 1363, EN 1364 und EN 1365 konstruiert sind.

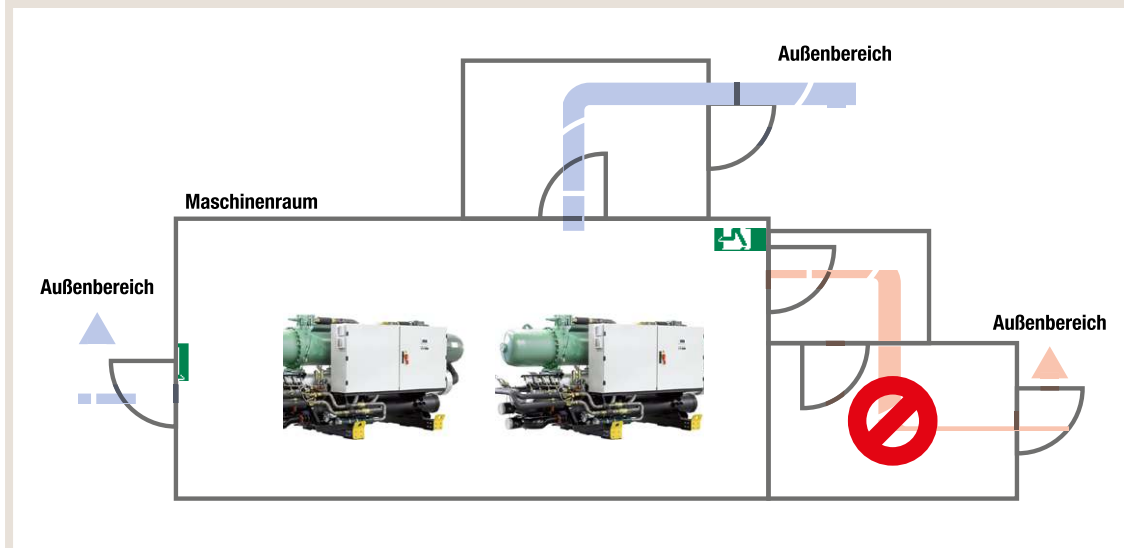
Die Türen des Maschinenraums müssen folgende Eigenschaften erfüllen:

- Ausreichende Anzahl um ein schnelles Verlassen zu gewährleisten
- Luftdicht
- Selbstschließend
- Nach Außen öffnend
- Von innen zu öffnen
- Feuerfest (mindestens 1 Stunde; Konstruktion nach EN 1363, EN 1364 und EN 1365)

Wenn die Füllmenge des größten Kreislaufs über dem praktischen Grenzwert „PL“* liegt ($R1234ze/R32 = 0,061 \text{ kg/m}^3$; $R454B = 0,06 \text{ kg/m}^3$), müssen die Türen entweder direkt, oder über maximal einen Vorraum direkt ins Freie führen (maximal zwei Türen dürfen zu öffnen sein, um das Gebäude vom inneren des Maschinenraums ins Freie verlassen zu können). Bei dem praktischen Grenzwert „PL“ handelt es sich um einen Orientierungswert, der sowohl die Brennbarkeit als auch die Toxizität eines Kältemittels beinhaltet.

* PL (practical limit): Hierbei handelt es sich um einen Orientierungswert, der sich aus Toxizität und Entflammbarkeit zusammensetzt. Für die diesem Dokument behandelten Anwendungsfälle ist dieser Wert von geringer Bedeutung.

Fluchtwege



Wanddurchführungen:

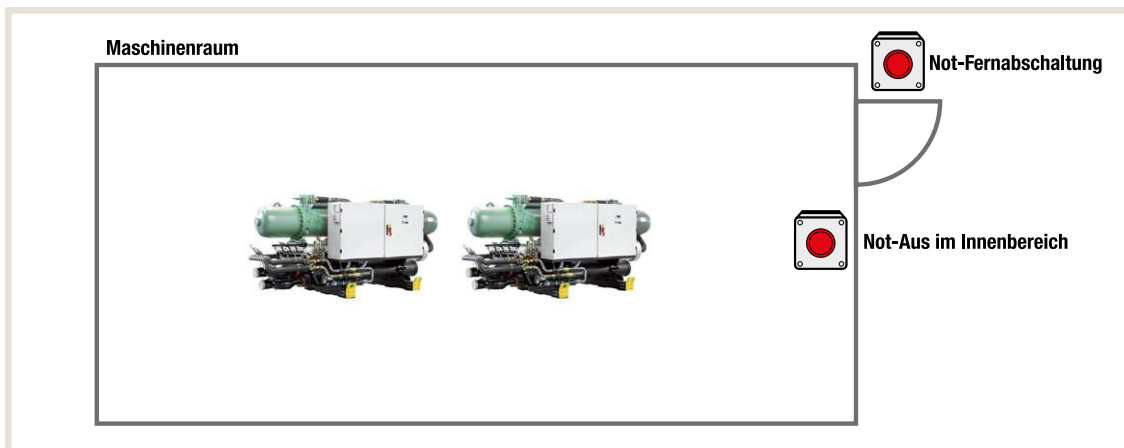
Alle Rohrleitungen und Lüftungskanäle, die durch Wände, Decken und Böden von Maschinenräumen verlaufen, müssen an den Stellen, an denen Sie durch die Wände, Decken oder Böden verlaufen, abgedichtet sein. Die Abdichtung muss mindestens gleichwertige Eigenschaften im Hinblick auf die Feuerbeständigkeit aufweisen wie die Wände, Decken und Böden selbst.

Technische Ausstattung

NOT-AUS-Schalter:

Eine Not-Fernabschaltung der Kälteanlage ist außerhalb des Maschinenraums und in der Nähe einer Tür, sowie innerhalb des Raumes vorzusehen. Die Schalter müssen EN ISO 13850 und EN60204-1 entsprechen.

Fernabschaltung



Lüftung:

Ein unabhängiges Lüftungssystem ist erforderlich. Im Normalzustand muss dieses einen vierfachen Luftwechsel pro Stunde im Maschinenraum gewährleisten. Wird die Luftwechselrate nicht erreicht, muss ein akustischer und/oder visueller Alarm ausgelöst werden.

Damit sich im Falle einer Leckage keine kritische Kältemittelkonzentration im Maschinenraum ansammeln kann, ist zusätzlich eine mechanische Notentlüftung vorzusehen. Der Luftstrom der Notentlüftung muss mindestens mit der nachfolgenden Formel berechnet werden oder einem 15-fachem Luftwechsel je Stunde entsprechen.

Formel für die Berechnung des Volumenstroms für die Notentlüftung:

$$V' = 0,014 \times m^{2/3}$$

V' : Luftvolumenstrom m^3/s

m : Kältemittelfüllmenge [kg]

Für Maschinenräume mit A2L-Kältemittel ist an dieser Stelle ein explosionsgeschützter Ventilator oder ein Ventilator mit außenliegendem Ventilatormotor zu wählen (Motor darf nicht im Luftstrom angeordnet sein). Die mechanische Notentlüftung muss mit zwei voneinander unabhängigen Notsteuerungen ausgerüstet sein von denen sich jeweils eine außerhalb und eine innerhalb des Maschinenraums befindet (siehe Abbildung – Übersicht Maschinenraumlüftung).

Die Öffnungen für die mechanische Lüftung müssen an geeigneter Stelle angeordnet sein und in entsprechender Größe dimensioniert werden, sodass tote Zonen vermieden werden und kein erneuter Luftumlauf in den Raum erfolgen kann. Die Bleche für die Lüftungskanäle müssen EN 1507 entsprechen (Informationen können beim jeweiligen Hersteller eingeholt werden) und nach den Anforderungen in EN 12236 installiert werden (DIN EN 12236; „Lüftung von Gebäuden – Aufhängungen und Auflager für Luftleitungen“). Die Kanäle müssen abgedichtet werden und bei Wanddurchführungen zu benachbarten Räumen muss mindestens die gleiche Feuerbeständigkeit gewährleistet sein wie die Türen und Wände des Maschinenraums aufweisen (Brandschutzklappen und feuerfeste Wanddurchführung)



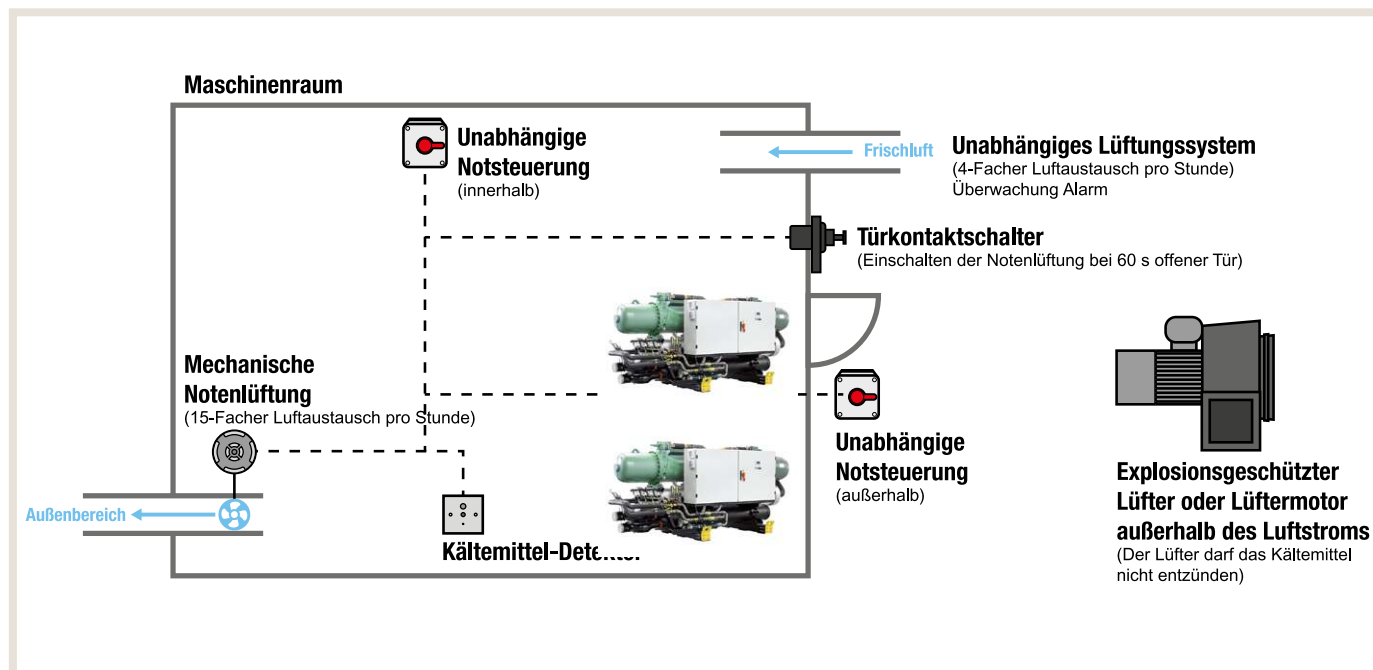
HINWEIS

HINWEIS!

Es wird empfohlen, die Abluft am Boden abzusaugen und eine Nachströmung oberhalb auf der gegenüberliegenden Seite zu realisieren. Die gängigen Kältemittel sind schwerer als Luft und werden sich daher stets am Boden ansammeln.

Die Austrittsöffnung der Entlüftung darf nicht versperrt sein, muss jedoch mit Vorrichtungen versehen sein, die ein Eindringen von Unrat, Blättern und Vögeln verhindert. Am Boden aller steigenden Leitungen, die nach außen hin offen sind, müssen ein Ablauf mit einer Auffangvorrichtung für Regenwasser sowie ein Zugang für Inspektionen vorhanden sein. Bei Maschinenräumen mit A2L Kältemittel ist ein Türkontaktschalter vorzusehen, der die Notentlüftung einschaltet, wenn die Maschinenraumtüre länger als 60 Sekunden geöffnet ist.

Maschinenraumlüftung



Beleuchtung:

Ausreichende Beleuchtung ist erforderlich. Eine fest angebrachte oder tragbare Notbeleuchtung muss zusätzlich vorhanden sein, um auch im Falle eines Stromausfalls und schlechter Sicht eine gute Evakuierung des Personals zu ermöglichen.

Kältemitteldetektor und Alarmeinrichtung:

Wenn die Kältemittelkonzentration im Maschinenraum die zulässigen Grenzwerte überschreitet muss ein Alarm auslösen, die mechanische Notentlüftung im Maschinenraum in Gang gesetzt und die Kälteanlage sowie elektrische Bauteile (sofern nicht explosionsgeschützt) abgeschaltet werden. Der Alarm muss visuell und hörbar sowohl innerhalb, als auch außerhalb des Maschinenraums warnen um gleichzeitig eine befugte Person zu informieren, die entsprechende Maßnahmen in die Wege leitet.

Der Detektor muss an einer Stelle angebracht sein, an der sich im Falle eine Leckage das Kältemittel ansammelt. Mindestens ein Detektor muss in jedem Maschinenraum angebracht werden. Je nachdem welcher Wert kritischer ist, muss am Detektor entsprechend 25% der LFL oder 50% des ATEL als Auslöseschwelle eingestellt werden. Der Detektor benötigt eine unabhängige Spannungsversorgung und muss bei Ausfall ein automatisches Störungssignal weiterleiten. -> Vergewissern Sie sich bei der Auswahl eines Detektors beim Hersteller, ob die Anforderungen der Norm (z.B. Empfindlichkeit, Ansprechzeit oder Toleranz) erfüllt werden. (Fragen Sie nach EN 14624, DIN EN 378).



HINWEIS

HINWEIS!

- In vielen Fällen sind die Detektoren bereits vom Hersteller auf das jeweilige Kältemittel voreingestellt und müssen nicht vom Installateur kalibriert werden.
- Es wird empfohlen, den Kältemitteldetektor in der Nähe des Gerätes und in Bodennähe zu installieren. Sofern der Maschinenraum nicht ebenerdig ist, wird empfohlen, den Kältemitteldetektor an der tiefsten Stelle des Raumes zu installieren. Die gängigen Kältemittel sind schwerer als Luft und werden sich daher stets am Boden ansammeln.
- Die optional mit dem Gerät bestellbaren Leckagesensoren erfüllen nicht die Anforderungen an den geforderten Kältemitteldetektor, da dieser über keine vom Gerät unabhängige Spannungsversorgung verfügt.

3.4. Sonstiges

Abblaseeinrichtungen von Druckentlastungseinrichtungen (Sicherheitsventile) müssen das Kältemittel auf eine geeignete Art und Weise an die Außenluft führen, sodass dieses nicht in Lufteintrittsöffnungen oder Fluchtwege des Gebäudes gelangen kann.

Wartungskanäle müssen den Anforderungen in EN 1366-1 und EN 1366-2 entsprechen und so abgedichtet sein, dass Leckagen von Kältemittel in den Wartungskanal auf ein Mindestmaß verringert werden; die Feuerbeständigkeit muss mindestens der der Wände und Türen entsprechen. Wartungskanäle, einschließlich Laufstegen und Kriechgängen, die Rohrleitungen für Kältemittel enthalten, müssen an einen sicheren Ort entlüftet werden, damit bei einer Leckage eine gefährliche Ansammlung von Kältemittel verhindert wird. Wartungskanäle dürfen nicht für Lüftung oder klimatisierte Luft genutzt werden.

4. Hydraulischer Wasserkreislauf

Über den wasserseitigen Wärmetauscher des Gerätes kann im Falle einer Leckage Kältemittel in den Hydraulikkreislauf entweichen. Um zu vermeiden, dass Kältemittel über Wasserleitungen in den Innenraum abgegeben werden kann, ist bei den Kaltwassersätzen und Wärmepumpen die Wasserseite des Wärmetauschers mit einem Sicherheitsventil ausgestattet, das auf 6 bar eingestellt ist, so dass Kältemittel in die Atmosphäre abgegeben werden kann.

Es liegt in der Verantwortung des Installateurs, den Wasserkreislauf (Rohrleitungen, Gebläsekonvektoren, Pufferspeicher usw.) zu planen und zu schützen. Dabei sind auch Einstellung der Sicherheitsventile, Arbeitsdruck der Pumpen, geodätische Höhe usw. zu berücksichtigen.

Die Ablassanlage der Sicherheitsventile muss von der Geräteeinhausung ins Freie und in Sicherheitszonen fernab von potenziellen Zündquellen (elektrische Geräte, heiße Oberflächen, Flammen usw.) geführt werden.

Der Hydraulikkreislauf muss so konzipiert sein, dass die Freisetzung von Kältemittel in die mit Wasser/Glykol versorgten Bereiche verhindert wird.

Zur Erfüllung dieser Anforderung ist folgendes zu beachten:

- Alle offenen Ausdehnungsgefäße/Tanks sind im Freien aufzustellen. Sind bereits offene Ausdehnungsgefäße/ Pufferspeicher im Innenbereich installiert, müssen sie durch hermetisch verschlossene Varianten ersetzt oder nach draußen versetzt werden.
- Innerhalb von Gebäuden sollten keine Sicherheitsventile verbaut werden. Wo immer möglich, sollten diese direkt außerhalb des Gebäudes angebracht werden oder an eine Leitung angeschlossen werden, über die jegliches Kältemittel ins Freie abgeleitet wird. Keinesfalls darf Kältemittel über Auslassstellen in belegte Räume gelangen (nur manuelle Entlüftung ist zulässig).
- Ist es nicht möglich, diese potenziellen Auslassstellen vom Maschinenraum ins Freie zu verlegen, so muss der Maschinenraum den Anforderungen der EN 378-3:2016, Ziffer 5 (Kältemitteldetektor, Alarme, Lüftung usw.) entsprechen.
- Jede automatische Entlüftung, die in Innenräumen am Hydraulikkreislauf installiert ist, ist nach Inbetriebnahme zu verschließen.
- Im Falle einer Reparatur des Gerätes ist der Hydraulikkreislauf auf das Vorhandensein von Kältemittel zu prüfen.

5. Service

Folgende Sicherheitsvorkehrungen sind vor Arbeiten am Kältemittelkreislauf zu treffen:

- Genehmigung für Lötarbeiten einholen (falls erforderlich);
- Sicherstellen, dass keine brennbaren Materialien im Arbeitsbereich gelagert und keine Zündquellen im Arbeitsbereich vorhanden sind;
- Sicherstellen, dass in unmittelbarer Nähe geeignete Feuerlöschgeräte (CO₂ oder Trockenpulver) vorhanden sind;
- Sicherstellen, dass der Arbeitsbereich vor Beginn der Tätigkeiten am Kältemittelkreislauf und vor Schweiß- oder Lötarbeiten ausreichend belüftet ist. Es ist ggf. eine Fremdbelüftung zu verwenden, die für das Kältemittel R454B geeignet ist, z.B. Gebläse oder Ventilatoren, die Kältemitteldämpfe (insbesondere in engen Räumen) verteilen. Dies ist eine Empfehlung, die für jedes Kältemittel gilt;
- Sicherstellen, dass geeignete Kältemitteldetektoren für brennbare Gase vorhanden und betriebsbereit sind, welche die Service-Techniker (insbesondere bei Lötarbeiten) vor einer gefährlichen Kältemittelkonzentration warnen;
- Sicherstellen, dass die verwendeten Leckage-Detektoren funkenfrei, ausreichend abgedichtet oder eigensicher sind;
- Eine entsprechende Beschilderung aufstellen, z.B.: „Rauchen verboten“ und „Betreten verboten“;
- Sicherstellen, dass alle geeigneten und benötigten Werkzeuge und die persönliche Schutzausrüstung (PSA) vorhanden sind;
- Sicherstellen, dass das gesamte Wartungspersonal eingewiesen wurde.



HINWEIS

HINWEIS!

Wenn die Installation dies zulässt, wird empfohlen, das Gerät aus der Einbauposition in eine kontrollierte Werkstattumgebung zu bringen, in der Arbeiten sicher durchgeführt werden können.

Vor Arbeiten am Kältemittelkreislauf ist wie folgt vorzugehen:

1. Kältemittel entfernen (Restdruck vermerken);
2. Kreislauf mit Inertgas (z.B. Stickstoff) spülen;
3. Auf einen Druck von 30 kPa absolut (oder 0,03 MPa) evakuieren;
4. Erneut mit Inertgas (z.B. Stickstoff) spülen;
5. Den Kreislauf öffnen.

An Rohren und Bauteilen, die Kältemittel enthalten, darf nicht gelötet werden. Vor Öffnen des Kreislaufs muss das Kältemittel abgesaugt werden. Zum Öffnen der Rohrleitungen dürfen nur Rohrschneider verwendet werden – keine offene Flamme! Vor dem Löten durch Prüfen mit einem Kältemitteldetektor sicherstellen, dass keine potenziell entflammbare Atmosphäre vorliegt. Erst Flammen verwenden, wenn die Arbeitsumgebung sicher ausreichend belüftet ist.

Sollen Verdichter oder Verdichteröle entfernt werden, sind diese auf ein entsprechendes Niveau zu evakuieren, um sicherzustellen, dass kein brennbares Kältemittel im Schmierstoff verbleibt.

Für die Kältemittelrückgewinnung dürfen nur Geräte verwendet werden, die für die Verwendung bei brennbaren Kältemitteln ausgelegt sind. Geräte für die HFKW-Kältemittelrückgewinnung wurden möglicherweise nicht für den Einsatz bei brennbaren Kältemitteln freigegeben.

Es muss sichergestellt sein, dass unter keinen Umständen eine brennbare/explosive Kältemittelkonzentration in die Nähe einer Zündquelle oder in ein Gebäude gelangt.

Nach jeder Reparatur sind die Sicherheitseinrichtungen, z.B. Kältemitteldetektoren und mechanische Lüftungssysteme, zu überprüfen und die Ergebnisse festzuhalten.

Es ist sicherzustellen, dass fehlende oder unleserliche Etiketten auf Komponenten des Kältemittelkreislaufs ersetzt werden.

Erfordern Wartung und Reparatur die Unterstützung durch andere Fachkräfte, dürfen Arbeiten nur unter der Aufsicht der für den Umgang mit brennbaren Kältemitteln zuständigen fachkundigen Person durchgeführt werden. Jede Person, die Wartung oder Instandhaltung an einem System oder zugehörigen Teilen des Geräts durchführt, muss dafür gemäß EN 13313 qualifiziert sein.

Personen, die am Gerät arbeiten, müssen über Sachkenntnisse zu den Sicherheitsaspekten im Umgang mit brennbaren Kältemitteln verfügen; dies ist durch Teilnahme an einer entsprechenden Schulung nachzuweisen. Dabei müssen folgende Bereiche abgedeckt sein:

- Kenntnis der Gesetze, Vorschriften und Normen für brennbare Kältemittel;
- Detaillierte Kenntnisse und Fähigkeiten im Umgang mit brennbaren Kältemitteln, persönlicher Schutzausrüstung, Prävention von Kältemittelleckage, Handhabung von Kältemittelflaschen, Befüllung, Lecksuche, Rückgewinnung und Entsorgung.

6. Sicherheitsvorschriften für das Betreiben von Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln

Die Vorschriften müssen teilweise noch um die Kältemittelgruppe A2L ergänzt werden.

- VDMA - Einheitsblatt 24020-3
„Betrieb von Kälteanlagen mit Kältemitteln der Gruppe A3 nach EN378“
- VDMA - Einheitsblatt 24020-5
„Betrieb von Kälteanlagen mit Kältemitteln der Gruppe A2 nach EN378“
- DIN EN 60079-17 (VDE 0165-10-1) „Explosionsfähige Atmosphäre“
Prüfung und Instandhaltung elektrischer Anlagen
- EG-Verordnung 94/9/EG „ATEX-Richtlinie“ (Ex-Schutz-Ausführung)
- EG-Richtlinie 1999/92/EG
„Mindestvorschriften für die Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden“
- DIN EN 378:2017/208/2019
„Kälteanlagen und Wärmepumpen - Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen“
- DIN EN 378-1 “Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien”
- DIN EN 378-2 “Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation”
- DIN EN 378-3 “Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen”
- DIN EN 378-4 „Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung”
- ISO 817:2014 “Kältemittel – Kurzzeichen und Sicherheitsklassifikation”
- EN 60079-10-1:2009 „Explosionsgefährdete Bereiche - Teil 10-1: Einteilung der Bereiche - Gasexplosionsgefährdete Bereiche”



www.thermo-tec.de

Hauptsitz Rochlitz

Sternstraße 9 – 11
09306 Rochlitz
Telefon (0 37 37) 44 96-0
Fax (0 37 37) 44 96-21
E-Mail info@thermo-tec.de

Büro Berlin

Prenzlauer Straße 68
16348 Wandlitz
Telefon (0 33 38) 70 02 41
Fax (0 33 38) 70 12 85
E-Mail berlin@thermo-tec.de

Vertriebszentrale Dresden

Zum Alten Dessauer 13
01723 Kesselsdorf
Telefon (03 52 04) 39 09-0
Fax (03 52 04) 39 09-21
E-Mail dresden@thermo-tec.de

Büro Weimar

Erfurter Straße 50
99423 Weimar
Telefon (0 36 43) 4 15 00-0
Fax (0 36 43) 4 15 00-21
E-Mail weimar@thermo-tec.de

**WIR BEANTWORTEN IHRE
FRAGEN GERN DIREKT UND
UNVERBINDLICH.**

Kostenlos per Telefon unter:
(0800) EDVKLIMA
(0800) 33 85 54 62

oder per Mail an:
angebote@thermo-tec.de