Merkblatt

Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L

Die Schweiz hat sich mit der Ratifizierung der 5. Erweiterung des Montrealer Protokolls (des sogenannten Kigali-Amendments) im Jahr 2018 verpflichtet, nach und nach auf die in der Luft stabilen Kältemittel zu verzichten. Wärmepumpen und Kälteanlagen sollen in naher Zukunft grösstenteils mit natürlichen Kältemitteln betrieben werden. Diese Kältemittel weisen teilweise Anforderungen an den Brand-, Explosions- und Gesundheitsschutz auf.

Das vorliegende Merkblatt enthält die wichtigsten Angaben und gibt Hinweise und Empfehlungen für die Aufstellung von Wärmepumpen und Kälteanlagen bezüglich des Brand-, Explosions- und Gesundheitsschutzes.

Inhaltsübersicht

1 Ziel und Zweck 2
2 Geltungsbereich/Abgrenzung 2
3 Grundlagen 4
3.1 Begriffserklärungen 4
3.2 Qualifizierung und Ausbildung des Fachpersonals 5
3.3 Grundlagen Technische Spezifikation nach CEN/TS 17606:2021 5
3.4 Grundlagen explosionsgefährdete Bereiche 7
3.5 Suva-Merkblatt 2153 8
4 Aufstellung von Wärmepumpen und Kälteanlagen 10
4.1 Aufstellung im Freien 10
4.2 Aufstellung im Gebäude 10
4.3 Aufstellung in einem belüfteten Gehäuse nach SN EN 378-2/-3 11
4.4 Aufstellung von Geräten mit A2L-Kältemitteln im Zugangsbereich «Menschlicher Komfort» nach SN EN 378-1, C.2 12
4.5 Aufstellung von Geräten im öffentlichen Bereich 12
5 Sicherheit im peripheren Bereich 12
5.1 Besonderheiten von A3-Kältemitteln 12
5.2 Notlüftung und Abblaseleitung 13
5.3 Sekundärsysteme 13
6 Gaswarnanlage 13
7 Inbetriebnahme 13
8 Betrieb und Instandhaltung 13
9 Weitere Informationen/Quellen 13
10 Begriffe 14
11 Auskünfte 15
12 Autoren 15
13 Anhang 16

In Zusammenarbeit mit:

GebäudeKlima Schweiz
ImmoClimat Suisse
ImmoClima Svizzera

FWS Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz

SWKI

suissetec

1 Ziel und Zweck

Basierend auf dem Merkblatt des suissetec «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln» verfolgt das vorliegende Merkblatt die folgenden Ziele:

- Verhinderung von Schadenfällen (Personen-, Sach- und Umweltschäden)
- Bereitstellung eines Leitfadens für Beteiligte mit Fachkenntnissen in der Kältetechnik (Planung, Installation, Instandhaltung, Betreiber und Behörden)
- Einheitliche Umsetzung der Normen und Richtlinien in der gesamten Schweiz
- Klärung der grundsätzlichen Zusammenhänge im Bereich Brand- und Explosionsschutz sowie deren mögliche Umsetzung in Verbindung mit Wärmepumpen und Kälteanlagen.

2 Geltungsbereich/Abgrenzung

Dieses Merkblatt gibt Empfehlungen für den Einsatz von Anlagen mit Kältemitteln der Sicherheitsklassen A3 und A2L ohne Füllmengenbegrenzung. Anlagen mit toxischen Kältemitteln (Toxizitätsklasse B), wie z.B. Ammoniak (R717, NH3) werden in diesem Merkblatt nicht thematisiert.

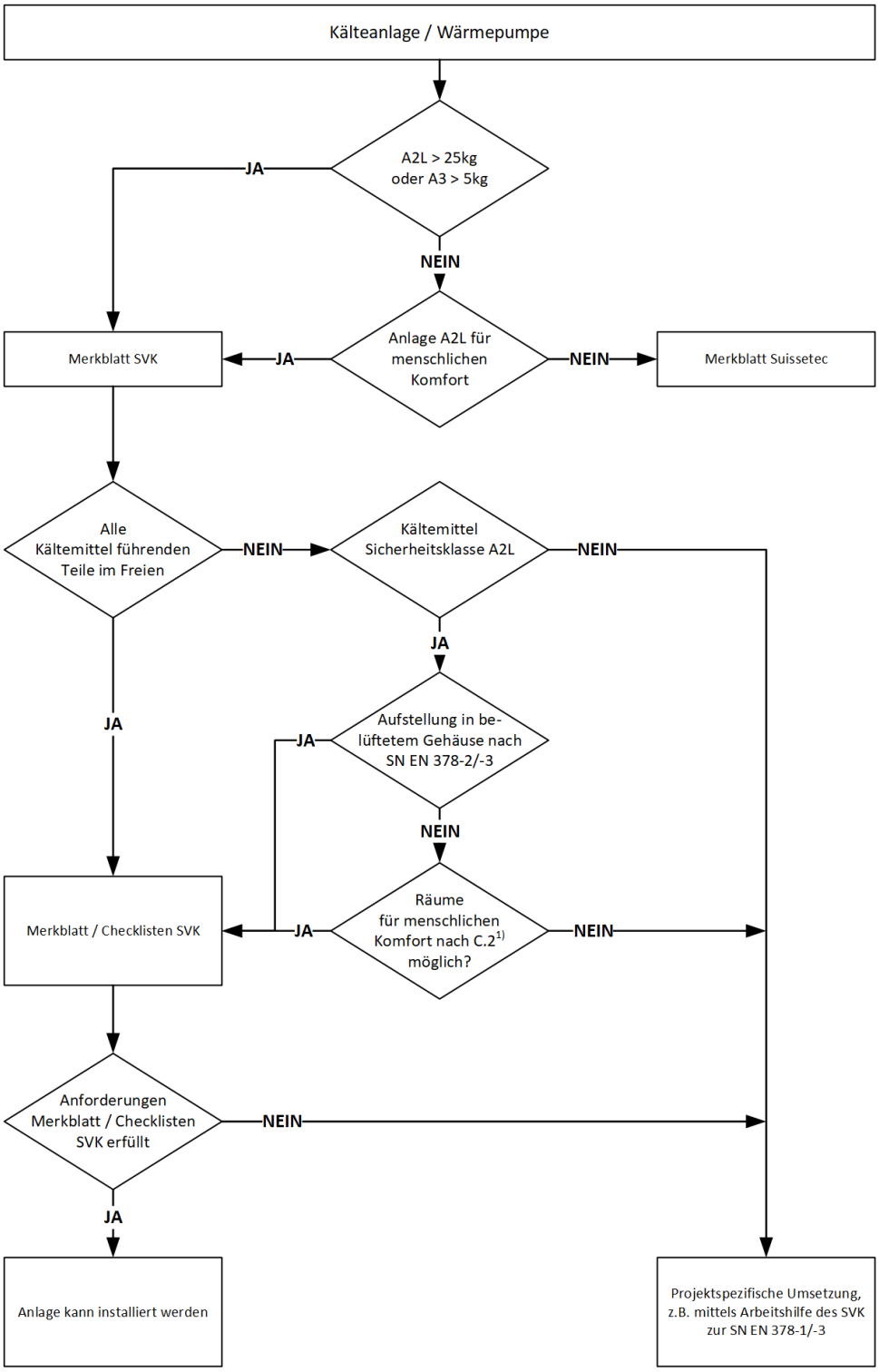
Bei der Anwendung dieses Merkblatts sind die konkreten baulichen und räumlichen Umstände sowie die konkrete Nutzung der Anlage zu berücksichtigen. Der Herausgeber schliesst jegliche Haftung für die Inhalte dieses Merkblattes und dessen Anhänge aus. Die Nutzung des Merkblattes erfolgt auf eigene Verantwortung.

Kältemittel mit der Sicherheitsklasse A2 werden wie A3 gehandhabt. Begründung: A2-Kältemittel werden nur selten verwendet und die Sicherheitsanforderungen sind im Vergleich zu A3-Kältemitteln nur geringfügig erleichtert.

Die Beurteilung nach SN EN 378-1, Anhang C, Abschnitt C.2 «zulässige Kältemittel-Füllmenge aufgrund der Brennbarkeit bei Komfort-Klimageräten oder Komfort-Wärmepumpen» werden in diesem Merkblatt ausschliesslich für Kältemittel der Sicherheitsklasse A2L behandelt.

Entscheidungsbaum mit Geltungsbereich

Der nachstehende Entscheidungsbaum bezieht sich auf die Aufstellung für alle Zugangsbereiche (inklusive menschlichem Komfort) und alle Aufstellungsorte. Zudem zeigt er die Aufteilung zwischen den Merkblättern des suissetec und des SVK.



1) Abschnitt C.2 im Anhang C der SN EN 378-1

Abbildung 1: Entscheidungsbaum mit Geltungsbereich

3 Grundlagen

3.1 Begriffserklärungen

Inverkehrbringen von Anlagen mit Kältemittelkreislauf
Unter dem Inverkehrbringen wird «die Bereitstellung für Dritte und die Abgabe an Dritte sowie die Einfuhr zu beruflichen oder gewerblichen Zwecken» verstanden. Dabei bezieht sich der Begriff «Abgabe» lediglich auf die dingliche Übergabe, somit fallen Installation und Inbetriebnahme der Anlage nicht mehr darunter (Definition gemäss «Vollzugshilfe des BAFU zu den Regelungen über Kälteanlagen, Klimaanlagen und Wärmepumpen mit synthetischen Kältemitteln» und FAQ FWS «Kältemittel in Wärmepumpen – was gilt und was müssen Sie beachten?»).

Nach SN EN 378 dauerhaft geschlossene respektive in sich geschlossene, werksgefertigte Anlagen (Monoblock)
Eine Anlage gilt als dauerhaft geschlossen, wenn alle kältemittelführenden Teile durch Schweissen, Hartlöten oder eine vergleichbare nicht lösbare Verbindung dicht zusammengebaut sind. Die Anlage kann dabei Ventile und Serviceanschlüsse mit Kappen enthalten, die die ordnungsgemässe Instandsetzung oder Entsorgung ermöglichen, sie muss jedoch unter einem Druck von mindestens einem Viertel des maximal zulässigen Drucks, eine geprüfte Leckagerate von weniger als 3 Gramm pro Jahr aufweisen (nach SN EN 378-1).

Eine Anlage gilt als in sich geschlossen, wenn sie oder ihre Kältemittelkreisläufe vollständig und fabrikfertig sind, sich in einem geeigneten Rahmen oder Gehäuse befinden, d. h., in einem Block (Monoblock) geliefert werden und vor Ort nicht mit Kältemittel enthaltenen Teilen verbunden werden müssen (nach Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV).

Menschlicher Komfort nach SN EN 378-1
Verfahren zur Behandlung von Luft, um die Anforderungen an die Behaglichkeit von Personen zu erfüllen, die sich in dem jeweiligen Bereich aufhalten. Direkte Kühlung respektive Erwärmung der Raumluft mit Direktverdampfungssystemen wie Split-Klimageräte, VRF-Klimaanlagen, Luft/Luft-Wärmepumpen etc.

Maximal zulässige Kältemittelkonzentration RCL (Refrigerant concentration limit) nach SN EN 378-1
Maximale Kältemittelkonzentration in Luft entsprechend der Festlegung in der SN EN 378-1, die bestimmt wird, um die Gefährdungen im Zusammenhang mit akuter Toxizität (ATEL), Erstickung (ODL) und Brennbarkeit (LFL/UEG) zu mindern. Der RCL-Wert wird für die Bestimmung der maximalen Kältemittel-Füllmenge für einen bestimmten Anwendungsfall zugrunde gelegt.

Praktischer Grenzwert nach SN EN 378-1
Für die vereinfachte Berechnung eingesetzte Konzentration, die dazu dient, die maximal zulässige Kältemittelmenge in einem Personen-Aufenthaltsbereich zu bestimmen.

Der praktische Grenzwert wird aus dem RCL oder dem historisch bestimmten Grenzwert für die Füllmenge abgeleitet. Auch wenn der praktische Grenzwert aufgrund der Kältemittel-Füllmenge des Kältemittelkreislaufes mit dem höchsten Sicherheitsrisiko unterschritten wird, kann je nach Explosionsrisiko ein Explosionsschutzdokument erforderlich sein.

Untergeschoss (UG)
Da Propan schwerer ist als Luft, bestehen in Untergeschossen strengere Anforderungen. Es handelt sich um ein Untergeschoss, wenn der Zugang (Boden) zum betroffenen Aufstellungsraum der Wärmepumpe oder Kälteanlage und/oder der kürzeste Weg ins Freie (Fluchtweg) unterhalb des Terrains liegt.

Fluchtweg
Der kürzeste und sichere Weg, der Menschen in einem Gebäude oder einer Anlage ermöglicht, von jedem Punkt zu einem sicheren Ort im Freien oder im Gebäude zu gelangen. Fluchtwege sind speziell gekennzeichnet und müssen freigehalten und nicht durch Gegenstände verstellt sein.

Bei der Bestimmung des Aufstellungsortes einer Kälteanlage oder einer Wärmepumpe ist der Fluchtweg zu definieren und zu dokumentieren.

Integrierter Test der Sicherheitseinrichtungen
Bei einem integrierten Sicherheitstest wird die Funktion und das Zusammenspiel aller sicherheitsrelevanten Anlagen und Systeme in einer Anlage oder einem Gebäude im Ernstfall (z.B. Brandfall) überprüft. Ziel ist eine umfassende, anlagen- und systemübergreifende Funktionskontrolle, die sicherstellt, dass alle sicherheitsrelevanten Anlagen und Systeme korrekt zusammenwirken. Der Test deckt potenzielle Mängel auf und gewährleistet die zuverlässige Funktion aller Sicherheitseinrichtungen.

Bei Anlagen, die vor Ort mit Kältemittel befüllt werden, ist ein erfolgreicher Sicherheitstest vor einer Befüllung mit Kältemittel durchzuführen und zu dokumentieren.

Explosion/Brand
Eine Explosion ist ein schneller Abbrand. Übersteigt die Geschwindigkeit des Abbrands die Schallgeschwindigkeit, wird von Detonation gesprochen. Andernfalls wird von Deflagration gesprochen. Weitere Informationen gemäss Suva Merkblatt 2153.

Equipment
Der Begriff «Equipment» stammt aus der CEN/TEC 17606 und wird in diesem Dokument synonym für Kälteanlagen und Wärmepumpen verwendet.

Weitere Begriffsdefinitionen siehe Abschnitt 10 «Begriffe».

3.2 Qualifizierung und Ausbildung des Fachpersonals

Das Personal muss im Umgang mit brennbaren Kältemitteln geschult und sachkundig sein.

Mindestanforderungen für Arbeiten am Kältekreis von Anlagen mit brennbaren Kältemitteln

- Fachbewilligung für den Umgang mit Kältemitteln, Anwendungsbereich b. «andere Geräte und Anlagen, die der Kühlung, Klimatisierung oder Wärmegewinnung dienen.» (Art. 1 Abs. 1bis Bst. b VFB-K) zzgl. Ausbildung «Sicherer Umgang mit brennbaren Kältemitteln gemäss EKAS 6517»

oder

- Personen mit einem Zertifikat A1 gemäss Durchführungsverordnung (EU) 2024/2215 vom 6. September 2024.

Für qualifiziertes bzw. sachkundiges Personal gilt gemäss ChemRRV Art. 10: «Wer eine Fachbewilligung besitzt und entsprechend tätig ist, muss sich regelmässig über den Stand der besten fachlichen Praxis informieren und sich weiterbilden». Der Umfang und die Regelmässigkeit der Weiterbildungspflicht ist nicht weiter spezifiziert. Es liegt in der Verantwortung der sachkundigen Person und des Fachunternehmens, sich laufend über technologische Änderungen, Anpassungen bei den gesetzlichen Rahmenbedingungen und insbesondere bei den Sicherheitsvorgaben zu informieren. Dies erfolgt typischerweise über Veranstaltungen und Schulungen der einschlägigen Branchenverbände und Ausbildungsstätten sowie über Produkteschulungen von Herstellern.

Auch wenn die EKAS-Richtlinie 6517 erst ab einer Füllmenge ab 1.5 kg «Flüssiggas» gilt, wird zur eigenen Sicherheit und derjenigen von Drittpersonen empfohlen, diese Anforderungen auch bei Anlagen mit Füllmengen < 1,5 kg einzuhalten.

3.3 Grundlagen Technische Spezifikation nach CEN/TS 17606:2021

Die CEN/TS 17606:2021 ist eine technische Spezifikation. Sie enthält Ergänzungen zu weiteren Normen betreffend Installation von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen mit brennbaren Kältemitteln.
Weiter bestimmt sie Massnahmen zur Risikominderung in Bezug auf die Installation, welche in bestehenden Normen nicht vorhanden sind oder den Stand der Technik nicht vollständig widerspiegeln.

3.3.1 Verantwortlichkeiten

Der Unternehmer haftet gegenüber seinem Kunden aufgrund eines Werkvertrages gemäss Obligationenrecht (OR), bzw. wenn vereinbart, gemäss Norm SIA 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten». Der Hersteller/Lieferant gewährt dem Unternehmer im Rahmen eines Kaufvertrages eine Garantie. Achtung: Diese Bestimmungen sind nicht zwingendes Recht, d. h., sie können, wie alle Garantiebestimmungen, von den Vertragsparteien im gegenseitigen Einverständnis abgeändert werden.

Die Verantwortlichkeiten bezüglich des Aufstellungsortes können grundsätzlich mit zwei Ansätzen geregelt werden.

Ansatz 1 – Werksgefertigte Anlagen (Equipment)
Das Equipment muss entsprechend den Anweisungen des Herstellers installiert werden. Der Installateur (Unternehmen, welches die Installation vor Ort ausführt) muss sicherstellen, dass die vom Hersteller des Equipments festgelegten Anforderungen erfüllt sind, sofern kein alternativer Ansatz (Ansatz 2) vorliegt. Somit bleibt der Hersteller in der Verantwortung hinsichtlich Füllmengengrenze und der damit verbundenen Massnahmen zur Risikominderung.

Ansatz 2 – Alternativer Ansatz
Der Inverkehrbringer, allenfalls in Zusammenarbeit mit dem Hersteller, muss eine Installations- und Betriebsanleitung bereitstellen, die mit Beachtung des Aufstellungsortes alle Aspekte sachgerecht berücksichtigt.

Arbeitgeber
Der Arbeitgeber (Kälte-Wärmepumpe-Fachbetrieb und Betreiber) ist für die Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmenden hinsichtlich aller arbeitsbezogenen Aspekte verantwortlich. Der Arbeitgeber muss Anweisungen und Schulungen bereitstellen sowie den Kompetenzerhalt sicherstellen, um es Arbeitnehmenden zu ermöglichen, sicher mit brennbaren Kältemitteln, insbesondere mit A3-Kältemitteln, zu arbeiten.

In der Folge werden zwei wichtige Hinweise zu organisatorischen Massnahmen im Betrieb aufgeführt. Die Hinweise sind angelehnt an die Richtlinie 99/92/EG (ATEX 137 «Richtlinie für Risikobewertung, Einstufung von explosionsgefährdeten Zonen, Pflichten des Arbeitgebers, Schutzmassnahmen»):

- Der Arbeitgeber muss seine Arbeitnehmenden bei Arbeiten in Bereichen, in denen explosionsfähige Atmosphären auftreten können, hinsichtlich des Explosionsschutzes angemessen unterweisen.
- Sofern im Explosionsschutzdokument vorgesehen, sind Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen (Zonen) gemäss den schriftlichen Anweisungen des Arbeitgebers auszuführen. Existiert zusätzlich ein Arbeitsfreigabesystem für die Durchführung von

gefährlichen Tätigkeiten und von Tätigkeiten, welche durch Wechselwirkung mit anderen Arbeiten gefährlich werden können, dann muss die Arbeitsfreigabe vor Beginn der Tätigkeit durch die hierfür verantwortliche Person erteilt werden.

3.3.2 Kennzeichnung und Dokumentation von Anlagen und Aufstellungsort

Der Aufstellungsort von Equipment mit brennbarem Kältemittel muss mit Warnzeichen zur Brennbarkeit versehen sein. Diese Kennzeichnungen müssen:

- dauerhaft und sichtbar sein
- mindestens der Lebensdauer der Anlage (15-20 Jahre) standhalten
- gegenüber äusseren Einflüssen wie Wetter, Chemikalien oder Korrosion beständig sein
- nicht entfernbar sein (weder absichtlich noch unabsichtlich durch Abziehen, Zerkratzen oder Ätzen).

Kennzeichnung und Dokumentation der Kälteanlage

Jede Anlage und deren Hauptkomponenten müssen entsprechend einem Rohrleitungs- und Instrumentenfliessbild (nach SN EN 378-2 oder einer relevanten Produktnorm) gekennzeichnet sein. Die Absperreinrichtungen sowie Steuer- und Regeleinrichtungen sind eindeutig zu kennzeichnen.

- Kennzeichnungen auf abnehmbaren Verkleidungen müssen gesichert sein, damit sie während des Betriebs nicht entfernt werden können.
- Die Kennzeichnungen müssen regelmässig überprüft werden. Beschädigte oder fehlende Kennzeichnungen sind zu ersetzen.

Die Dokumentation der Anlage muss am Aufstellungsort verfügbar und zugänglich sein. Zur Dokumentation gehören:

- Installationsanleitungen des Equipments (Anlage)
- Rohrleitungs- und Instrumentenfliessbilder mit Angaben zur Kältemittel-Füllmenge sowie den Einstellungen der Sicherheitseinrichtungen
- Schemata der Abblaseleitungen von Druckentlastungseinrichtungen mit Angaben zur Ausblasstelle.

Kennzeichnung von Aufstellungsorten

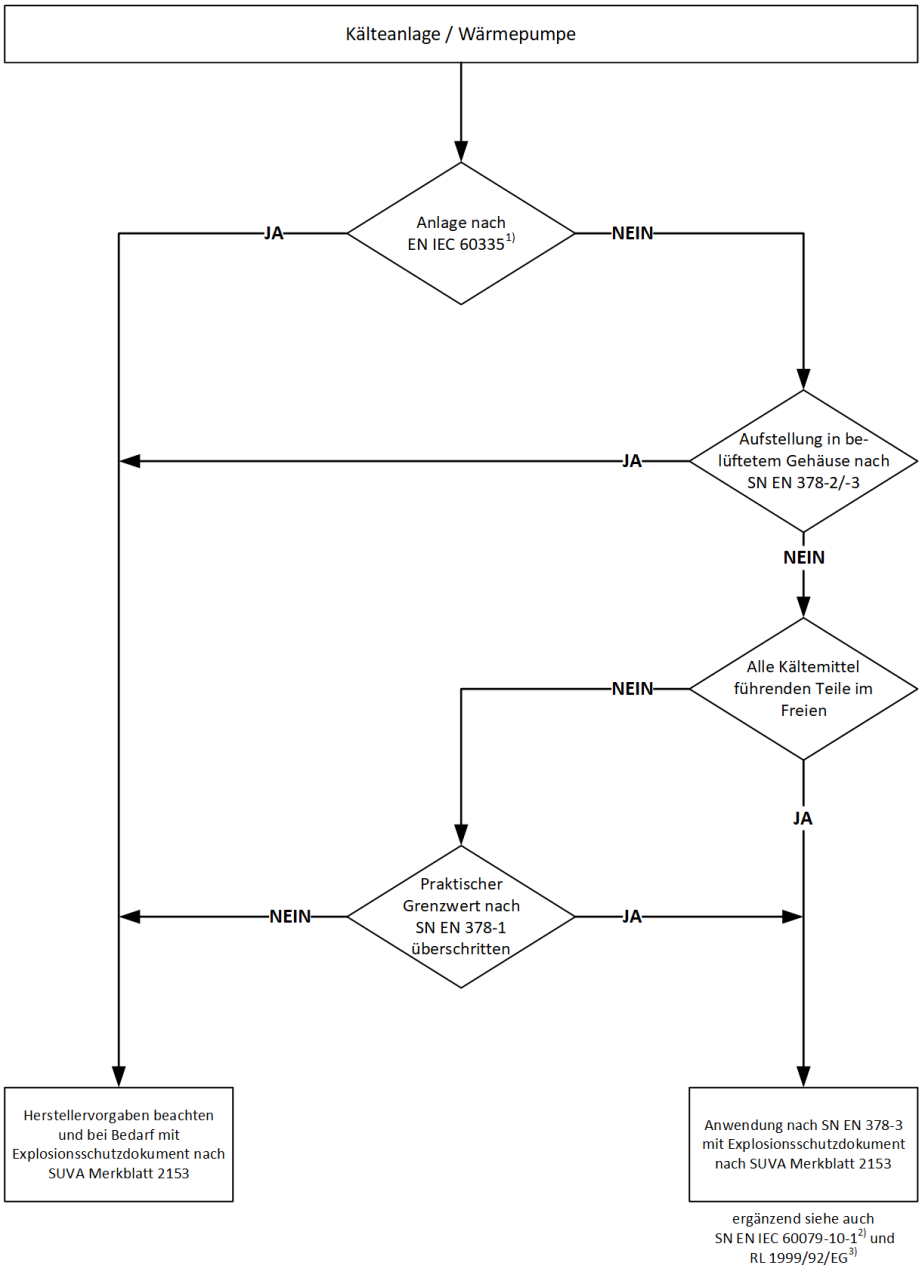
Der Aufstellungsort von Equipment mit brennbarem Kältemittel muss nach den relevanten Produktnormen gekennzeichnet sein. Folgende Anforderungen gelten für die Kennzeichnung.
Warnhinweise müssen gut sichtbar nach SN EN 378-3 am Aufstellungsort angebracht werden:

- Eingangskennzeichnungen, um unbefugten Zutritt zu untersagen
- Verbote von Zündquellen wie Rauchen, offene Flammen oder offene Lampen
- Hinweise, die die unbefugte Bedienung der Anlage untersagen.

Nachfolgend einige, nicht abschliessende Beispiele von Beschilderungen und Kennzeichnungen:

- Zutritt für unbefugte Personen verboten
- Feuer, offenes Licht und Rauchen verboten
- Explosionsgefahr
- Brandgefahr.

3.4 Grundlagen explosionsgefährdete Bereiche



1) SN EN IEC 60335 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke gemäss SN EN 378-2

2) SN EN IEC 60079-10-1 Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche - Gasexplosionsgefährdete Bereiche nach SN EN 378-2/-3

3) RL 1999/92/EG Richtlinie über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphärengefährdet werden können

Abbildung 2: Entscheidungsbaum Explosionsschutz (erstellt in Zusammenarbeit mit Tensor Ingenius GmbH)

3.4.1 Sicherheitsgrundsätze

Anlagen, in denen brennbare Stoffe gehandhabt oder gelagert werden, sollten so konstruiert, gebaut, betrieben und instandgehalten werden, dass jegliche Freisetzung von brennbaren Stoffen und folglich die Ausdehnung der explosionsgefährdeten Bereiche auf ein Minimum begrenzt wird bezüglich der Häufigkeit, der Dauer und der Menge.
Wichtig ist, die Teile von Kälteanlagen und Wärmepumpen zu prüfen, aus denen eine Freisetzung von brennbaren Stoffen erfolgen kann, und Veränderungen der Konstruktion in Erwägung zu ziehen, damit die Wahrscheinlichkeit und Häufigkeit derartiger Freisetzungen sowie die Menge und Rate der Freisetzung von Stoffen minimiert werden.

Weitere Informationen siehe Bundesgesetz über die Produktesicherheit (PrSG, SR 930.11).

Falls die Vorgaben gemäss Suva respektive Hersteller unterschiedliche Sicherheitsabstände verlangen, sind immer die strengeren Vorgaben anzuwenden. Abweichungen sind im Rahmen der Risikobeurteilung zu begründen.

3.4.2 Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung verfolgt zwei Hauptziele: Die Bestimmung der Art jeder Zone sowie ihrer räumlichen Ausdehnung. Explosionsgefährdete Bereiche werden anhand der Häufigkeit und Dauer des Auftretens explosionsfähiger Atmosphären in verschiedene Zonen unterteilt.

Die Zoneneinteilung hat nach Suva 2153 zu erfolgen, welche die Umsetzung der ATEX 137 (1999/92/EG) für die Schweiz ist.

Zonen für brennbare Gase, Dämpfe und Nebel werden als Zone 0, Zone 1 und Zone 2 klassifiziert.

Zone 0
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 1
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

3.4.3 Grundsätze für Anlagenkonstruktion/Zoneneinteilung

Die Zoneneinteilung ist von Personen vorzunehmen, welche die Eigenschaften von brennbaren Stoffen kennen und mit den Prinzipien der Gas-/Dampf-Ausbreitung, sowie den Prozessen und den Geräten vertraut sind. Verantwortlich für die Umsetzung ist der Anlagenbetreiber.
Es wird empfohlen, dass die Schritte zur Durchführung der Zoneneinteilung und die benutzten Informationen und Annahmen vollständig dokumentiert werden.

Je nach Risiko einer möglichen Leckage und der Kältemittelmenge, die dadurch in einer bestimmten Zeit an die unmittelbare Umgebung entweicht, kann zusätzlich eine Ausbreitungsberechnung notwendig sein, welche z.B. nach SN IEC 60079-10-1 berechnet werden kann.

3.5 Suva-Merkblatt 2153

Das Suva-Merkblatt 2153 behandelt die sichere Verwendung von brennbaren Gasen und Dämpfen in explosionsgefährdeten Bereichen. Es gibt praxisnahe Anleitungen zur Gefahrenbeurteilung, Zoneneinteilung und Schutzmassnahmen, um Explosionen zu verhindern.
Das Suva-Merkblatt 2153 stützt sich auf die ATEX 137 und ergänzt sie mit praxisbezogenen Beispielen für Betriebe in der Schweiz.

Das Suva-Merkblatt 2153 ermöglicht:

- die Gefahren zu ermitteln und die Risiken zu bewerten
- Arbeitsbereiche in Zonen einzuteilen
- spezifische Massnahmen zu treffen
- Explosionsschutzdokumente auszuarbeiten.

Prinzipien des Explosionsschutzes
Zu einer Explosion kommt es, wenn eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre und eine wirksame Zündquelle gleichzeitig und am gleichen Ort vorhanden sind. Wenn eine dieser beiden Voraussetzungen eliminiert wird, kann keine Explosion erfolgen.

3.5.1 Explosionsschutzmassnahmen

Bei der Planung von Explosionsschutzmassnahmen sind normale Betriebsbedingungen einschliesslich der Anfahr- und Abstellvorgänge von Anlagen zu berücksichtigen. Darüber hinaus sind sowohl mögliche technische Störungen als auch menschliche Fehlhandlungen einzubeziehen.

3.5.2 Vorbeugender Explosionsschutz (Verhindern einer Explosion)

Massnahmen zur Vermeidung explosionsfähiger Atmosphäre haben oberste Priorität, da sie Explosionen verhindern oder auf ein ungefährliches Mass reduzieren können. Massnahmen zur Vermeidung von Zündquellen sind flankierend und stets erforderlich, aber als alleinige

Schutzmassnahme nicht ausreichend. Zusätzliche Massnahmen wie Inertisierung oder Explosionsdruckentlastung sind daher häufig notwendig.

3.5.3 Explosionsschutzmassnahmen nach ATEX 114 und ATEX 137

Die europäischen Richtlinien ATEX 114, Richtlinie 2014/34/EU für Geräte und Schutzsysteme sowie die ATEX 137, Richtlinie 1999/92/EG legt die Mindestanforderungen zum Schutz der Arbeitnehmenden fest. Beide Richtlinien werden in der Schweiz mit dem Suva-Merkblatt 2153 umgesetzt. Weitere Details und gesetzliche Zusammenhänge sind ebenfalls im Suva-Merkblatt 2153 geregelt.

3.5.4 Explosionsschutzdokument

Für das Vorhandensein des Explosionsschutzdokuments ist der Anlagebetreiber verantwortlich. Falls er dieses mangels Fachwissens nicht selbst erstellen kann, ist dies an eine Fachperson zu delegieren.
Das Explosionsschutzdokument ist vor der Anlageübergabe an den Betreiber zu erstellen. Dieses wird überarbeitet, wenn wesentliche Änderungen, Erweiterungen oder Umgestaltungen des Arbeitsumfeldes, der Arbeitsmittel oder des Arbeitsablaufes vorgenommen werden.
Der Arbeitgeber kann bereits vorhandene Explosionsrisikoabschätzungen, Dokumente oder andere gleichwertige Berichte miteinander kombinieren.

Aus dem Explosionsschutzdokument geht insbesondere hervor,

- dass die Explosionsrisiken ermittelt und einer Bewertung unterzogen worden sind.
- dass angemessene Massnahmen getroffen werden, um die Ziele der Mindestvorschriften zu erreichen.
- welche Bereiche in Zonen eingeteilt wurden.
- für welche Bereiche die Mindestvorschriften gelten.
- dass das Arbeitsumfeld und die Arbeitsmittel, einschliesslich der Warneinrichtungen, sicher gestaltet sind sowie sicher betrieben und gewartet werden.
- dass Vorkehrungen für die sichere Benutzung von Arbeitsmitteln getroffen worden sind.

Im Explosionsschutzdokument werden zudem beispielsweise folgende Angaben schriftlich festgehalten:

- Beschreibung des Betriebsbereichs, des Verfahrens, der Tätigkeiten und der Stoffmengen
- Angaben zur Kälteanlage/Wärmepumpe (z.B. Konformitätserklärung und Anleitungen)
- Stoffdaten (sicherheitstechnische Kenngrössen)
- Risikobeurteilung Explosionsschutzkonzept mit
  - Zoneneinteilung, zugehörige Temperaturklasse und Explosionsgruppe
  - Schutzmassnahmen (technische und organisatorische)
  - Notfallmassnahmen
- Betriebsanweisungen und Arbeitsfreigaben
- Liste der eingesetzten Arbeitsmittel inklusive Erklärungen zu Geräten und Schutzsystemen, die über keine Zulassung nach VGSEB verfügen.

Muster-Explosionsschutzdokument siehe Abschnitt 13 «Anhang».

3.5.5 Anforderung an Hersteller/Inverkehrbringer

Zusätzlich zur Konformitätserklärung muss der Hersteller auch eine Betriebsanleitung zur Verfügung stellen. Diese muss Angaben für die Inbetriebnahme und die Instandhaltung enthalten (nachfolgende Aufzählung ist nicht abschliessend):

- sicherheitsrelevante Angaben in Bezug auf periphere Anlagen, wie Heizungs-, Lüftungs-, Sanitär-, Elektroinstallationen
- Anweisungen für den Normalbetrieb einschliesslich Anfahren und Abstellen
- Anweisungen für die systematische Instandhaltung (Wartung) einschliesslich des sicheren Öffnens der Geräte und Einrichtungen
- Anweisungen für das Erkennen von Fehlern und für das Ergreifen der erforderlichen Massnahmen
- Angaben zu Risiken, die Massnahmen erfordern (z.B. Informationen über das mögliche Auftreten von explosionsfähiger Atmosphäre), um zu vermeiden, dass das Bedienungspersonal oder andere Personen als Zündquelle wirken
- Anweisungen für das Prüfen von Geräten und Einrichtungen nach Ansprechen der Schutzmassnahmen.

Sofern der Hersteller nicht der Inverkehrbringer der Anlage ist, muss der Hersteller eine Installationsanleitung (Montageanleitung) zur Verfügung stellen. Diese muss alle notwendigen Angaben für die Installation enthalten, z.B.:

- Hinweise für den sicheren Transport und die Lagerung
- Informationen in Bezug auf den Aufstellungsort und die notwendigen Sicherheitsabstände.

Bei den Installations- und Montageanweisungen sind die örtlichen Gegebenheiten und die Eigenheiten der Anlage zu berücksichtigen.

4 Aufstellung von Wärmepumpen und Kälteanlagen

4.1 Aufstellung im Freien

Bei aussen aufgestellten Anlagen mit brennbaren Kältemitteln sind die Vorgaben aus der Norm SN EN 378 zu beachten. Im Falle einer Undichtigkeit darf kein Kältemittel in das Gebäude gelangen. Für den Fall einer Kältemittel-Leckage ist sicherzustellen, dass im Freien oder in angrenzenden Gebäuden keine Personen gefährdet werden. Es können hierzu sicherheitsrelevante Gefahrenbereiche gefordert werden. In diesen Gefahrenbereichen dürfen keine Zündquellen vorhanden sein. Die Gefahrenbereiche sind zu kennzeichnen und vor unbefugtem Zugang zu schützen.

Mögliche Zündquellen (Liste nicht abschliessend):

- offene Flammen
- elektrische Anlagen, Steckdosen, Lampen, Lichtschalter
- elektrostatische Entladungen
- funkenbildende Werkzeuge und Arbeitsmittel
- Gegenstände mit hohen Oberflächentemperaturen (> 300°C)
- Motorfahrzeuge

Weitere mögliche Zündquellen gemäss Suva-Merkblatt 2153.

Folgende Sachlagen dürfen nicht im Gefahrenbereich liegen (Liste nicht abschliessend):

- Gebäudeöffnungen
- Fenster
- Türen
- Lichtschächte
- Flachdachfenster
- Öffnungen von lüftungstechnischen Anlagen
- Grundstücksgrenzen bzw. Nachbargrundstücke, Geh- und Fahrwege, Senkungen oder Bodenvertiefungen
- Pumpenschächte, Einläufe in Kanalisation und Abwasserschächte etc.
- Dachentwässerungseinrichtungen

Grundsätzlich gilt: Tieferliegende «Senken», in welchen sich Kältemittel ansammelnd können, sind zu vermeiden.

4.2 Aufstellung im Gebäude

Bei innen aufgestellten Monoblock-Anlagen mit brennbaren Kältemitteln, deren Füllmenge über der Unbedenklichkeitsgrenze liegt, sind die Vorgaben aus der Norm SN EN 378 zu beachten. Die Unbedenklichkeitsgrenze ist vom LFL (UEG) des jeweiligen Kältemittels abhängig, z.B.:

- 0.152 kg bei Propan (R290)
- 0.172 kg bei Isobutan (R600a)
- 1.842 kg bei R32
- 1.734 kg bei R1234yf

Überschlagsmässig kann mit 0.15 kg bei A3-Kältemitteln respektive 1.8 kg bei A2L-Kältemitteln abgeschätzt werden.

Innen aufgestellte Anlagen können sich in einem Maschinenraum, in einem nicht als Maschinenraum gekennzeichneten Bereich ohne Personenaufenthalt, oder in einem Personen-Aufenthaltsbereich befinden. Zudem ist zu unterscheiden, wie die Zugänglichkeit geregelt ist. Die Norm SN EN 378-1 definiert für diese verschiedenen Fälle maximale Füllmengen. Wird die Füllmenge überschritten, ist eine Risikoermittlung durchzuführen. Gegebenenfalls ist ein Maschinenraum zu erstellen.
Die Anforderungen an einen Maschinenraum sind in der SN EN 378-3 definiert.

In Anlagen unter Erdgleiche (Untergeschoss) sind bei Verwendung von brennbaren Kältemitteln der Brennbarkeitsklasse 3, abhängig von der Füllmenge gemäss SN EN 378-1, am tiefsten Punkt an dem sich Kältemittel ansammeln kann, ein Gasdetektor sowie ein akustischer und visueller Alarm erforderlich. Gegebenenfalls sind weitere Massnahmen nötig, um z.B. Zündquellen zu vermeiden.

Ist die Kältemittelmenge gemäss der Norm SN EN 378-1 zu gross, oder befinden sich im Aufstellungsbereich des Kältemittelkreislaufes potenziell gefährdende Komponenten, sind eine oder mehrere Zusatzmassnahmen erforderlich:

- ausreichende Belüftung des Aufstellbereichs
- Gaswarnanlage (Kältemittelüberwachung), welche im Gefahrenbereich Sicherheitsmassnahmen einleitet, z. B. bei 10 % LFL die Lüftung einschaltet und bei 20 % LFL die Anlage spannungslos schaltet
- falls kein belüftetes Gehäuse nach SN EN 378-2/-3 realisiert werden kann, gelten die allgemeinen Explosionsschutzvorgaben, u. a. nach Suva 2153.

4.3 Aufstellung in einem belüfteten Gehäuse nach SN EN 378-2/-3

Der Aufstellungsort Klasse IV «Belüftetes Gehäuse» bietet eine Möglichkeit, potenziell gefährliche Kälteanlagen (Anlagen mit brennbaren Kältemitteln) sicher und regelkonform in Aufstellungsorten der Klassen I und III zu platzieren.

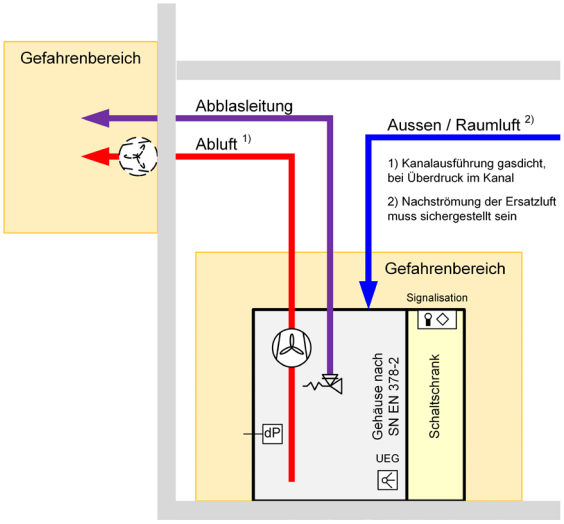


Abbildung 3: Beispielskizze belüftetes Gehäuse (Quelle: Scheco AG)

Die Belüftung des Gehäuses einer Monoblock-Wärmepumpe oder -Kälteanlage hat gemäss den Vorgaben des Herstellers und nach SN EN 378-2/-3 zu erfolgen. Unter anderem sind die folgenden Anforderungen anwendbar:

- Aufstellungsraum muss mindestens das 10-fache Nettoraumvolumen des Gehäuses aufweisen
- Angaben des Herstellers zum Lüftungskanal (Grösse und Anzahl der Biegungen, maximaler Druckabfall) sind zu befolgen
- Lüftungskanäle der Abluftanlage sind in der vom Hersteller geforderten Dichtheitsklasse auszuführen
- Luftstrom, direkt oder indirekt, zum Inneren des Gehäuses ist zu gewährleisten
- Strömungsbereich des Lüftungskanals darf nicht durch Komponenten eingeschränkt sein
- keine Zündquellen im Kanal
- bestehende Kamin- und Abluftanlagen dürfen für die Gehäuseabluft verwendet werden, sofern sie die Dichtheitsklasse erfüllen und ausschliesslich diesem Verwendungszweck dienen
- Lüftungskanal geerdet, geschützt vor statischer Entladung bzw. antistatisch ausgeführt
- Ventilator Ex-geschützt
- die Funktion der Lüftung muss überwacht werden. Bei einer Störung sind entsprechende Schritte einzuleiten (z.B. Alarmierung, Anlage in sicheren Zustand bringen etc.)
- die Abluft muss sicher ins Freie geführt werden, Gefahrenbereich beim Austritt ist zu beachten (Herstellerangaben, Explosionsschutzzone).

Kälteanlagen werden häufig, z. B. aus Schallschutzgründen, in Gehäusen installiert. Auch wenn diese Gehäuse teilweise belüftet sind, gelten sie nicht als belüftete Gehäuse nach SN EN 378-2, im Sinne des Aufstellungsortes Klasse IV nach SN EN 378-1. In diesen Fällen müssen die Anforderungen für den Aufstellungsort der Anlage gemäss SN EN 378-1 erfüllt werden (Klassen I bis III).

Es gilt, den Service- und Betriebsfall zu unterscheiden. Der Servicefall (Instandhaltung) ist vom Grundsatz her kein Betriebsfall (im Sinne der EKAS-Richtlinie Nr. 6512). Im Servicefall muss mittels Durchlüftung des Maschinenraums und/oder durch eine geeignete persönliche Schutzausrüstung, die Personen- und Gebäudesicherheit immer gewährleistet sein.

Lüftungssystem

Die «Anforderungen an belüftete Gehäuse» (SN EN 378-2) müssen erfüllt werden. Für Anlagen mit brennbaren Kältemitteln können, je nach Füllmenge, sehr hohe Luftvolumenströme resultieren. Abhilfe schafft die Betrachtung begehbarer Gehäuse: Nach SN EN 378-3 müssen begehbare Gehäuse wie ein Maschinenraum behandelt werden. In diesem Fall gelten die erforderlichen Luftströme für Maschinenräume (SN EN 378-3).

Sicherer Zustand der Anlage

Die Wahrscheinlichkeit des Ausfalls der Sicherheitseinrichtung (Gehäuselüftung, Gaswarnanlage etc.) bei gleichzeitiger Leckage, kann als äusserst gering betrachtet werden. Ein Ausfall der Sicherheitseinrichtungen muss gemäss SN EN 378-2/-3 sofort gemeldet, signalisiert und umgehend instandgesetzt zu werden. Dies bedingt, dass die Anlage unmittelbar nach Ausfall der Sicherheitseinrichtungen bis zur Instandsetzung in einen sicheren Zustand versetzt wird (z.B. Anlage stromlos).

Werden die Anforderungen an das belüftete Gehäuse nach SN EN 378-2/-3 nicht erfüllt, müssen die Anforderung hinsichtlich der Brennbarkeit beurteilt und der Gefahrenbereich entsprechend den Anforderungen in EN IEC 60079-10-1 klassifiziert werden.

4.4 Aufstellung von Geräten mit A2L-Kältemitteln im Zugangsbereich «Menschlicher Komfort» nach SN EN 378-1, C.2

Anlagen im Komfortbereich dienen zur Behandlung von Luft, um die Anforderungen an die Behaglichkeit von Personen zu erfüllen, die sich im jeweiligen Bereich (Raum) aufhalten.

Aussengerät

Bei aussen aufgestellten Anlagen sind die Vorgaben des Herstellers und nach SN EN 378 zu beachten. Im Falle einer Undichtigkeit darf kein Kältemittel in das Gebäude gelangen. Für den Fall einer Kältemittel-Leckage ist sicherzustellen, dass im Freien oder in angrenzenden Gebäuden keine Personen gefährdet werden. Es können hierzu sicherheitsrelevante Gefahrenbereiche gefordert werden (siehe Abschnitt 4.1 «Aufstellung im Freien»).

Maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge aufgrund der Brennbarkeit bei Komfort-Klimageräten oder Komfort-Wärmepumpen nach SN EN 378-1, C.2

Die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge aufgrund der Brennbarkeit bei Komfort-Klimageräten oder Komfort-Wärmpumpen kann gemäss SN EN 378-1, Anhang C.2 berechnet werden.

Kältemittelführende Teile in einem Personen-Aufenthaltsbereich

Wenn die Füllmenge an Kältemitteln der Brennbarkeitsklasse 2L mehr als $m_1 \times 1{,}5$ beträgt, muss die maximal zulässige Füllmenge im Raum Gleichung (m_{max}) entsprechen. Wenn die Füllmenge an Kältemitteln der Brennbarkeitsklassen 2 und 3 mehr als m_1 beträgt, muss die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge im Raum Gleichung (m_{max}) entsprechen, oder die erforderliche Mindest-Grundfläche Amin für die Aufstellung einer Anlage mit einer Kältemittel-Füllmenge m (kg) muss in Übereinstimmung mit Gleichung (A_{min}) sein.

$$m_{max} = 2{,}5 \times \mathrm{LFL}^{5/4} \times h_0 \times A^{1/2}$$
$$A_{min} = m^2 / (2{,}5 \times \mathrm{LFL}^{5/4} \times h_0)^2$$

Dabei ist

m_{max} die maximal zulässige Kältemittel-Füllmenge in einem Raum in kg;

m die Kältemittel-Füllmenge in der Anlage in kg;

A_{min} die erforderliche Mindest-Raumfläche in m²;

A die Raumfläche in m²;

LFL die untere Explosionsgrenze in kg/m³, entsprechend der Definition in Anhang E;

h_0 der Höhenfaktor des Gerätes:
— 0,6 bei Aufstellung auf dem Boden;
— 1,8 bei Wandmontage;
— 1,0 bei Fenstermontage;
— 2,2 bei Deckenmontage.

Unter den in SN EN 378-1 Tabelle C.1 und C.2 definierten Bedingungen für Aufstellungsort und Zugangsbereich, kann die maximale Kältemittel-Füllmenge für die versorgten Bereiche alternativ auch anhand von RCL-, QLMV- oder QLAV-Werten gemäss C.3.2 berechnet werden.

Folgende Vorkehrungen (nicht abschliessend) können für Personen-Aufenthaltsbereiche angewendet werden:

- Gaswarnanlage
- Sicherheitsabsperrventile
- Lüftungen (natürlich oder mechanisch).

4.5 Aufstellung von Geräten im öffentlichen Bereich

Sofern sich die Wärmepumpen und Kälteanlagen oder die kältemittelführenden Teile im Personen-Aufenthaltsbereich befinden, gilt gemäss SN EN 378-1 die Klassifikation des Aufstellungsortes Klasse I und der Zugangsbereich a (allgemeiner Zugang).

Wärmepumpen und Kälteanlagen oder Teile davon, dürfen nicht in oder auf öffentlich genutzten Treppenaufgängen, Treppenabsätzen sowie Ein- oder Ausgängen aufgestellt werden, falls dadurch der freie Durchgang behindert wird.

Wird in einem indirekten System, das einen Personen-Aufenthaltsbereich versorgt, ein Fluid verwendet, das in Anhang E als Kältemittel aufgeführt ist, muss die Füllmenge dieses Wärmeträgers auf der Grundlage der Anforderungen an direkt freisetzende Systeme nach C.1 errechnet werden.

5 Sicherheit im peripheren Bereich

Grundsätzlich sind alle Bereiche, in welche Kältemittel gelangen kann, in die sicherheitstechnischen Überlegungen einzubeziehen. Die Anlagensicherheit beschränkt sich nicht nur auf den Aufstellungsort des Equipments. Bei brennbaren Kältemitteln sind u.a. die nachfolgenden Aspekte zu beachten.

5.1 Besonderheiten von A3-Kältemitteln

Elektrostatische Entladungen können eine Zündquelle sein. Alle leitfähigen Anlagenteile im Gefahrenbereich müssen geerdet sein. Es muss ein Potentialausgleich zwischen den genutzten Arbeitsmitteln geschaffen werden. Die Arbeitskleidung ist entsprechend zu wählen. Gegebenenfalls muss eine entsprechende Bodenbeschichtung ausgeführt werden.

5.2 Notlüftung und Abblaseleitung

Bei Notlüftungen, und sinngemäss auch bei Abblaseleitungen, sind folgende Punkte zu beachten (Liste nicht abschliessend):

- Lüftungskanäle der Abluftanlage sind in der vom Hersteller geforderten Dichtheitsklasse auszuführen
- keine Zündquellen im Kanal
- Lüftungskanal leitfähig ausgeführt, geerdet, geschützt vor statischer Entladung bzw. antistatisch ausgeführt
- Ventilator Ex-geschützt, Vermeidung von mechanisch oder elektrisch erzeugten Funken im Kanal
- die Funktion der Lüftung muss überwacht werden, bei einer Störung sind entsprechende Schritte einzuleiten (z.B. Alarmierung, Anlage in sicheren Zustand bringen etc.)
- die Abluft muss sicher ins Freie geführt werden, Gefahrenbereich beim Austritt ist zu beachten (Herstellerangaben, Explosionsschutzzone)
- Blitzschutz ist zu gewährleisten.

5.3 Sekundärsysteme

Aus Sicht der Wärmepumpe oder der Kältemaschine wird als Sekundärsystem, der mit Wasser oder Wassergemischen gefüllte Teil der Anlage verstanden. Es kann sich dabei um das Heizungs-, Kälte- oder Trinkwarmwassersystem handeln.
Sekundärsysteme sind grundsätzlich gemäss den örtlichen Vorschriften sowie Herstellerangaben anzuschliessen und abzusichern.

Die Norm SN EN 378-1 nennt Konzeptbeispiele von Sekundärsystemen und deren Klassifikation als Aufstellraum.

Räume, in die über das Sekundärsystem Kältemittel gelangen kann, sind gemäss SN EN 378-1 ebenso in einer Risikoermittlung zu betrachten. Die maximale Freisetzungsmenge ist zu bestimmen und entsprechende Sicherheitsmassnahmen sind zu ergreifen (z.B. Überwachung mit Sensoren, Zugänglichkeit beschränken etc.).

Nachstehend sind einige Sicherheitskonzepte von Herstellern aufgeführt, welche einzeln oder in Kombination nach Herstellerangaben umzusetzen sind (Massnahmen nicht abschliessend):

- Sicherheitsventil wasserseitig, Abblasdruck in Absprache mit Hersteller definieren. Kann Kältemittel durch das Sicherheitsventil entweichen, ist die Austrittsstelle als Gefahrenbereich zu behandeln.
- automatische Entgasung nur im Sicherheitsbereich
- Entgasung mit Detektion (indirekte Gaswarnanlage)
- kein Einsatz von automatischen Entlüftern im nichtüberwachten Bereich
- Systemtrennung mit einem Zwischenkreis
- Einsatz von doppelwandigen Wärmeübertragern.

6 Gaswarnanlage

Die Gaswarnanlage ist gemäss den Vorgaben des Herstellers und nach SN EN 378-3 zu installieren und zu betreiben. Zusätzlich sind die Anforderungen der SES-Richtlinie «Gaswarnanlagen für die Detektion von Gasen und Dämpfen» zu berücksichtigen, insbesondere hinsichtlich Planung, Installation, Betrieb und Wartung. Ergänzend zur Richtlinie stellt die SES das Merkblatt «Gasdetektion in Kälteanlagen und Wärmepumpen» zur Verfügung. Die Wartungsintervalle müssen durch den Hersteller vorgegeben werden und in Übereinstimmung mit den Anforderungen der genannten Normen und Richtlinien erfolgen.

7 Inbetriebnahme

Sicherheitseinrichtungen müssen vor der Befüllung von Anlagen in Betrieb sein (bei nicht vorgefüllten Systemen). Für werksgefertigte vorgefüllte Systeme sind die Herstellerangaben zu beachten. Die Checklisten in diesem Merkblatt (siehe Abschnitt 13 «Anhang») zur Abschätzung des Risikos sind integrierender Bestandteil für Installation, Inbetriebnahme und den Betrieb der Anlage. Die Inbetriebnahme hat gemäss den Vorgaben des Herstellers zu erfolgen.

8 Betrieb und Instandhaltung

Instandhaltungsarbeiten sind zu dokumentieren.

Empfehlungen

- Zyklische Wartung der Anlage und Sicherheitseinrichtungen gemäss den Angaben des Herstellers.
- Die Dichtigkeitskontrollen für in der Luft stabile Kältemittel haben gemäss der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) zu erfolgen.
- Arbeiten an der Anlage und am Kältemittelkreislauf dürfen nur durch sachkundiges Personal ausgeführt werden. Dazu gehört insbesondere schon das allfällige Öffnen eines Anlagegehäuses.

Achtung: Nachträgliche Änderungen (Elektroinstallationen, Standort, Nutzung des Aufstellbereichs etc.) bedürfen einer kompletten Neubeurteilung!

9 Weitere Informationen/Quellen

- suissetec, Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln» mit Füllmengen bis 5 kg für A3 respektive bis 25 kg A2L ohne menschlichen Komfort
- VKF, Richtlinie 24-15 «Wärmetechnische Anlagen»
- VKF, Richtlinie 25-15 «Lufttechnische Anlagen»

- VKF, Richtlinie 26-15 «Gefährliche Stoffe»
- VKF, Merkblatt «Brandverhütung auf Baustellen»
- SN EN 378 «Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen»
  - Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien
  - Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation
  - Teil 3: Aufstellungsort und Schutz von Personen (diese behandelt insbesondere Sicherheitsanforderungen bezüglich des Aufstellungsortes)
  - Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung
- EKAS-Richtlinie 6517 «Flüssiggas»
- Suva, Merkblatt 2153 «Explosionsschutz Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen»
- Suva, Merkblatt 66139 «Kälteanlagen und Wärmepumpen sicher betrieben»
- Suva, Merkblatt 44025 «Propan/Butan: Schutzmassnahmen bei Gasaustritt im Freien»
- Suva, Checkliste 67083 «Statische Elektrizität»
- BAFU, SR 814.81 «Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV)»
- BAFU, Vollzugshilfe «Anlagen und Geräte mit Kältemitten: Betrieb und Wartung»
- SVK, FAQ zur SN EN 378-1 bis -4
- SVK, Merkblatt «Sicherheit und Hygiene in Verbindung mit Sekundärkreisläufen»
- FWS, FAQ «Kältemittel in Wärmepumpen – was gilt und was müssen Sie beachten?»
- SES, Merkblatt «Gasdetektion in Kälteanlagen und Wärmepumpen»
- CEN/TS 17606:2021 «Installation von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen, die brennbare Kältemittel enthalten, zur Ergänzung bestehender Normen»
- CEN/TS 17607:2021 «Betrieb, Wartung, Instandhaltung, Reparatur und Stilllegung von Kälte-, Klima- und Wärmepumpenanlagen, die brennbare Kältemittel enthalten, zur Ergänzung bestehender Normen»
- SN EN IEC 60079-10-1 «Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche»
- SN EN IEC 60335-2-40 (inkl. diverser Ergänzungen) Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter
- SN EN IEC 60335-2-89 (inkl. diverser Ergänzungen) Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-89: Besondere Anforderungen für gewerbliche Kühl-/Gefriergeräte mit eingebautem oder getrenntem Verflüssigersatz oder Motorverdichter
- Richtlinie 1999/92/EG – ATEX 137 «Richtlinie für Risikobewertung, Einstufung von explosionsgefährdeten Zonen, Pflichten des Arbeitgebers, Schutzmassnahmen»
- Richtlinie 2014/34/EU – ATEX 114 «Richtline für Hersteller von Geräten und Schutzsystemen, Explosionsschutzanforderungen für Geräte und Komponenten, Konformitätsbewertungsverfahren»

10 Begriffe

Anlage (nach CEN/TS 17606)
Ergebnis, fertiggestellter und betriebsbereiter Zusammenbau von Equipment.

Risikoanalyse (nach CEN/TS 17606)
Systematische Nutzung verfügbarer Informationen, um Gefährdungen zu identifizieren und das Risiko einzuschätzen.

Risikobeurteilung (nach CEN/TS 17606)
Gesamter Prozess, der eine Risikoanalyse und eine Risikobewertung umfasst.

Risikobewertung (nach CEN/TS 17606)
Auf der Risikoanalyse basierendes Verfahren, nach dem festgestellt wird, ob das tolerierbare Risiko überschritten wurde.

Massnahmen zur Risikominderung (nach CEN/TS 17606)
Handlung oder Mittel zur Beseitigung von Gefährdungen oder zur Minderung von Risiken.

Sicherheit (nach CEN/TS 17606)
Abwesenheit von nicht tolerierbarem Risiko.

Tolerierbares Risiko (nach CEN/TS 17606)
Risiko, das in einem bestimmten Zusammenhang nach den gültigen Wertvorstellungen der Gesellschaft akzeptiert wird.

Explosionsgefährdeter Bereich (nach ATEX 137)
Bereich, in welchem eine explosionsfähige Gasatmosphäre in derartigen Mengen vorhanden ist oder auftreten könnte, dass besondere Schutzmassnahmen für die Bauweise, das Errichten und den Betrieb von Geräten erforderlich werden.

Zone 0 (nach ATEX 137)
Bereich, in dem explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.

Zone 1 (nach ATEX 137)
Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln bilden kann.

Zone 2 (nach ATEX 137)
Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine explosionsfähige Atmosphäre als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Freisetzungsquelle (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Punkt oder Ort, von dem aus ein Gas, Dampf, Nebel oder eine Flüssigkeit in die Atmosphäre freigesetzt werden kann, so dass sich eine explosionsfähige Gasatmosphäre bilden könnte.

Ausbreitungsberechnung (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Berechnungsmodelle wie sich gas-, dampf-, nebelförmige oder flüssige Stoffe in Abhängigkeit der freigesetzten Menge in Abhängigkeit der Zeit und der Umgebungsbedingen räumlich ausbreiten.

Zündtemperatur einer explosionsfähigen Gasatmosphäre (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Niedrigste Temperatur (einer Oberfläche), an der unter festgelegten Prüfbedingungen ein brennbarer Stoff, in Form von Gas oder Dampf, im Gemisch mit Luft oder Luft-Inertgas, gezündet wird.

UEG untere Explosionsgrenze, UBG untere Brennbarkeitsgrenze (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Konzentration eines brennbaren Gases oder Dampfes in Luft, unterhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird. Englisch: LFL, lower flammability limit.

OEG obere Explosionsgrenze, OBG obere Brennbarkeitsgrenze (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Konzentration eines brennbaren Gases, Dampfes oder Nebels in Luft, oberhalb der keine explosionsfähige Gasatmosphäre gebildet wird.

ATEL Acute-Toxicity Exposure Limit (nach SN EN 378-1)
Expositionsgrenzwert für die akute Toxizität. Nach SN EN 378-1 bestimmte maximal empfohlene Kältemittelkonzentration, die dazu dient, im Falle einer Freisetzung von Kältemittel die Gefährdungen für Personen im Zusammenhang mit der akuten Toxizität zu vermindern.

Normalbetrieb (nach SN EN IEC 60079-10-1)
Zustand, bei dem das Gerät innerhalb seiner Auslegungsparameter arbeitet. Störungen, die die dringende Instandsetzung oder Stillsetzung erforderlich machen, sind nicht Teil des Normalbetriebs.

Explosion (Suva-Merkblatt 2153)
Eine Explosion ist eine sehr schnell ablaufende chemische Reaktion eines brennbaren Stoffes, bei der grosse Energiemengen freigesetzt werden.

Explosionsfähigen Atmosphäre (Suva-Merkblatt 2153)
Unter einer explosionsfähigen Atmosphäre wird ein Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben unter atmosphärischen Bedingungen verstanden, in dem sich der Verbrennungsvorgang nach erfolgter Entzündung auf das gesamte unverbrannte Gemisch überträgt. Im Folgenden ist unter gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre eine Atmosphäre zu verstehen, die bei Explosion zu Schaden führt. Erfahrungsgemäss gilt ein unverdämmtes, zusammenhängendes Volumen von unter zehn Litern in der Regel als ungefährlich.

Wirksame Zündquelle (Suva-Merkblatt 2153)
Eine wirksame Zündquelle liegt dann vor, wenn sie so viel Energie an die explosionsfähige Atmosphäre abgeben kann, dass eine selbsttätige Fortpflanzung der Verbrennung eintritt.

Arbeitsmittel (Suva-Merkblatt 2153)
Arbeitsmittel sind Maschinen, Anlagen, Apparate und Werkzeuge, die bei der Arbeit benutzt werden. Unter diesen Begriff fallen auch technische Einrichtungen und Geräte (TEG), die nicht unmittelbar zum Arbeiten benutzt werden, aber zur Arbeitsumgebung gehören (z.B. Lüftung, Heizung, Beleuchtung), sowie die persönlichen Schutzausrüstungen (PSA).

Explosionsgefährdete Bereiche (Suva-Merkblatt 2153)
Der explosionsgefährdete Bereich ist der Bereich, in dem die Atmosphäre aufgrund der örtlichen und betrieblichen Verhältnisse explosionsfähig werden kann.

11 Auskünfte

Für Fragen oder weitere Informationen steht Ihnen die Geschäftsstelle des Schweizerischen Verbands für Kältetechnik zur Verfügung: info@svk.ch.

12 Autoren

Dieses Merkblatt (Text und Grafiken) wurde durch die Technische Kommission des Schweizerischen Verbands für Kältetechnik SVK in Zusammenarbeit mit folgenden Organisationen erstellt:

- Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz (FWS)
- GebäudeKlima Schweiz (GKS)
- Schweizerisch-Liechtensteinischer Gebäudetechnikverband (suissetec)
- SWKI

13 Anhang

Checklisten

- Monoblock-Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3:
  Füllmenge >5 kg pro Kältemittelkreislauf – Aufstellung im Freien
- Monoblock-Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L:
  Füllmenge >25 kg pro Kältemittelkreislauf – Aufstellung im Freien
- Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L:
  Füllmenge >25 kg pro Kältemittelkreislauf – Aufstellung in einem belüfteten Gehäuse nach SN EN 378 – Aufstellung im Gebäude (Innenbereich)
- Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L:
  Aufstellung von Geräten im Zugangsbereich «Menschlicher Komfort» nach C.2 gemäss SN EN 378-1, Anhang C

Muster-Explosionsschutzdokument für eine Kälteanlage/Wärmepumpe mit brennbarem Kältemittel der Sicherheitsklassen A2L und A3

CHECKLISTE

Monoblock-Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 Füllmenge >5 kg pro Kältemittelkreislauf Aufstellung im Freien

Zum Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L»

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Die Vorgaben aus dem SVK-Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L» und die sicherheitstechnischen Vorgaben des Herstellers sind eingehalten	☐	☐	
Die Vorgaben aus der SN EN 378 wurden berücksichtigt, eingehalten und dokumentiert	☐	☐	
Die Montage- und Installationsanleitung des Herstellers wurde bei der Platzierung/Montage berücksichtigt	☐	☐	
Die Aufstellung und die Installationen wurden von einer fachkundigen Person ausgeführt oder geprüft	☐	☐	
Aufstellungsbedingungen/Umgebung			
Die Anlage befindet sich nicht in einer Senke, einem Schacht oder anderem Bereich, der keinen freien Luftwechsel garantiert	☐	☐	
Austretendes Kältemittel kann sich nicht ansammeln	☐	☐	
Gebäudedurchdringungen für Verbindungsleitungen zu Wärmepumpen sind gasdicht abgedichtet	☐	☐	
Die Anlage befindet sich in dem vom Hersteller in Verkehr gebrachten Zustand und wurde in keiner Weise baulich verändert oder beschädigt	☐	☐	
Gefahrenbereich (Personen- und Sachschutz)			
Der Gefahrenbereich ist gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung eingehalten	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Gebäudeöffnungen, in denen sich austretendes Kältemittel ansammeln (Beispiel Türen, Fenster, Senken, Entwässerung etc.) oder durch Lüftungsanlagen angesaugt werden kann	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Zündquellen (Beispiel elektrische Anschlüsse etc.)	☐	☐	
Sämtliche Anlageteile verfügen über einen Potenzialausgleich	☐	☐	
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung ist sichergestellt, dass kein Kältemittel über Sekundärsysteme im Gebäude unkontrolliert ausströmen kann	☐	☐	

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung sind alle Warnhinweise zum Gefahrenbereich angebracht	☐	☐	
Die Übergabe der Anlage mit Sicherheits-, Betriebs- und Wartungsinstruktionen ist erfolgt und die Anlagendokumentation vollständig vor Ort verfügbar	☐	☐	
Explosionsschutzdokument nach Suva 2153 seitens Betreiber vorhanden	☐	☐	
Integrierter Test der Sicherheitseinrichtungen ausgeführt und dokumentiert	☐	☐	
Wartungsbereich (Zugänglichkeit)			
Die freien Zugänglichkeiten sind gemäss Herstellerangaben eingehalten	☐	☐	
Fluchtwege (Entfluchtung)			
Die Fluchtwege sind gemäss Suva-Vorschriften eingehalten	☐	☐	

Sämtliche Punkte müssen erfüllt sein. Andernfalls darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden, bevor die Abweichungen mit Massnahmen beseitigt sind!

Zuständigkeiten/Unterschriften

	Fachfirma/Installationsunternehmen	*Anlagenbetreiber*
Firma		
Adresse		
PLZ/Ort		
Kontaktperson		
Ort/Datum		
Unterschrift		

CHECKLISTE

Monoblock-Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L Füllmenge >25 kg pro Kältemittelkreislauf Aufstellung im Freien

Zum Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L»

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Die Vorgaben aus dem SVK-Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L» und die sicherheitstechnischen Vorgaben des Herstellers sind eingehalten	☐	☐	
Die Vorgaben aus der SN EN 378 wurden berücksichtigt, eingehalten und dokumentiert	☐	☐	
Die Montage- und Installationsanleitung des Herstellers wurde bei der Platzierung/Montage berücksichtigt	☐	☐	
Die Aufstellung und die Installationen wurden von einer fachkundigen Person ausgeführt oder geprüft	☐	☐	
Aufstellungsbedingungen/Umgebung			
Die Anlage befindet sich nicht in einer Senke, einem Schacht oder anderem Bereich, der keinen freien Luftwechsel garantiert	☐	☐	
Austretendes Kältemittel kann sich nicht ansammeln	☐	☐	
Gebäudedurchdringungen für Verbindungsleitungen zu Wärmepumpen sind gasdicht abgedichtet	☐	☐	
Die Anlage befindet sich in dem vom Hersteller in Verkehr gebrachten Zustand und wurde in keiner Weise baulich verändert oder beschädigt	☐	☐	
Gefahrenbereich (Personen- und Sachschutz)			
Der Gefahrenbereich ist gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung eingehalten	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Gebäudeöffnungen, in denen sich austretendes Kältemittel ansammeln (Beispiel Türen, Fenster, Senken, Entwässerung etc.) oder durch Lüftungsanlagen angesaugt werden kann	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Zündquellen (Beispiel elektrische Anschlüsse etc.)	☐	☐	
Sämtliche Anlageteile verfügen über einen Potenzialausgleich	☐	☐	
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung sind alle Warnhinweise zum Gefahrenbereich angebracht	☐	☐	
Die Übergabe der Anlage mit Sicherheits-, Betriebs- und Wartungsinstruktionen ist erfolgt und die Anlagendokumentation vollständig vor Ort verfügbar	☐	☐	

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Integrierter Test der Sicherheitseinrichtungen ausgeführt und dokumentiert	☐	☐	
Wartungsbereich (Zugänglichkeit)			
Die freien Zugänglichkeiten sind gemäss Herstelleran-gaben eingehalten	☐	☐	
Fluchtwege (Entfluchtung)			
Die Fluchtwege sind gemäss Suva-Vorschriften eingehalten	☐	☐	

Sämtliche Punkte müssen erfüllt sein. Andernfalls darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden, bevor die Abweichungen mit Massnahmen beseitigt sind!

Zuständigkeiten/Unterschriften

	Fachfirma/Installationsunternehmen	*Anlagenbetreiber*
Firma		
Adresse		
PLZ/Ort		
Kontaktperson		
Ort/Datum		
Unterschrift		

CHECKLISTE

Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L Füllmenge >25 kg pro Kältemittelkreislauf Aufstellung in einem belüfteten Gehäuse nach SN EN 378 Aufstellung im Gebäude (Innenbereich)

Zum Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L»

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Die Vorgaben aus dem SVK-Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L» und die sicherheitstechnischen Vorgaben des Herstellers sind eingehalten	☐	☐	
CE-Konformitätserklärung für ein belüftetes Gehäuse nach SN EN 378 vorhanden	☐	☐	
Die Montage- und Installationsanleitung des Herstellers wurde bei der Platzierung/Montage berücksichtigt	☐	☐	
Die Aufstellung und die Installationen wurden von einer fachkundigen Person ausgeführt oder geprüft	☐	☐	
Aufstellungsbedingungen/Umgebung			
Standort und Zugangskategorie sind gemäss den Angaben des Herstellers und der SN EN 378 definiert und umgesetzt Aufstellung in Zonen und Räumen ohne menschlichen Komfort	☐	☐	
Die Anlage befindet sich in einen trockenen und frostfreien Innenbereich	☐	☐	
Die Anlage befindet sich nicht in einer Senke, einem Schacht oder anderem Bereich, der keinen freien Luftwechsel garantiert	☐	☐	
Austretendes Kältemittel kann sich nicht ansammeln	☐	☐	
Die Anlage befindet sich in dem vom Hersteller in Verkehr gebrachten Zustand und wurde in keiner Weise baulich verändert oder beschädigt	☐	☐	
Gefahrenbereich (Personen- und Sachschutz)			
Die Belüftung des Gehäuses der Monoblock-Wärmepumpe oder Kälteanlage ist gemäss den Vorgaben des Herstellers und der SN EN 378 umgesetzt	☐	☐	
Die Abluft wird sicher ins Freie geführt, Gefahrenbereich beim Austritt wurde beachtet (Herstellerangaben, Ausbreitung etc.)	☐	☐	
Der Aufstellungsraum weist mindestens das zehnfache Netto-Raumvolumen des belüfteten Gehäuses auf	☐	☐	
Der Gefahrenbereich ist gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung eingehalten	☐	☐	

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Gebäudeöffnungen, in denen sich austretendes Kältemittel ansammeln (Beispiel Senken, Entwässerung etc.) oder durch Lüftungsanlagen angesaugt werden kann	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Zündquellen (Beispiel elektrische Anschlüsse etc.)	☐	☐	
Sämtliche Anlageteile verfügen über einen Potenzialausgleich	☐	☐	
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung ist sichergestellt, dass kein Kältemittel über Sekundärsysteme im Gebäude unkontrolliert ausströmen kann	☐	☐	
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung sind alle Warnhinweise zum Gefahrenbereich angebracht	☐	☐	
Die Übergabe der Anlage mit Sicherheits-, Betriebs- und Wartungsinstruktionen ist erfolgt und die Anlagendokumentation vollständig vor Ort verfügbar	☐	☐	
Integrierter Test der Sicherheitseinrichtungen ausgeführt und dokumentiert	☐	☐	
Wartungsbereich (Zugänglichkeit)			
Die freien Zugänglichkeiten sind gemäss Herstellerangaben eingehalten	☐	☐	
Fluchtwege (Entfluchtung)			
Die Fluchtwege sind gemäss Suva-Vorschriften eingehalten	☐	☐	

Sämtliche Punkte müssen erfüllt sein. Andernfalls darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden, bevor die Abweichungen mit Massnahmen beseitigt sind!

Zuständigkeiten/Unterschriften

	Fachfirma/Installationsunternehmen	*Anlagenbetreiber*
Firma		
Adresse		
PLZ/Ort		
Kontaktperson		
Ort/Datum		
Unterschrift		

CHECKLISTE

Wärmepumpen und -Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A2L Aufstellung von Geräten im Zugangsbereich «Menschlicher Komfort» nach C.2 gemäss SN EN 378-1, Anhang C

Zum Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L»

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Die Vorgaben aus dem SVK-Merkblatt «Umgang mit Wärmepumpen und Kälteanlagen mit gering toxischen, brennbaren Kältemitteln der Sicherheitsklasse A3 und A2L» oder die sicherheitstechnischen Vorgaben des Herstellers sind eingehalten	☐	☐	
Es handelt sich um eine Anlage für «Menschlicher Komfort» nach C.2 gemäss SN EN 378-1, Anhang C	☐	☐	
Die Montage- und Installationsanleitung des Herstellers wurde bei der Platzierung/Montage berücksichtigt	☐	☐	
Die Aufstellung und die Installationen wurden von einer fachkundigen Person ausgeführt oder geprüft	☐	☐	
Aufstellungsbedingungen/Umgebung			
Standort und Zugangskategorie sind gemäss den Angaben des Herstellers und der SN EN 378 definiert und umgesetzt	☐	☐	
Die maximal zulässige Kältemittel-Füllmengen aufgrund der Brennbarkeit wurde überprüft und eingehalten	☐	☐	
Die Anlage befindet sich nicht in einer Senke, einem Schacht oder anderem Bereich, der keinen freien Luftwechsel garantiert	☐	☐	
Austretendes Kältemittel kann sich nicht ansammeln	☐	☐	
Die Anlage befindet sich in dem vom Hersteller in Verkehr gebrachten Zustand und wurde in keiner Weise baulich verändert oder beschädigt	☐	☐	
Gefahrenbereich (Personen- und Sachschutz)			
Der Gefahrenbereich ist gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung eingehalten	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Gebäudeöffnungen, in denen sich austretendes Kältemittel ansammeln (Beispiel Senken, Entwässerung etc.) oder durch Lüftungsanlagen angesaugt werden kann	☐	☐	
Innerhalb des Gefahrenbereiches befinden sich keine Zündquellen (Beispiel elektrische Anschlüsse etc.)	☐	☐	
Sämtliche Anlageteile verfügen über einen Potenzialausgleich	☐	☐	

Anforderung (Anweisung) erfüllt?	Ja	Nein	Bemerkungen
Gemäss Herstellerangaben und Gefahrenanalyse/Risikobeurteilung sind alle Warnhinweise zum Gefahrenbereich angebracht	☐	☐	
Die Übergabe der Anlage mit Sicherheits-, Betriebs- und Wartungsinstruktionen ist erfolgt und die Anlagendokumentation vollständig vor Ort verfügbar	☐	☐	
Wartungsbereich (Zugänglichkeit)			
Die freien Zugänglichkeiten sind gemäss Herstellerangaben eingehalten	☐	☐	

Sämtliche Punkte müssen erfüllt sein. Andernfalls darf die Anlage nicht in Betrieb genommen werden, bevor die Abweichungen mit Massnahmen beseitigt sind!

Zuständigkeiten/Unterschriften

	Fachfirma/Installationsunternehmen	*Anlagenbetreiber*
Firma		
Adresse		
PLZ/Ort		
Kontaktperson		
Ort/Datum		
Unterschrift		

Muster-Explosionsschutzdokument für eine Kälteanlage/Wärmepumpe mit brennbarem Kältemittel der Sicherheitsklassen A2L und A3

Ein Explosionsschutzdokument muss für Kälteanlagen und Wärmepumpen erstellt werden, die mit einem brennbaren Kältemittel betrieben werden. Ausnahmen wie z.B. Anlagen, die in einem belüfteten Gehäuse nach SN EN 378-2 oder nach SN IEC 60335-2-40/-89 hergestellt sind, obliegen der Verantwortung des Herstellers und des Inverkehrbringers. Der Inverkehrbringer zeichnet sich für die Einhaltung der Herstellervorgaben verantwortlich und empfiehlt dem Betreiber bei Bedarf ein allfälliges Explosionsschutzdokument zu erstellen.
Weitere Informationen können den Suva-Merkblättern 2153 «Explosionsschutz – Grundsätze, Mindestvorschriften, Zonen» und teilweise, da in Überarbeitung 66139 «Kälteanlagen und Wärmepumpen sicher betreiben» entnommen werden. Eine Nein-Antwort ergibt eine Begründung oder Massnahme (Punkt 19).
Der Betreiber ist verpflichtet, das Explosionsschutzdokument gemäss den geltenden gesetzlichen und normativen Anforderungen zu erstellen, aktuell zu halten und bei Änderungen im Betrieb umgehend zu überarbeiten. Die Verantwortung für Inhalt, Pflege und Umsetzung der im Dokument festgelegten Schutzmassnahmen obliegt vollständig beim Betreiber.

1. Standort der Kälteanlage/Wärmepumpe

und alle betroffenen Bereiche wie z.B. Abblaseleitung, Lüftungsanlage, Sekundärmedien etc.

Firma	
Adresse	
PLZ/Ort	
Raum/Räume	

2. Betreiber der Kälteanlage/Wärmepumpe

falls abweichend vom Standort der Anlage

Firma	
Adresse	
PLZ/Ort	

3. Hersteller der Kälteanlage/Wärmepumpe

Firma	
Adresse	
PLZ/Ort	
Land	

4. Inverkehrbringer der Kälteanlage/Wärmepumpe

Firma	
Adresse	
PLZ/Ort	

BEISPIEL

5. Angaben zur Kälteanlage/Wärmepumpe

Seriennummer		
Baujahr		
Bezeichnung		
Meldung nach DGVV (Suva oder SVTI)	Ja ☐	Nein ☐
Konformitätserklärung vorhanden?	Ja ☐	Nein ☐
Betriebsanleitung vorhanden?	Ja ☐	Nein ☐

6. Angaben zum Kältemittel

Kältemittel	
Sicherheitsklasse nach SN EN 378-1	
Untere Explosionsgrenze (UEG)	
Mindestzündenergie (MZE)	
Selbstentzündungstemperatur	
Füllmenge in kg pro Kältemittelkreislauf	

7. Zoneneinteilung

Wird der Maschinenraum (Aufstellungsort) mit einer Gasmeldeanlage überwacht, kann bei A2L-Kältemitteln auf eine Zoneneinteilung verzichtet werden, wenn alle Zündquellen am Aufstellungsort bei Alarm inaktiviert werden und eine entsprechende Notfallplanung vorhanden ist.

Beurteilung nach SN EN 378-1/3 vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Risikobeurteilung/Gefahrenanalyse vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Zonenplan vorhanden (Kälteanlage/Wärmepumpe, Abluft, Abblaseleitung etc.)	Ja ☐	Nein ☐

Elektrische Betriebsmittel, wie z.B. Sicherheitseinrichtungen, Notbelüftung, Beleuchtung etc., welche sich im Gefahrenbereich befinden, müssen entsprechend der definierten Zone zugelassen sein (ATEX-Zertifizierung).

8. Lüftungsmassnahmen

Mechanische Notlüftung vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Steuerung durch Gaswarnanlage	Ja ☐	Nein ☐
Luftmenge in m³/h		

9. Rückhaltemassnahmen

Ausbreitung von Dämpfen und Flüssigkeiten in andere Bereiche wie Keller, Kanäle, Schächte etc. verhindert?	Ja ☐	Nein ☐

BEISPIEL

10. Elektrische Installationen und potentielle Zündquellen

Nachstehende Auflistung ist nur als Beispiel zu verstehen

Beschreibung	*Kennzeichnung*
z.B. Beleuchtung	
z.B. Notbeleuchtung	
z.B. Ventilator	
z.B. Steuerung	
z.B. Gassensor	
etc.	

11. Gaswarnanlage

Voralarm	
▸ Alarmwerte	
▸ Beschreibung	
▸ ausgelöste Massnahmen	
Hauptalarm	
▸ Alarmwerte	
▸ Beschreibung	
▸ ausgelöste Massnahmen	

12. Ausfall sicherheitsrelevante Einrichtungen

Ausfall Gaswarnanlage berücksichtigt	Ja ☐	Nein ☐
Ausfall mechanische Notlüftung berücksichtigt	Ja ☐	Nein ☐

13. Stromversorgung

Unabhängige Stromversorgung für Notfalleinrichtungen vorhanden	Ja ☐	Nein ☐

14. Kennzeichnung

Explosionsgefährdete Bereiche gekennzeichnet	Ja ☐	Nein ☐
Anlage, Behälter, Rohrleitungen etc. gekennzeichnet	Ja ☐	Nein ☐

15. Notfallplanung

Beschreibung des Notfallkonzepts vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Schutzmaterial vorhanden (z.B. Feuerlöscher)	Ja ☐	Nein ☐

BEISPIEL

16. Persönliche Schutzausrüstung (PSA)

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Anwendung PSA und Regeln beschrieben	Ja ☐	Nein ☐

17. Instruktion der Arbeitnehmenden

Nachweis der Instruktion vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Schriftliche Arbeitsanweisungen vorhanden	Ja ☐	Nein ☐

18. Instandhaltung

Vertrag mit externem Partner vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Anlagendokumentation vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
Falls Instandhaltung betriebsintern durchgeführt wird:		
▸ Instandhaltungsplan vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
▸ Gefährdungsermittlung gemacht	Ja ☐	Nein ☐
▸ Arbeitsanweisungen vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
▸ Geeignete Arbeitsmittel vorhanden	Ja ☐	Nein ☐
▸ Freigabesystem für funkenerzeugende Arbeiten vorhanden	Ja ☐	Nein ☐

19. Massnahmenplanung oder Begründung bei «Nein»

Massnahmen komplett in der Risikobeurteilung/Gefahrenanalyse abgedeckt	Ja ☐	Nein ☐

Falls Nein, nachfolgend die notwendigen Massnahmen aufführen.

Nr.	*Massnahme/Begründung*	*Verantwortlich*	*Termin*

BEISPIEL

20. Beilagen und Verweise auf andere Dokumentationen

Zonenplan	
Arbeitsanweisungen/Instruktionen	
Alarmkonzept	
Notfallkonzept	
Gefährdungsermittlung Instandhaltung	
Instandhaltungsverträge	
Risikobeurteilung/Gefahrenanalyse	
Beurteilung nach SN EN 378-1/3	
Weitere	

21. Zuständigkeiten/Unterschriften

	Verfasser	*Anlagenbetreiber*
Firma		
Adresse		
PLZ/Ort		
Kontaktperson		
Ort/Datum		
Unterschrift		

BEISPIEL