

Sicherheitsvorschriften und Komponenten für brennbare Kältemittel

Sicherheitsvorschriften und Komponenten für brennbare Kältemittel.....	1
1 Zweck.....	1
2 Geltungsbereich.....	1
3 Definitionen.....	2
4 Einführung: gesetzliche Rahmenbedingungen und Vorschriften.....	3
4.1 Europäische Normen (EN).....	3
4.2 Option Risikobeurteilung.....	5
5 Anforderungen an Komponenten.....	6
5.1 Europäische Normen (EN).....	7
5.2 Anforderungen der ATEX-Richtlinien und der Druckgeräterichtlinie.....	8
5.3 Option Risikobeurteilung.....	9
6 Anforderungen an Komponenten, die als Schutzmaßnahme zur Risikominderung dienen	9
7 Bibliografie.....	9
ANHANG 1: Die ATEX-Richtlinien.....	11
ANHANG 2: Die europäische Druckgeräterichtlinie (DGRL).....	14
ANHANG 3: Beispiel: Kaltwassersatz mit R290.....	16
ANHANG 4: Beispiel: Split- und Multi-Split-Klimaanlagen einschl. reversibler Anlagen.....	17
ANHANG 5: Anwendungsbeispiel brennbare Kältemittel: Gewerbekältegeräte steckerfertig oder mit zentraler Kälteanlage.....	19
ANHANG 6: Klimazentralen.....	20

1 Zweck

Der Zweck dieses Leitfadens besteht darin, eine einheitliche Auslegung der Anforderungen an die Verwendung von Komponenten in Kompressionskälteanlagen zu ermöglichen, die brennbare Kältemittel nutzen und den europäischen HVACR-Vorschriften unterliegen. Da brennbare Kältemittel eine entscheidende Rolle bei der schrittweisen Beschränkung (Phase down) von Kältemittel-Emissionen spielen, soll dieser Leitfaden die Gestaltung von Anlagen mit niedrigem Treibhauspotenzial erleichtern.

2 Geltungsbereich

Dieser Leitfaden gilt für diejenigen Komponenten, die eine Kompressionskälteanlage mit brennbaren Kältemitteln enthalten d. h. Ventile, Wärmeübertrager, Verdichter und andere mechanische, elektronische und elektromechanische Geräte. Sie geht nur auf Komponenten für Anlagen ein, die in nicht explosionsgefährdeten Bereichen (keine ATEX-Zonen) betrieben werden. (Siehe Abbildung A1.) Kompressionskälteanlagen kommen in vielen verschiedenen Anwendungen zum Einsatz, die ggf. für den Betrieb unter besonderen Bedingungen ausgelegt sind. Diese Leitlinie thematisiert jedoch nur die wesentlichen stationären Anlagen, siehe dazu die Anhänge 3 - 6

- Kaltwassersätze bzw. Flüssigkeitskühlsätze
- Split- und Multi-Split-Klimaanlagen

- Klimazentralen
- Gewerbekältegeräte steckerfertig oder mit zentraler Kälteanlage

3 Definitionen

Kälteanlage

Wärmepumpe

Kombination miteinander verbundener kältemittelführender Teile, die einen geschlossenen Kreislauf bilden, in dem das Kältemittel zirkuliert, um Wärme zu entziehen und bereitzustellen (d. h. Kühlung und Erwärmung) (aus DIN EN378-1)

Dauerhaft geschlossene Anlage

Kälteanlage, in der alle kältemittelführenden Teile durch Schweißen, Hartlöten oder eine vergleichbare nicht lösbare Verbindung dicht zusammengebaut sind, die Ventile mit Kappen und Serviceanschlüsse mit Kappen enthalten kann, die die ordnungsgemäße Instandsetzung oder Entsorgung ermöglichen, und die unter einem Druck von mindestens einem Viertel des maximal zulässigen Drucks eine geprüfte Leckrate von weniger als 3 Gramm pro Jahr aufweist .

Anmerkung 1 zum Begriff: Mechanische Verbindungen, die dadurch vor unsachgemäßer Handhabung geschützt sind, dass Spezialwerkzeuge (z. B. Klebstoff) erforderlich sind, werden als gleichwertige nichtlösbare Verbindung angesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Hermetisch dichte Anlagen nach EN 16084 entsprechen dauerhaft geschlossenen Anlagen in FprEN 378-2:2016.
(aus DIN EN378-1)

Komponente

Einzelne Funktionseinheit einer Kälteanlage

Kältemittel

Fluid, das zur Wärmeübertragung in einer Kälteanlage eingesetzt wird und das bei niedriger Temperatur und niedrigem Druck des Fluids Wärme aufnimmt und bei höherer Temperatur und höherem Druck Wärme abgibt, wobei üblicherweise Zustandsänderungen des Fluids erfolgen

Brennbares Kältemittel

Kältemittel der Sicherheitsgruppe 2L, 2 oder 3 gemäß ISO 817

Untere Explosionsgrenze LFL (en: lower flammability limit)

Geringste Konzentration eines Kältemittels, die in einem homogenen Gemisch aus Kältemittel und Luft mit selbständiger Flammenausbreitung gezündet werden kann

Bediener

Natürliche oder juristische Person, die die technische Kontrolle über den Betrieb von Kälteanlagen hat.

4 Einführung: gesetzliche Rahmenbedingungen und Vorschriften

Die Risikobeurteilung ist ein zentraler Bestandteil aller Sicherheitsvorschriften. Sicherheitsvorschriften sind eine Summe von Erfahrungen und teilweise auch theoretische Risikobewertungen, auch wenn ein spezifisches Risikobewertungsverfahren nicht Bestandteil dieser Normen ist. So entstehen Rahmenbedingungen für den Anlagenbetrieb – einschließlich Auslegung und Wartung.

4.1 Europäische Normen (EN)

Die Einhaltung harmonisierter Normen ist die bevorzugte Methode, um die Anforderungen der Sicherheitsrichtlinien der EU (z. B. Druckgeräte Richtlinie (DGRL), Niederspannungsrichtlinie und Maschinenrichtlinie) zu erfüllen. Darüber hinaus ist es Herstellern jedoch auch erlaubt, Teile einer Norm oder die gesamte Norm durch eine Risikobeurteilung nicht anzuwenden. Für stationäre Kälteanlagen gelten verschiedene Sicherheitsvorschriften. Diese lassen sich danach gruppieren, wie breit das abgedeckte Marktsegment ist. Eine horizontale Norm ist allgemein gültig und stellt keine speziellen Anforderungen an konkrete Produkte. Eine vertikale Norm legt dagegen spezielle Anforderungen für bestimmte Produkte fest. (Siehe Tabelle 1.)

Bei der internationalen Norm ISO 5149 handelt es sich um eine horizontale Norm, die der europäischen Norm EN 378 sehr ähnelt. In den letzten Jahren wurden Teile der ISO 5149 von der EN 378 übernommen und umgekehrt. Ähnlich verhält es sich bei den Normen IEC 60335 und EN 60355.

Die Normen zur Anlagensicherheit definieren eine Reihe von Anforderungen, die für Kälteanlagen mit brennbaren Kältemitteln gelten.

Diese Anforderungen können wie folgt kategorisiert werden:

- Anforderungen an Kompetenzen von Personen, die mit der Anlage arbeiten
- Anforderungen an maximale Füllmengen, um im schlimmsten Fall die Auswirkungen von Unfällen zu minimieren
- Anforderungen zum Vermeiden von heißen Oberflächen, um die Entzündung oder Zersetzung von ausgetretenem Kältemittel zu verhindern
- Anforderungen zum Vermeiden von anderen Zündquellen als heißen Oberflächen, um die Entzündung von ausgetretenem Kältemittel zu vermeiden

Die Einhaltung der Anforderungen an die Kompetenzen der entsprechenden Personen wird im Allgemeinen durch die Zertifizierung nach der europäischen F-Gas-Verordnung nachgewiesen. Die ATEX-Arbeitsplatzrichtlinie schreibt für den Umgang mit brennbaren Stoffen ebenfalls ein ausreichendes Kompetenzniveau vor. Und obwohl die F-Gas-Verordnung nicht auf alle brennbaren Stoffe (z. B. Kohlenwasserstoffe) eingeht, gelten dennoch gesetzliche Anforderungen für das Personal und dessen Kompetenzen.

Die Norm EN 13313:2010 beschreibt die Kompetenzen, die das entsprechende Personal für die verschiedenen Phasen des Lebenszyklus von Kälteanlagen aufweisen muss – von der Konstruktion und Inbetriebnahme über den Betrieb bis hin zur Wartung und Außerbetriebnahme. Diese Norm wird derzeit aktualisiert, um die neuesten Änderungen der

F-Gas-Verordnung widerzuspiegeln. Sie wird dann als internationale Norm ISO 22712 veröffentlicht. Bis dahin liefern die Durchführungsbeschlüsse der F-Gas-Verordnung die besten Informationen für die nötigen Kompetenzen.

Aus den Anforderungen an Kompetenzen lassen sich jedoch keine direkten Anforderungen an Komponenten ableiten.

Die Sicherheitsnormen zur Anlagensicherheit legen Regeln für die Kältemittelfüllmenge von Anlagen fest. Normen sind nur innerhalb der von ihnen festgelegten Füllgrenzen gültig. So variiert die maximal zulässige Menge beispielsweise je nach Aufbau und Aufstellungsort der Anlage, der Anzahl der Zugangsberechtigten zur Anlage und manchmal auch je nach Zweck der Anlage. Tabelle 1 liefert einen Überblick über die europäischen Normen zur Anlagensicherheit. Die Grenzwerte für die Füllmenge stellen dabei keine Anforderungen an die Komponenten.

Tabelle 1: Europäische Normen zur Anlagensicherheit

EN 60335-2-11:2015	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-11: Besondere Anforderungen für Trommelrockner	Definiert aktuell Regeln für brennbare Kältemittel mit einer Menge von bis zu 150 g. Kopiert die IEC 60335-2-11:2008 mit geringfügigen Änderungen in Bezug auf die EU-Gesetzgebung. Die allgemeine Strategie besteht darin, die neueste IEC-Version mit geringfügigen Änderungen zu übernehmen.
EN 60335-2-24:2010	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl-/Gefriergeräte und Speiseeis- und Eisbereiter	Definiert aktuell Regeln für brennbare Kältemittel mit einer Menge von bis zu 150 g. Kopiert die IEC 60335-2-24:2010 mit geringfügigen Änderungen in Bezug auf die EU-Gesetzgebung. Die allgemeine Strategie besteht darin, die neueste IEC-Version mit geringfügigen Änderungen zu übernehmen.
EN 60335-2-40:2013	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter	Die Grenzwerte für die Füllmenge hängen vom Kältemitteltyp und vom Aufbau der Anlage ab. Abgeleitet von Version 2002 der IEC 60335-2-40 mit Änderungen. Vorschläge für eine Aktualisierung auf die Version 2018.
EN 60335-2-89:2017	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	Kopiert Version 2010 der IEC 60335-2-89 und Änderung A1 von 2012 mit geringfügigen Änderungen in Bezug auf die EU-Gesetzgebung. Definiert aktuell Regeln für brennbare Kältemittel mit einer Menge von bis zu 150 g. Es gibt einen Entwurf einer IEC-Norm, der Regeln für eine größere Füllmenge definiert. Wenn dieser genehmigt wird, werden die Textteile wahrscheinlich von der EN 60335-2-89 übernommen.

EN 378:2016	Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen	Die maximal zulässigen Füllmengen sind vom Aufbau und Aufstellort der Anlage, der Anzahl Zugangsberechtigter und dem Zweck der Anlage abhängig
-------------	--	--

Die europäischen Normen zur Anlagensicherheit thematisieren heiße Oberflächen in der Regel getrennt von anderen Zündquellen. Sie definieren die Anforderung, dass die Temperatur von Oberflächen der Anlage, die in Kontakt mit ausgetretenem Kältemittel kommen können, mindestens 100 K niedriger als die Zündtemperatur des brennbaren Kältemittels sein muss (EN 378-2, EN 60335-2-11, EN 60335-2-24, EN 60335-2-40 und EN 60335-2-89). Diese Anforderung ist strenger als die der entsprechenden ATEX-Richtlinie, die lediglich vorschreibt, dass Oberflächen eine Temperatur unterhalb der Zündtemperatur des Kältemittels aufweisen müssen. Die maximal zulässige Oberflächentemperatur bei ausgewählten Kältemitteln ist in Tabelle 2 angegeben. In der Praxis können jedoch nur sehr wenige Komponenten so heiß werden, dass diese Anforderung relevant wird.

Tabelle 2: Maximale Oberflächentemperaturen

Kältemittel	Zündtemperatur (°C)	Maximale Oberflächentemperatur laut EN-Normen (°C)
R32	648	548
R170	515	415
R290	470	370
R600a	460	360
R1234yf	405	305
R1234ze(E)	368	268
R1270	455	355

4.2 Option Risikobeurteilung

Im europäischen Rechtssystem wird die Produktsicherheit oftmals durch die Einhaltung harmonisierter Normen belegt. Die Einhaltung einer harmonisierten Norm gibt dem Hersteller das Recht, Konformität in den von der Norm abgedeckten Teilen mit der Vorschrift anzunehmen, mit dem die Norm harmonisiert ist.

Obwohl harmonisierte EN-Normen die bevorzugte Methode darstellen, um die europäischen Sicherheitsgesetze zu befolgen, ist es darüber hinaus ebenfalls möglich, andere Spezifikationen als harmonisierte Normen einzuhalten. (Siehe Abbildung 1.) Dieser Ansatz wird oft als Risikobeurteilungsansatz bezeichnet.

Wenn eine Risikobeurteilung von Grund auf neu durchgeführt wird, besteht im Allgemeinen die Gefahr, mögliche Risiken zu übersehen. Deswegen beschränkt sich der Ansatz in der Regel auf einen einzelnen Aspekt einer Anwendung. Häufig basiert die Risikobeurteilung auf der Einhaltung einer nicht harmonisierten Norm, d. h. es handelt sich um eine Risikobeurteilung, die aufzeigt, dass diese nicht harmonisierte Norm zum Bewältigen der Risiken in der Anwendung geeignet ist. Ein Beispiel wäre das Befolgen der neuesten Version

der IEC 60335-2-40, bevor sie von der EU als EN 60335-2-40 übernommen und harmonisiert wird.

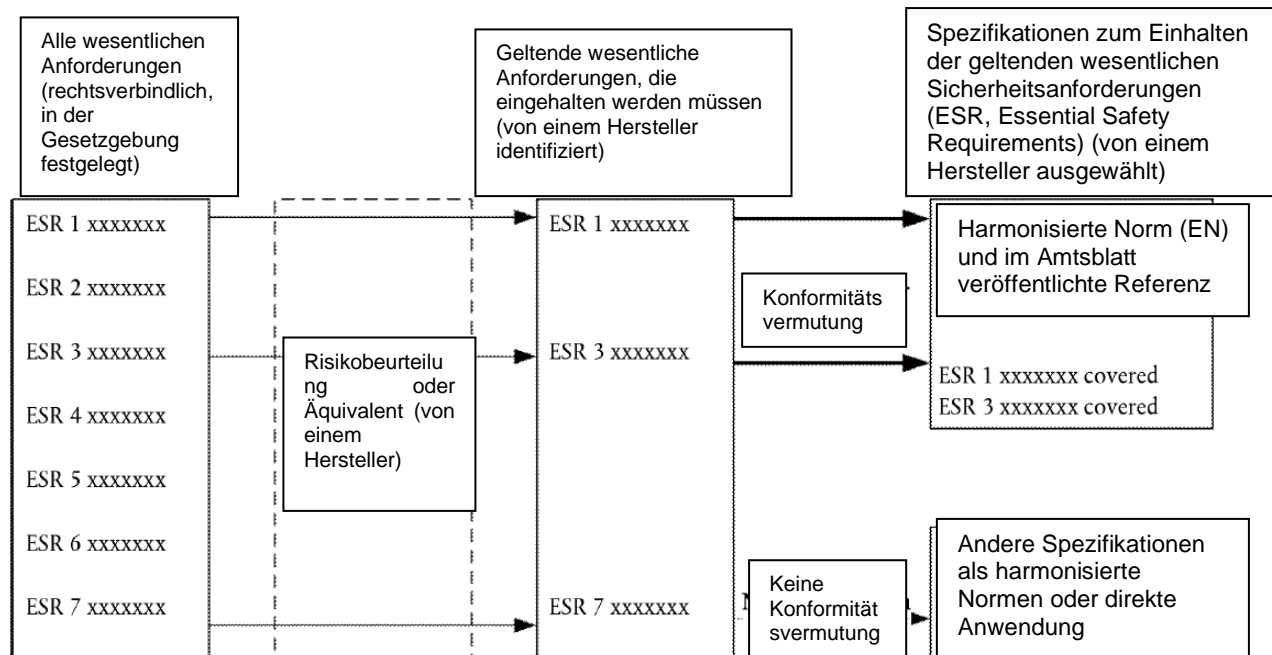


Abbildung 1: Europäisches Rechtssystem für Produkte gemäß Blue Guide

5 Anforderungen an Komponenten

Normen sind nicht zwangsläufig aufeinander abgestimmt, harmonisiert oder gut geschrieben. Dies kann zu Verwirrung im Markt führen, die ggf. eine Überreaktion in Bezug auf die Anforderungen an Komponenten verursachen kann. Ein Beispiel wäre ein Anlagenbauer, der die Anforderungen an Zündquellen in einer Norm nicht eindeutig interpretieren kann. Er/sie benötigt dann eine sichere, jedoch unnötig hohe Spezifikation, bei der es sich oftmals um die ATEX-Zertifizierung handelt. Das ist selbstverständlich keine sinnvolle Vorgehensweise.

Anlagen mit brennbaren Kältemitteln dürfen Komponenten verwenden, die für das jeweilige brennbare Kältemittel zugelassen sind. Dennoch ist der Anlagenbauer dafür verantwortlich, ein sicheres System zu konstruieren. Zudem müssen die Anlagen entsprechend den Anforderungen der Sicherheitsnormen und der örtlich geltenden Vorschriften ausgelegt, installiert und gewartet werden.

Eine für ein brennbares Kältemittel zugelassene Komponente erfüllt die relevanten Anforderungen zum Vermeiden einer Entzündung und weitere Anforderungen.

- (1) Mögliche höhere DGRL-Klassifizierung
- (2) Garantiert, dass die Oberflächentemperaturen unter den vorgeschriebenen Zündtemperaturen liegen (falls zutreffend)
- (3) Garantiert durch Konstruktions- oder Montagespezifikation, dass es sich um keine Zündquelle handelt

5.1 Europäische Normen (EN)

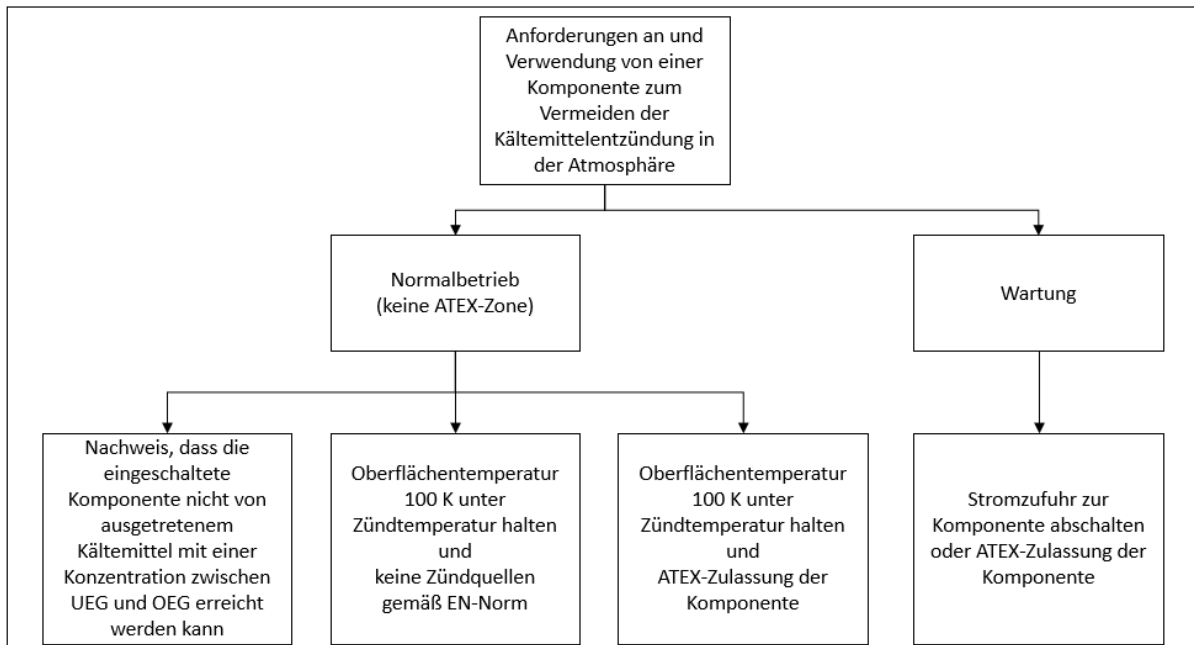


Abbildung 2: Anforderungen an die Verwendung von Komponenten für brennbare Kältemittel

Europäische Sicherheitsnormen legen Anforderungen dazu fest, wie die Entzündung von ausgetretenem Kältemittel verhindert werden kann. Die Anforderungen sind vor allem für Komponenten für brennbare Kältemittel relevant. Sie beinhalten Maximaltemperaturen von heißen Oberflächen und den Grundsatz, Zündquellen zu vermeiden.

Insgesamt werden in den EN-Normen drei verschiedene Ansätze beschrieben, um die Entzündung von ausgetretenem Kältemittel zu verhindern. (Siehe Abbildung 2.)

Die europäischen Sicherheitsnormen nennen eine maximal zulässige Oberflächentemperatur für Komponenten, die in einer explosionsfähigen Atmosphäre eingesetzt werden. Die spezifischen Temperaturen sind in Tabelle 2 angegeben. Die meisten Komponenten werden diese Temperaturen niemals erreichen. Für elektrische Heizkörper sind jedoch ggf. besondere Vorkehrungen erforderlich, um die Maximaltemperatur zu begrenzen oder sicherzustellen, dass ausgetretenes Kältemittel nicht in Kontakt mit der heißen Oberfläche kommen kann.

Die Anforderung, andere Zündquellen als heiße Oberflächen zu vermeiden, gilt nur für Komponenten, von denen erwartet wird, dass sie Funken erzeugen (elektronische oder elektromechanische Komponenten), und die so platziert sind, dass sie von ausgetretenem Kältemittel erreicht werden können. Die Normen beschreiben spezielle Prüfverfahren, um zu bestimmen, welche Montageorte betroffen sein könnten.

Es können zudem Schutzmaßnahmen zur Risikominderung eingeführt werden, wie z. B. das Montieren von elektronischen Steuer- und Regelgeräten in einem Schaltkasten oder einem ähnlichen Gehäuse, sodass sie nicht mit ausgetretenem Kältemittel in Kontakt kommen.

Auch hier ist der Anlagenbauer dafür verantwortlich, dass die elektronischen Steuer- und Regelgeräte dort platziert werden, wo der Komponentenhersteller dies vorsieht.

Falls Komponenten so in einer Kälteanlage montiert werden, dass sie laut dem Prüfverfahren der relevanten Norm von ausgetretenem Kältemittel erreicht werden können, muss nachgewiesen werden, dass die Komponente keine Zündquellen aufweist. Wie bereits erwähnt beziehen sich die Normen zur Anlagensicherheit in der Regel auf spezifische, ausgewählte Anforderungen der EN 60079-15.

Wenn europäische Sicherheitsnormen Anforderungen zum Vermeiden von anderen Zündquellen festlegen, übertreffen diese die Anforderungen der ATEX-Richtlinien. Die Sicherheitsnormen gehen von einer größeren potenziell brennbaren Gaswolke als die ATEX-Richtlinien aus und stellen dementsprechend hohe Anforderungen daran, wo welche Anlagen und Geräte aufgestellt werden dürfen. Das bedeutet auch, dass sie weniger strenge Anforderungen an den Nachweis stellen, dass eine Anlage keine Zündquellen (andere als heiße Oberflächen) aufweist. Zum Beispiel bezieht sich die EN 60335-2-89 auf Anforderungen der EN 60079-15, die eine mit der ATEX-Richtlinie harmonisierte Norm ist. EN 60335-2-89 hat jedoch nicht die Abschnitte 1 bis 15 übernommen. Die europäischen Sicherheitsnormen sind aus drei Gründen weniger streng als die ATEX-Richtlinien:

- Das Trennen von Steckern an Komponenten wird in den Sicherheitsnormen in der Regel nicht als Bestandteil des Normalbetriebs angesehen.
- ist die erforderliche Stoßfestigkeit geringer als gemäß ATEX gefordert.
- Komponenten müssen im Allgemeinen nicht die Schutzart IP54 aufweisen, wenn sie durch ein Gehäuse geschützt sind. (Für die ATEX-Zulassung ist IP54 eine der obligatorischen Anforderungen.)

5.2 Anforderungen der ATEX-Richtlinien und der Druckgeräterichtlinie

Nur Geräte und Komponenten, die während Wartungsarbeiten eingeschaltet bleiben müssen (z. B. Notbeleuchtung, Alarmer, Gaswarngeräte und Notbelüftung in Maschinenräumen), müssen für die Verwendung in der ATEX-Zone 2 zugelassen sein. Bei der Belüftung gilt dies nur für Komponenten, die sich im von einer Leckage betroffenen Luftstrom befinden. (Siehe auch Anhang 1.)

Unter Komponentenherstellern ist es jedoch gängige Praxis, die Zulassung der Komponenten gemäß ATEX zum Nachweis dafür zu verwenden, dass es keine

Zündquellen gibt. Diese Zulassung geht über die Anforderungen der Sicherheitsnormen hinaus. Sie kann allerdings bei einigen Produkten, wie z. B. Druck- und Temperaturschaltern, eine pragmatische Lösung sein.

Bei den ATEX-Richtlinien gilt die Faustregel, dass Leckagen, die weniger als einmal pro Jahr auftreten, zu selten sind, um die Einrichtung einer ATEX-Zone zu rechtfertigen. Und wenn ein Leck entsteht, geht die ATEX-bezogene Norm EN 60079-10-1 in der Regel davon aus, dass das Loch nicht größer ist als $0,1 \text{ mm}^2$ (für ein DN50-Rohr). Insgesamt treten große Lecks in Kälteanlagen viel seltener als einmal pro Jahr auf. Die Normen zur Anlagensicherheit nehmen jedoch typischerweise an, dass das Loch groß genug ist, damit die gesamte Kältemittelmenge in 4 Minuten auslaufen kann.

Die DGRL (siehe Anhang 2) kategorisiert die Komponenten in Anhängigkeit von Druck, Größe und Art des Mediums. Je nach Kategorie werden unterschiedliche Anforderungen an die Konstruktion und die Werkstoffe gestellt.

5.3 Option Risikobeurteilung

Da die IEC- und EN-Normen nicht zur selben Zeit adaptiert werden, ist es in der Regel sinnvoll, die neuere und fortschrittlichere Norm anzuwenden, selbst wenn die Norm in der EU noch nicht harmonisiert wurde.

An dieser Stelle muss besonders erwähnt werden, dass die neuesten Änderungen der IEC-Normen für A2L-Kältemittel und EN-Normentwürfe bei Komponenten und Anlagen angewendet werden können, obwohl diese Normen noch nicht als harmonisierte EN-Normen zur Verfügung stehen. Dies betrifft beispielsweise den Nachweis, dass eine Komponente ein A2L-Kältemittel nicht entzünden kann oder dass höhere maximale Oberflächentemperaturen zulässig sind.

Um diese noch nicht harmonisierten Normen anzuwenden, ist es jedoch notwendig, eine Risikobeurteilung durchzuführen. Damit wird demonstriert, dass die angenommenen Anforderungen an die jeweilige Komponente (oder Anwendung) angemessen sind.

6 Anforderungen an Komponenten, die als Schutzmaßnahme zur Risikominderung dienen

Diese Komponenten stellen sicher, dass explosionsfähige Atmosphären erkannt und beseitigt werden, bevor ihre Konzentration in Personenaufenthaltsbereichen oder Maschinenräumen die UEG erreicht. Durch diese Schutzmaßnahmen zur Risikominderung werden explosionsfähige Atmosphären verhindert. In der Regel können folgende Komponenten als Schutzmaßnahmen zur Risikominderung dienen:

- Absperrventile gemäß IEC 60335-2-40
- Gaswarngeräte gemäß IEC 60335-2-40, EN 378 und ISO 5149
- Lüftungs- und Umluftgebläse

Die besonderen Anforderungen an diese Komponenten unterscheiden sich selten von den Anforderungen an andere Komponenten. (Siehe Abbildung 2.) In Bezug auf die IEC 60335-2-40 wird jedoch in Betracht bezogen, besondere Anforderungen an Sitzleckagen für Absperrventile zu stellen, die in aufgeteilten oder getrennten Systemen zum Einsatz kommen.

7 Bibliografie

Nicht verbindlicher Leitfaden für bewährte Verfahren im Hinblick auf die Durchführung der Richtlinie 1999/92/EG über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können, 2005, ISBN: 92-894-8721-6

ATEX-Arbeitsplatzrichtlinie: Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können (Fünfzehnte Einzelrichtlinie im Sinne von Artikel 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)

ATEX-Geräterichtlinie: Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (Neufassung)

Druckgeräterichtlinie (DGRL): Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt (Neufassung)

F-Gas-Verordnung: Verordnung (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 über fluorierte Treibhausgase und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 842/2006

EN 60079-10-1:2015: Explosionsgefährdete Bereiche – Teil 10-1: Einteilung der Bereiche – Gasexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-1:2015)

EN 1127-1:2011: Explosionsfähige Atmosphären – Explosionsschutz – Teil 1: Grundlagen und Methodik

EN 13313:2010: Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sachkunde von Personal

EN 378-1:2016, EN 378-2:2016, EN 378-3:2016, EN 378-4:2016: Kälteanlagen und Wärmepumpen – Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen

EN 60335-2-11:2016: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-11: Besondere Anforderungen für Trommeltrockner

EN 60335-2-24:2010: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-24: Besondere Anforderungen für Kühl-/Gefriergeräte und Speiseeis- und Eisbereiter

EN 60335-2-40:2013: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-40: Besondere Anforderungen für elektrisch betriebene Wärmepumpen, Klimageräte und Raumluft-Entfeuchter

EN 60335-2-89:2017: 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

ANHANG 1: Die ATEX-Richtlinien

Die folgenden zwei ATEX-Richtlinien sind für die Thematik relevant:

- Die ATEX-Arbeitsplatzrichtlinie 1999/92/EG betrifft die Sicherheit von Arbeitnehmern, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können.
- Die ATEX-Geräterichtlinie 2014/34/EU betrifft Geräte und Schutzsysteme, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.

Die ATEX-Arbeitsplatzrichtlinie wird durch nationale Rechtsvorschriften und im Allgemeinen in enger Übereinstimmung mit dem „Nicht verbindlichen Leitfadens für bewährte Verfahren, Richtlinie 1999/92/EG ‚ATEX‘ (explosive Atmosphären)“ umgesetzt. Die nationalen Rechtsvorschriften sind relevant, wenn Anlagen mit brennbarem Kältemittel gewartet werden. Denn Fehler bei der Vorgehensweise können zu explosionsfähigen Atmosphären führen. Bitte beachten Sie, dass die ATEX-Richtlinien alle brennbaren Kältemittel als explosionsfähig betrachten, d. h. sie machen keinen Unterschied zwischen A2L- und A3-Kältemitteln.

Die ATEX-Geräterichtlinie ist eine eher traditionelle Produktsicherheitsrichtlinie, die Mindestanforderungen für Geräte festlegt, die in einer ATEX-Zone verwendet werden sollen. Laut ATEX sind bei explosionsfähigen Atmosphären als Gemisch aus Luft und brennbaren Gasen, Dämpfen oder Nebeln drei Zonen möglich (0, 1 und 2).

- Zone 0 ist ein Bereich, in dem eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre ständig, über lange Zeiträume oder häufig vorhanden ist.
- Zone 1 ist ein Bereich, in dem sich bei Normalbetrieb gelegentlich eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre bilden kann.
- Zone 2 ist ein Bereich, in dem bei Normalbetrieb eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre normalerweise nicht oder aber nur kurzzeitig auftritt.

Es ist offensichtlich, dass die meisten Kälteanlagen nicht in einer ATEX-Zone installiert sind. Wird eine Anlage mit Komponenten im Sinne dieser Leitlinie (z. B. eine petrochemische Anlage) jedoch in einer ATEX-Zone aufgestellt, muss der Anlagenbauer für eine ATEX-Zulassung der Anlage sorgen. Eine solche Anlage kann auch mehrere nicht nach ATEX zugelassene Komponenten umfassen, wobei dann ggf. andere „kritische“ Komponenten zertifiziert werden müssen. (Siehe Abbildung A1.)

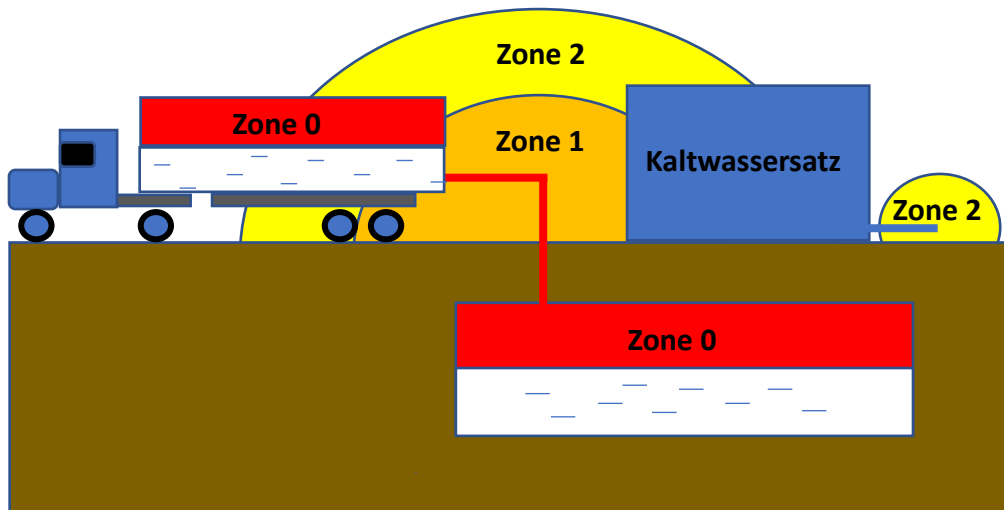


Abbildung A1: Zoneneinteilung gemäß ATEX

Oft sind Kälteanlagen dicht und Verbindungen zwischen kältemittelführenden Teilen „dauerhaft technisch dicht“, was eine Anforderung der EN 1127-1:2011 ist. **Das bedeutet, dass Komponenten und Verbindungen nicht als Ursache für eine explosionsfähige Atmosphäre und damit nicht als Ursache für einen explosionsfähigen Bereich (ATEX-Zone) gelten. Aus diesem Grund führen Kälteanlagen nicht zum Einrichten von ATEX-Zonen.**

In Maschinenräumen setzen verwendete Gaswarngeräte das Konzept „dauerhaft technisch dicht“ um, da sie die Verbindungen auf Dichtheit überwachen. Wird eine Leckage erkannt, weist sie maximal einen Wert von 25 % der UEG auf. Bei diesem Grenzwert werden alle Komponenten mit Zündquellen gemäß den Sicherheitsnormen abgeschaltet.

Es gibt zwei Ausnahmen, bei denen dennoch eine ATEX-Zone festgelegt wird:

1. *Wenn ein Anlagenbauer einen Teil der Anlage aufgrund der Anforderungen des Aufstellungsorts als ATEX-Zone definiert.* Der Anlagenbauer und der Installateur müssen sicherstellen, dass alle Komponenten in dieser Zone die entsprechende Zulassung aufweisen. Die Sicherheitsnormen schreiben z. B. vor, dass die Abblaseleitungen von Sicherheitsventilen in Kälteanlagen an einen sicheren Ort führen müssen. Einige Anlagenbauer entscheiden sich dazu, diesen sicheren Ort als eine ATEX-Zone 2 zu definieren. Es ist jedoch keine gängige Verfahrensweise, Komponenten in diesem Bereich zu platzieren.
2. *Wenn beim Warten der Anlage das Risiko einer explosionsfähigen Atmosphäre besteht.* Diese Situation führt in der Regel dazu, dass das Wartungspersonal eine ATEX-Zone 2 definiert. In diesem Fall müssen Wartungsgeräte und andere Systeme, die bei der Wartung eingeschaltet werden müssen, für eine ATEX-Zone 2 zugelassen sein. Dazu gehören vor allem die Notbeleuchtung, Alarmer, Gassensoren und die Notbelüftung in Maschinenräumen. In der Praxis ist es bei allen Wartungsarbeiten sinnvoll, dass das Wartungspersonal auch tragbare Gaswarngeräte verwendet, die für die ATEX-Zone 2 zugelassen sind.

In anderen Fällen verwenden die Sicherheitsnormen Konzepte, die denen der ATEX-Richtlinien sehr ähneln. Manchmal verweisen sie sogar auf Abschnitte in Normen, die mit den ATEX-Richtlinien harmonisiert sind.

Die Sicherheitsnormen schreiben beispielsweise vor, dass alle Komponenten, die nach dem Erkennen eines Lecks in einem Maschinenraum eingeschaltet bleiben, keine Zündquellen aufweisen dürfen. Eine Möglichkeit, dies sicherzustellen, besteht darin, dass sie eine Zulassung für die ATEX-Zone 2 erhalten. Ein anderer Weg ist jedoch, bestimmte Anforderungen der EN 60079-15 einzuhalten, die mit der ATEX-Geräterichtlinie harmonisiert ist. In der Praxis handelt es sich dabei um die Notbeleuchtung, Alarme, Gasfühler und die Notbelüftung, da diese Komponenten aus Sicherheitsgründen eingeschaltet bleiben müssen. Dabei handelt es sich um die gleichen Komponenten, die auch während einer Wartung mit Strom versorgt werden müssen. Zu diesen zählen auch die Komponenten, die das Konzept „dauerhaft technisch dicht“ umsetzen.

ANHANG 2: Die europäische Druckgeräterichtlinie (DGRL)

Die Druckgeräterichtlinie der EU legt Anforderungen an den Nachweis der Druckfestigkeit von Komponenten in Abhängigkeit verschiedener Kategorien fest. Diese basieren auf der Größe und dem maximal zulässigen Druck der Komponente sowie auf der Fluidgruppe des Kältemittels. Es gilt: Je höher die Kategorie laut DGRL, desto höher das erwartete Risiko und die Anforderungen an die Prüfung der Konstruktion und Herstellung der Komponenten. Die Richtlinie definiert fünf Kategorien: unterhalb der Kategorie I, I, II, III und IV. Druckgeräte unterhalb der Kategorie I müssen der guten Ingenieurspraxis entsprechen (Artikel 4 Ziffer 3).

Die Anforderungen an den Nachweis der Druckfestigkeit hängen direkt von der DGRL-Kategorie ab. Abbildung A2 zeigt, wie die DGRL-Kategorie für Komponenten mit Kältemittel der Fluidgruppe 1 und 2, die eher Rohrleitungen als Behältern ähneln, festgelegt wird.

Im Allgemeinen ist es von Vorteil, die Anforderungen der Einstufung „Unterhalb der Kategorie I“ (gute Ingenieurspraxis) zu erfüllen, um die Druckfestigkeit von Komponenten nachzuweisen. Denn die DGRL-Kategorien I, II, III und IV stellen strengere Anforderungen.

Herkömmliche FKW-Kältemittel (Fluorkohlenwasserstoffe) sind Gase gemäß der Fluidgruppe 2 der DGRL und demnach ungefährliche Fluide. Die meisten brennbaren Kältemittel zählen jedoch zur Fluidgruppe 1, denn sie sind gefährlich. Es gibt allerdings eine Ausnahme: R1234ze(E) gehört zur Fluidgruppe 2, obwohl es in die Sicherheitsgruppe A2L (geringe Entflammbarkeit) eingestuft ist. Der Grund dafür ist folgender: Die Brennbarkeitsprüfung für Kältemittel der Fluidgruppe 2 erfolgt bei 20 °C, während diejenige für Kältemittel der Sicherheitsgruppe A2L bei 60 °C stattfindet. Das Kältemittel R1234ze(E) ist nicht brennbar bei 20 °C, jedoch bei 60 °C.

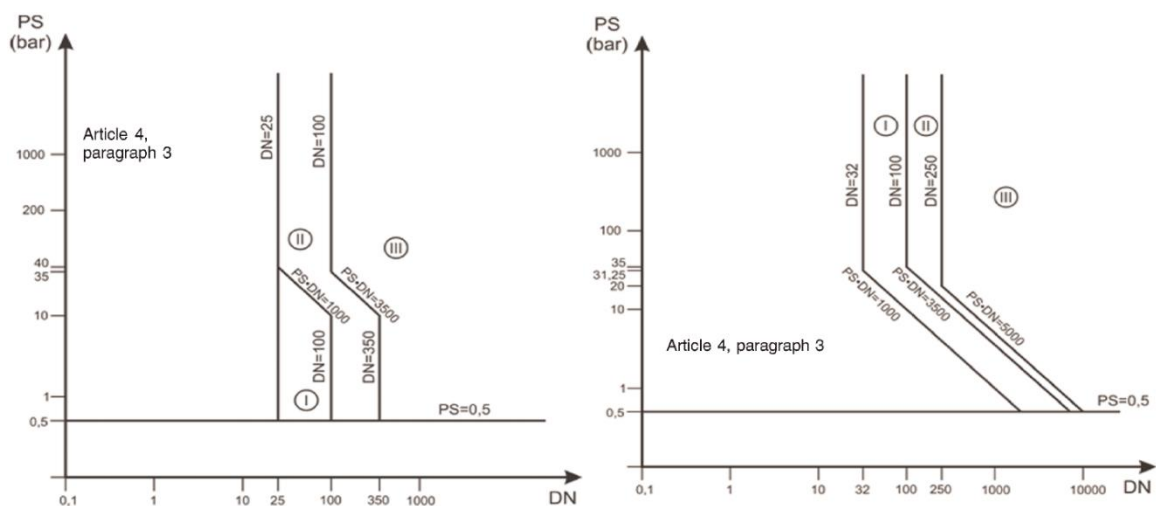


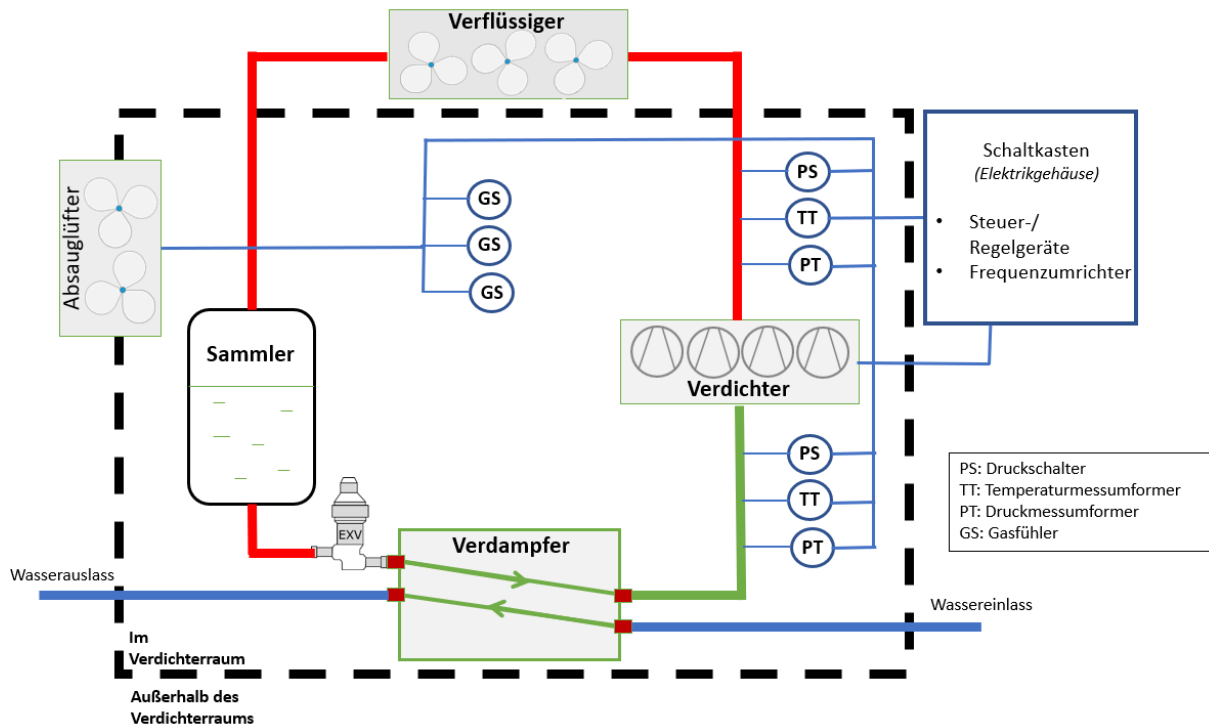
Abbildung A2: DGRL-Kategorien für rohrleitungsähnliche Komponenten mit Kältemitteln der Fluidgruppe 1 (die meisten brennbaren Kältemittel; links) und der Fluidgruppe 2 (herkömmliche FKW-Kältemittel und CO₂; rechts)

Es gibt drei grundlegende Regeln, die hilfreich sind, um schnell die Auswirkungen von einem Kältemittelwechsel von nicht brennbar auf brennbar einzuschätzen:

- Bei brennbaren Kältemitteln und rohrleitungsähnlichen Komponenten ist die Einstufung „Unterhalb der Kategorie I“ nur bei Nennweiten bis zu DN25 zulässig. Bei nicht brennbaren Kältemitteln sind Nennweiten von bis zu DN32 (und mitunter höher) erlaubt.
- Bei brennbaren Kältemitteln und behälterähnlichen Komponenten (einschließlich hermetischer Verdichter) ist die Einstufung „Unterhalb der Kategorie I“ nur zulässig, wenn „Volumen (Liter) x Druck (bar)“ maximal 25 beträgt. Bei nicht brennbaren Kältemitteln liegt der Maximalwert jedoch bei 50.
- Bei Behältern wird die DGRL-Kategorie in der Regel um „1“ erhöht.

Sicherheitsventile gehören immer zur Kategorie IV. Dabei spielen die Größe der Komponente sowie der Druck und die Brennbarkeit des Kältemittels keine Rolle.

ANHANG 3: Beispiel: Kaltwassersatz mit R290



In diesem Abschnitt werden kurz die Entscheidungen für Komponenten erläutert, die für den Aufbau eines spezifischen Kaltwassersatzes getroffen wurden, um die Entzündung von ausgetretenem Kältemittel zu verhindern. Die Abbildung zeigt den typischen Aufbau eines Kaltwassersatzes, der R290 nutzt.

Die rein mechanischen Komponenten werden nicht als mögliche Zündquellen betrachtet. Es soll jedoch sichergestellt werden, dass sie auf mögliche Zündquellen gemäß Anhang K der EN 378-2:2016 geprüft wurden.

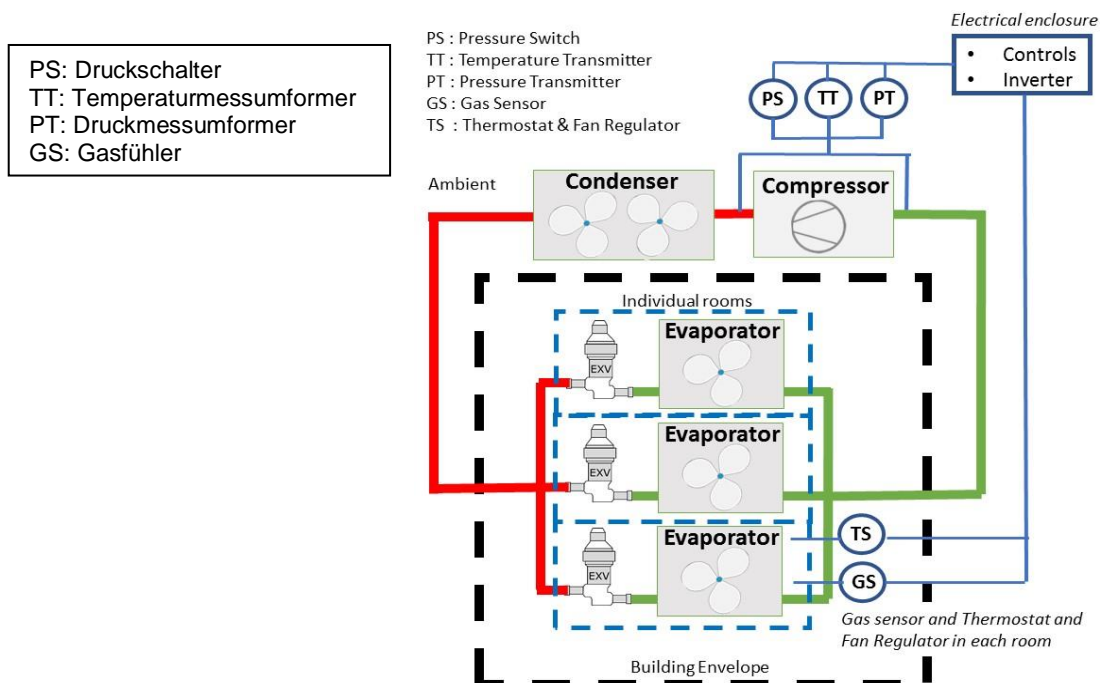
Bei den elektrischen Komponenten kann auf verschiedene Weise nachgewiesen werden, dass sie keine Zündquelle darstellen. In diesem Beispiel wurden bei den genannten Komponenten folgende Wege gewählt (siehe auch die obige Abbildung):

Nachweis, dass die Komponente nicht von ausgetretenem Kältemittel erreicht werden kann	Keine Zündquellen gemäß EN-Norm	ATEX-Zulassung der Komponente
Steuer-/Regelgeräte	Elektronisches Expansionsventil	Druckschalter
Frequenzumrichter	Temperaturmessumformer**	Druckmessumformer**
	Verdichter	Gasfühler
	Kurbelwannenheizung für die Verdichter	

** Bei Temperatur- und Druckmessumformern wird meist der Weg „ATEX-Zulassung“ gewählt, da dies die wirtschaftlichste Lösung ist. Im Allgemeinen werden Messumformer nicht als Zündquellen aufgefasst.

Die Entscheidung, Steuer-/Regelgeräte und Frequenzumrichter außerhalb des Verdichterraums zu platzieren, wurde aus zwei Gründen getroffen: So haben Techniker leichter Zugang zu ihnen und das Risiko, dass sich das Kältemittel entzündet, kann vermieden werden. Wird der Frequenzumrichter auf dem Verdichter montiert und gehört das Kältemittel zur Sicherheitsgruppe A2L, wird der Frequenzumrichter wahrscheinlich durch eine Risikobeurteilung und z. B. IEC 60335-2-40 zugelassen.

ANHANG 4: Beispiel: Split- und Multi-Split-Klimaanlagen einschl. reversibler Anlagen



In diesem Abschnitt werden kurz die Entscheidungen für Komponenten erläutert, die für den Aufbau einer spezifischen Anlage getroffen wurden, um die Entzündung von ausgetretenem Kältemittel zu verhindern. Die Abbildung zeigt den typischen Aufbau einer Multi-Split-Klimaanlage. Über zu erfüllende Anforderungen an die Anlagenkonstruktion und die Montage (Raumgröße und Platzierung des Verdampfers) wird sichergestellt, dass die Komponenten wie in der obigen Abbildung gezeigt angeordnet sind.

Die rein mechanischen Komponenten werden nicht als mögliche Zündquellen betrachtet. Es soll jedoch sichergestellt werden, dass sie auf mögliche Zündquellen gemäß Anhang K der EN 378-2:2016 geprüft wurden.

Bei den elektrischen Komponenten kann auf verschiedene Weise nachgewiesen werden, dass sie keine Zündquelle darstellen. In diesem Beispiel wurden bei den genannten Komponenten folgende Wege gewählt (siehe auch die obige Abbildung):

Nachweis, dass die Komponente nicht von ausgetretenem Kältemittel erreicht werden kann	Keine Zündquellen gemäß EN-Norm	ATEX-Zulassung der Komponente
Steuer-/Regelgeräte	Elektronisches Expansionsventil	Druckschalter
Frequenzumrichter	Temperaturmessumformer**	Druckmessumformer**
	Verdichter	Gassensor
	Kurbelwannenheizung für die Verdichter	

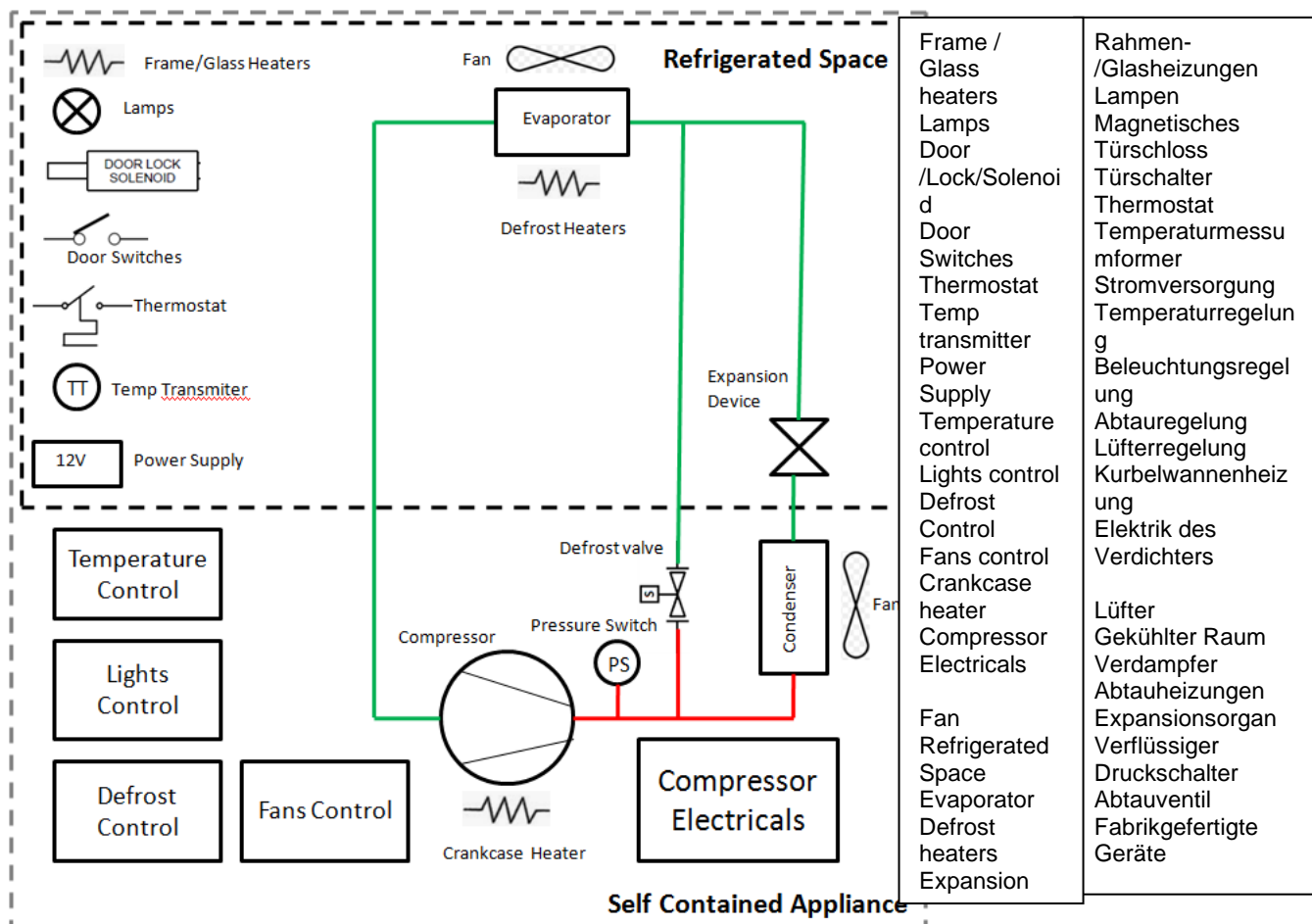
** Bei Temperatur- und Druckmessumformern wird meist der Weg „ATEX-Zulassung“ gewählt, da dies die wirtschaftlichste Lösung ist. Im Allgemeinen werden Messumformer nicht als Zündquellen aufgefasst.

Die Entscheidung, Steuer-/Regelgeräte und Frequenzumrichter außerhalb des Gebäudes zu platzieren, wurde aus zwei Gründen getroffen: So haben Techniker leichter Zugang zu ihnen und das Risiko, dass sich das Kältemittel entzündet, kann vermieden werden. Wird der Frequenzumrichter auf dem Verdichter montiert und gehört das Kältemittel zur Sicherheitsgruppe A2L, wird der Frequenzumrichter wahrscheinlich durch eine Risikobeurteilung und z. B. IEC 60335-2-40 zugelassen.

ANHANG 5: Anwendungsbeispiel brennbare Kältemittel: Gewerbekältegeräte steckerfertig oder mit zentraler Kälteanlage

Beschreibung von typischen fabrikgefertigten Gewerbekältegeräten

Ein steckerfertiges Gerät ist darauf ausgelegt, allein zu arbeiten. Daher sollte es mit allen erforderlichen Steuer-/Regelsystemen und Sicherheitssystemen ausgestattet werden. In solchen Anwendungen können verschiedene Arten von Verdampfersystemen eingesetzt werden: z. B. ein geschütztes System mit indirekter Kühlung oder ein System mit direkter Kühlung, das als kritischstes System angesehen werden kann.

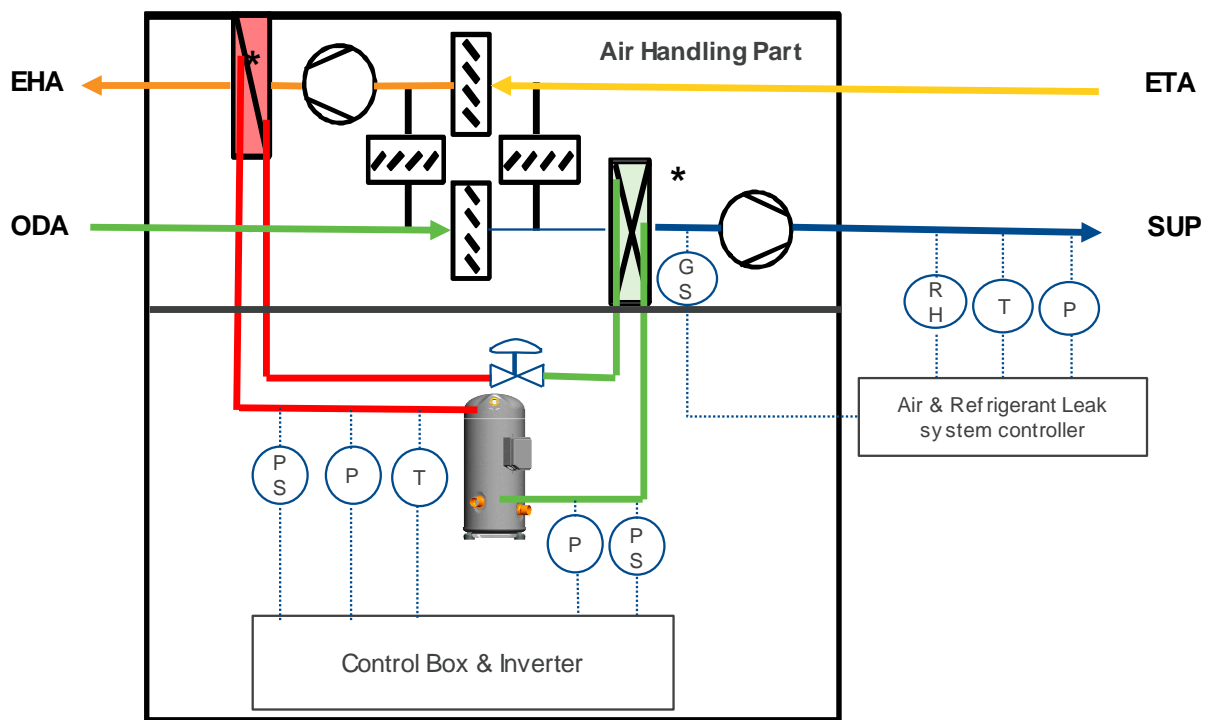


Fabrikgefertigte Geräte (Haushalts- und Gewerbeanwendungen) werden von relevanten Produktsicherheitsnormen abgedeckt, die bereits zuvor erwähnt wurden. Zwei der wichtigsten sind die folgenden: die EN 60335-2-24, die Geräte für den Hausgebrauch betrifft, und die EN 60335-2-89, die für Gewerbeanwendungen gilt (einschließlich derjenigen mit getrenntem Verflüssigungssatz). Andere ähnliche Normen wie die EN 60335-2-11 und die EN 60335-2-75 beschreiben die gleichen Konzepte und Füllmengen-Grenzwerte. Aktuell

begrenzen alle Normen die zulässige Menge von brennbaren Kältemitteln auf **150 g**. Dabei kommt es nicht darauf an, zu welcher Sicherheitsgruppe (A3, A2 oder A2L) das Kältemittel gehört. Eine Erhöhung der zulässigen Füllmenge wird für die EN 60335-2-89 in Betracht gezogen.

Alle Normen (EN 60335-2-11, -2-24, -2-75 und -2-89) schreiben vor, dass die Anwendung so konstruiert werden muss, dass bei einer Kältemittelleckage von der Kälteanlage keine Brand- oder Explosionsgefahr ausgeht. Komponenten müssen dort montiert werden, wo sie von ausgetretenem Kältemittel nicht erreicht werden können, bzw. dürfen keine Zündquellen aufweisen.

ANHANG 6: Klimazentralen



Die Abbildung zeigt eine typische Dachwärmepumpe und Dachklimaanlage mit zwei/drei/vier Luftklappen.

Wenn A2L-Kältemittel eingesetzt werden, gilt die Anlage als Luftkanalsystem und wird von der IEC 60335-2-40:2018 abgedeckt. Die Norm definiert Anforderungen an die maximale Füllmenge, die Raumgröße, das Gaswarngerät und die Lüfter-Betriebsarten. Die harmonisierte Norm EN 60335-2-40 wird derzeit für die Adaption an die IEC 60335-2-40 überarbeitet. Siehe für Informationen zur Risikobeurteilung Abschnitt 5.4.

Überarbeitungen

Überarbeitung	Änderung	Datum
A	1. Version	Dezember 2018
B	1. Änderung	Mai 2019
C		

Diese Empfehlungen richten sich an Fachleute, Hersteller und Installateure von industriellen, gewerblichen und Haushaltskälteanlagen. Dieser Entwurf stützt sich auf die aktuellen wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse, die nach Meinung des ASERCOM zum Zeitpunkt des Entwurfs galten, jedoch übernehmen weder der ASERCOM noch seine Mitgliedsunternehmen die Verantwortung dafür und insbesondere keine Haftung für alle Maßnahmen – Handlungen oder Unterlassungen –, die auf der Grundlage dieser Empfehlungen ergriffen werden.

Weitere *ASERCOM* Statements und Empfehlungen

- Kohlenwasserstoff-Kältemittel in Kälteanlagen
- Kohlendioxid (CO₂) in Kälte- und Klimaanlageanlagen
- Kältemittel mit Temperatungleit und Auswirkungen auf die Leistungsangaben
- Empfehlungen zum Betrieb von Frequenzumrichtern mit Kältemittelverdichtern, die nach dem Verdrängerprinzip arbeiten
- Leitlinie für die Auslegung von Verbundsätzen mit frequenzgeregelten Verdichtern
- Dimensionierung von thermostatischen Expansionsventilen
- R22 Ausstieg
- Beurteilung der Energieeffizienz
- Empfohlene Filtertrockner für flüssige Kältemittel und Feuchtigkeitsindikatoren für Kälte- und Klimaanlageanlagen mit Fluorkohlenwasserstoffen (HFKWs) als Kältemittel und Polyolester- Kältemaschinenölen
- Maschinen-Richtlinie 2006/42/EG
- Druckgeräte-Richtlinie (DGR) 2014/68/EU
- Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit 2014/30/EC
- Dichtheit von Kältemittelverdichtern
- *ASERCOM* Cyber-Security Empfehlung für vernetzte Kälte-Klima Anwendungen



Weitere Informationen finden Sie in *ASERCOM*s technischen Mitteilungen auf www.asercom.org

Über *ASERCOM*

ASERCOM, der Verband der europäischen Hersteller von Komponenten für die Kälte- und Klimatechnik, beschäftigt sich mit wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen, so wie mit der Förderung von Leistungs- und Sicherheitsstandards. Weiterhin konzentriert sich der Verband darauf, den Umweltschutz zu verbessern, um dabei die gesamte Kälte- und Klimabranche mit ihren Kunden zu unterstützen.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.ASERCOM.org

