

DIN EN 17893



ICS 27.200; 43.080.10; 71.100.45

Einsprüche bis 2022-11-23

Entwurf

**Anforderungen und Risikoanalyseverfahren für Kühlanlagen für den
Straßentransport von temperaturempfindlichen Gütern, die mit
brennbaren Kältemitteln betrieben werden;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17893:2022**

Thermal road vehicles –
Safety Standard for temperature-controlled systems using flammable refrigerants for the
transport of goods –
Requirements and risk analysis process;
German and English version prEN 17893:2022

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2022-09-23 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an fnkae@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 179 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17893:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 413 „Wärmegeämmte Transportmittel für temperaturempfindliche Produkte mit oder ohne Kühl- und/oder Heizeinrichtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 044-00-10 AA „Fahrzeugkühlung“ im DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 60068-2-6	siehe	DIN EN 60068-2-6
IEC 60068-2-52		DIN EN IEC 60068-2-52
IEC 60068-2-75	siehe	DIN EN 60068-2-75
IEC 60079-10-1:2020	siehe	DIN EN IEC 60079-10-1:2022-02
IEC 60079-14	siehe	DIN EN 60079-14
IEC 60079-15:2010	siehe	DIN EN 60079-15:2011-02
IEC 60079-29-1	siehe	DIN EN 60079-29-1
IEC 60079-29-2		DIN EN 60079-29-2
ISO 14903	siehe	DIN EN ISO 14903

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-2-6, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-6: Prüfverfahren — Prüfung Fc: Schwingen (sinusförmig)*

DIN EN IEC 60068-2-52, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-52: Prüfverfahren - Prüfung Kb: Salznebel, zyklisch (Natriumchloridlösung)*

DIN EN 60068-2-75, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-75: Prüfungen — Prüfung Eh: Hammerprüfungen*

DIN EN IEC 60079-10-1:2022-02, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 10-1: Einteilung der Bereiche — Gasexplosionsgefährdete Bereiche (IEC 60079-10-1:2020 + COR1:2021); Deutsche Fassung EN IEC 60079-10-1:2021*

DIN EN 60079-14, *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen*

DIN EN 60079-15:2011-02, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart "n" (IEC 60079-15:2010) Deutsche Fassung EN 60079-15:2010*

DIN EN 60079-29-1, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 29-1: Gasmessgeräte — Anforderungen an das Betriebsverhalten von Geräten für die Messung brennbarer Gase*

DIN EN 60079-29-2, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 29-2: Gasmessgeräte — Auswahl, Installation, Einsatz und Wartung von Geräten für die Messung von brennbaren Gasen und Sauerstoff*

DIN EN ISO 14903, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Qualifizierung der Dichtheit der Bauteile und Verbindungen*

— Leerseite —

Oktober 2022

EN 17893

- Titel de:* Anforderungen und Risikoanalyseverfahren für Kühlanlagen für den Straßentransport von temperaturempfindlichen Gütern, die mit brennbaren Kältemitteln betrieben werden; Deutsche und Englische Fassung prEN 17893:2022
- Titel en:* Thermal road vehicles – Safety Standard for temperature-controlled systems using flammable refrigerants for the transport of goods – Requirements and risk analysis process; German and English version prEN 17893:2022
- Titel fr:*

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Symbole und Abkürzungen	19
5 Risikobewertung	19
5.1 Allgemeines	19
5.1.1 Allgemeine Anforderungen	19
5.1.2 Sicherheitsprinzipien	20
5.1.3 Sicherheitskonzept	21
5.2 Brennbare Kältemittel	21
5.3 Signifikante Gefährdungen	22
5.4 Schutz vor Gefährdungen	22
5.4.1 Schutz vor Explosionsgefährdungen	22
5.4.2 Schutz vor übermäßigem internen Systemdruck	22
5.5 Risikobeurteilung des Betriebsmodus	22
5.5.1 Allgemeines	22
5.5.2 Betriebsmodi	23
5.5.3 Evaluierung der Leckrate und -häufigkeiten zur Charakterisierung	26
5.5.4 Kontrollvolumen	27
5.5.5 Risikobeurteilung für brennbare Kältemittel	27
5.6 Vertretbares Risiko	28
5.6.1 Allgemeines	28
5.6.2 Risikominderung	28
5.6.3 Vertretbare Risikokriterien	29
5.7 Auditierung und Wirksamkeitsprüfung von Sicherheitskonzepten	30
6 Anforderungen an die Auslegung und Konstruktion der TKA	31
6.1 Allgemeines	31
6.2 Komponenten und Rohrleitungen von Kälteanlagen mit brennbarem Kältemittel	31
6.2.1 Allgemeines	31
6.2.2 Entlastungseinrichtungen bei externen Bränden	32
6.3 Baugruppen	32
6.3.1 Allgemeines	32
6.4 Montage der TKA auf dem Transporter, LKW oder Anhänger	32
6.5 Innenausstattung des Kammervolumens	33
6.5.1 Allgemeines	33
6.5.2 Wärmetauscher im Kammerinneren	33
6.5.3 Lüftung innerhalb des Kammervolumens	35
6.5.4 Kältemitteldetektoren	35
6.5.5 Bewertung der Oberflächentemperaturen	35
6.5.6 Elektrische Komponenten	35
6.6 Äußere elektrische Komponenten (Schaltschrank)	36
6.7 Kältemittel-Füllmenge	36
6.8 Alarmsystem	36

6.8.1	Allgemeines	36
6.8.2	Energie für das Alarmsystem	37
6.9	Prüfung.....	37
6.9.1	Allgemeines	37
6.9.2	Prüfung des Sicherheitskonzepts und der Schutzeinrichtungen.....	38
6.9.3	Prüfung der Luftdichtheit des Kammervolumens zur Bestimmung der Verdünnung ausgetretenen Kältemittels	38
6.9.4	Korrosionsprüfung	39
6.9.5	Schwingungsprüfung.....	39
6.9.6	Schock- und Aufprallprüfung.....	39
6.9.7	Fertigungsabnahmeprüfung	40
6.10	Kennzeichnung und Dokumentation	40
6.10.1	Allgemeines	40
6.10.2	Kennzeichnung.....	40
6.10.3	Handbücher und Dokumentation.....	41
6.11	Zertifizierung.....	43
7	Anforderungen an TKA-Hersteller zur Sicherstellung der sicheren Instandhaltung, Wartung, Reparatur.....	43
7.1	Allgemeines	43
7.2	Bildungs- und Schulungsangebote	44
7.3	Wartungs- und Reparaturanweisungen.....	44
7.4	Bereitstellung von Sicherheitsanweisungen.....	44
7.5	Bereitstellung einer Selbstüberprüfung.....	45
8	Sicherer Betrieb an verschiedenen Betriebsstätten	45
8.1	Allgemeines	45
8.2	Betriebsstätten.....	47
8.3	Signifikante Gefährdungen an Betriebsstätten	49
8.4	Lüftungsbedingungen an Betriebsstätten	50
8.4.1	Allgemeines	50
8.4.2	Anforderungen an den Betrieb im Freien	51
8.4.3	Anforderungen an den Betrieb in gut belüfteten Bereichen	51
8.4.4	Anforderungen an den Betrieb in nicht gut belüfteten Bereichen.....	51
8.4.5	Betrieb in nicht belüfteten Bereichen	52
8.5	Anforderungen an Türöffnungen und das Be- und Entladen von Waren	52
8.6	Elektrische Installationen an Betriebsstätten.....	53
8.7	Betreiberanweisungen zum Umgang mit Alarmen.....	53
8.8	Unfälle.....	54
8.8.1	Allgemeines	54
8.8.2	Maßnahmen zum Unfallschutz.....	55
8.8.3	Maßnahmen nach Unfällen.....	55
8.9	Betriebsanleitungen, Handbücher, Richtlinien an Betriebsstätten	56
9	Wartungsempfehlungen und -anforderungen an Betriebsstätten	56
9.1	Allgemeines	56
9.2	Betriebsstätten mit Instandhaltungsarbeiten	57
9.3	Allgemeines	57
9.3.1	Allgemeine Anforderungen	57
9.3.2	Unterweisung des Personals	58
9.3.3	Allgemeine Fehlervermeidung.....	58
9.4	Montage der TKA am Fahrzeug und im Kammervolumen	58
9.5	Reparatur und Wartung am Fahrzeug oder der Karosserie.....	59
9.6	Reparatur und Wartung an der TKA, einschließlich Reparaturen an der Kälteanlage.....	59
9.6.1	Allgemeines	59
9.6.2	Unterweisung des Personals	60
9.6.3	Anforderungen an den Arbeitsbereich.....	61

9.6.4	Inspektion	61
9.6.5	Anzeige von Systemfehlern	62
9.6.6	Maßnahmen und Verfahren für die Kälteanlagenreparatur	62
9.6.7	Werkzeuge und Ausrüstung	65
9.6.8	Prüfung nach der Reparatur	66
9.6.9	Fehlervermeidung bei Wartung und Reparatur der Kälteanlage	66
9.6.10	Dokumentation	66
9.7	Handhabung, Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung von Kältemittel	67
10	Außerbetriebnahme der TKA	67
Anhang A (informativ) Kontrollvolumen-Spezifikationen für TRV		68
Anhang B (informativ) Beschreibung von Mechanismen zur Risikominderung		71
B.1	Allgemeines	71
B.2	Zoneneinteilungskonzept mit Wärmetauscher	71
B.3	Indirekter Wärmetauscher	71
B.4	Trennmechanismus des Wärmetauschers, Absperreinrichtungen	72
B.5	Lüftungsmechanismus	73
B.5.1	Allgemeines	73
B.5.2	Äußerer Lüftungsmechanismus	73
B.5.3	Innerer Lüftungsmechanismus	74
B.6	Kältemittelerkennung	74
B.7	Alarmsystem	75
B.7.1	Allgemeines	75
B.7.2	Alarmarten	75
B.7.3	Optischer und hörbarer Alarm bei Kältemittelleckagen	76
B.7.4	Maßnahmen des Alarmsystems	76
Anhang C (normativ) Informationen zu Leckagearten und Leck-Massenströmen		77
Anhang D (normativ) Nützliche Gleichungen zur Berechnung der Umgebungslüftung		80
D.1	Allgemeines	80
D.2	Verdünnung einer ausgetretenen brennbaren Substanz mit Luft	80
D.3	Zusätzliche Beispiele	82
D.3.1	Kleines Volumen im Freien	82
D.3.2	Nicht belüftetes Gehäuse	83
Anhang E (normativ) Tracergasmessung zur Bestimmung der Luftaustauschrate		84
E.1	Allgemeines	84
E.2	Tracergasmessung mit CO ₂	85
E.3	Erforderliche Luftaustauschrate zur Verdünnung ausgetretenen Kältemittels im Kammervolumen	86
Anhang F (informativ) Typische Zündungsquellen für die Risikobeurteilung von TKA		87
Anhang G (informativ) Beispielverfahren für die Risikobeurteilung		88
Literaturhinweise		89

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17893:2022) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 413 „Wärmegeämmte Transportmittel für temperaturempfindliche Produkte mit oder ohne Kühl- und/oder Heizeinrichtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelsassoziation CEN erteilt haben.

Einleitung

Viele Jahre lang waren Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) die bevorzugt verwendeten Kältemittel in LKW und mit Anhängern ausgerüsteten Fahrzeugen und Transportern (TRV). Die Verwendung dieser Kältemittel wird jedoch, aufgrund ihres Beitrags zur Erderwärmung, mittlerweile von der Branche und der Zivilgesellschaft als inakzeptabel angesehen. Die Richtlinie (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates verhängt Maßnahmen zur Einschränkung der Verwendung von Fluorkohlenwasserstoffen (FKW), um die Emission dieser Fluorgase zu senken und den Einfluss ihrer Verwendung auf den Klimawandel zu mindern. Die Verwendung von FKW-Kältemitteln ist in sämtlichen EU-Mitgliedsstaaten, dem Vereinigten Königreich sowie in EFTA-Ländern reguliert und es wird von einem schrittweisen Auslaufen der Verwendung dieser Fluorgase innerhalb der nächsten 10 Jahre ausgegangen.

Die fortlaufende Verbesserung von Kälteanlagen hinsichtlich der Senkung von Treibhausgasemissionen (THG) und der Energieeffizienz führt zur Verbreitung von Technologien, die die Verwendung brennbarer Kältemittel mit sich bringen. Die Verwendung dieser brennbaren Kältemittel in Transportkälteanlagen (TKA) kann zu bestimmte Sicherheitsbedenken nach sich ziehen oder eine zusätzliche Gefährdung darstellen, die in der Auslegungsphase und während des Betriebs, entsprechend in sämtlichen Phasen des Produktlebenszyklus, beachtet werden sollten/sollte. Das Austreten brennbarer Kältemittel kann zu Bränden, Explosionen oder bei Zersetzung zu Toxizität führen.

Dieses Dokument wurde verfasst, um die sichere Verwendung von brennbaren Kältemitteln in TKA zu ermöglichen. Dieses Dokument ermöglicht es Herstellern, Eigentümern und Betreibern, die Betriebsrisiken zu verstehen und einzuschätzen. Der Markt erfordert, dass jede neu eingeführte Technologie „genauso sicher oder sicherer als zuvor“ sein muss und dieses Dokument bietet Anforderungen und Verfahren zur Erreichung dieses Ziels und eines angemessenen Sicherheitsniveaus.

Für LKW und mit Anhängern ausgerüstete Fahrzeuge und Lieferwagen ergänzt dieses Dokument EN 378 (alle Teile) mit spezifischen Zusatzanforderungen an Auslegung, Betrieb, Wartung und Reparatur. Es liefert die Mindestanforderungen für einen risikobasierten Ansatz zur Minderung der Risiken für Personen, Vermögensgegenstände und die Umwelt.

Die Arbeitsgruppe, die dieses Dokument verfasst hat, setzte sich aus Vertretern von Kälteanlagenherstellern, Karosseriebauern, Klassifikationsgesellschaften, Ausrüstungseigentümern und sonstigen interessierten Branchenexperten zusammen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen hinsichtlich folgender Aspekte an die Verwendung brennbarer Kältemittel der Klasse A2L, A2 und A3, wie in ISO 817 definiert, fest:

- Auslegung und Konstruktion (sofern nicht in EN 378-2 festgelegt);
- Betrieb;
 - in allen voraussichtlichen Betriebsmodi und -orten;
 - einschließlich andauerndem Leerlauf im Stillstand;
- Außerbetriebnahme zur Instandsetzung und Wartung;

zur Risikoermittlung und -minderung für wärmegeämmte Transportmittel, einschließlich: LKW, Anhänger, Tanks, Transporter (Leicht-LKW), Güterwagen, Behälter für den Landtransport, kleine Behälter und Verpackungen.

Dieses Dokument beschreibt eine Betriebsmodus-Risikobeurteilung (en: Operational Mode Risk Assessment, OMRA), die Verfahren wie die Gefährdungs- und Bedienbarkeitsanalyse (en: Hazard and Operability Analysis, HAZOP), Fehlermöglichkeits-, Einfluss- und Kritikalitäts-Analyse (en: Failure Mode and Effects and Criticality Analysis, FMECA), oder Fehlerbaumanalyse (en: Fault Tree Analysis, FTA) oder eine Kombination dieser Verfahren, nutzt;

Das Dokument legt folgende Anforderungen fest:

- an die Validierung und Beachtung möglicher Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen innerhalb des OMRA-Prozesses, einschließlich Ladungsfreigabeproofungen, Simulation und Funktionsproofungen der zugehörigen Schutzausrüstung;
- an Proofungen im Zusammenhang mit der Anwendung;

unter Verwendung von Methodiken zum Erreichen vertretbarer Risikowerte.

Durch ISO 13043 abgedeckte Passagierklimaanlagen oder gleichwertige mobile Klimaanlagen sowie ISO 20854 entsprechende gekühlte Behälter auf Containerchassis sind ausgenommen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 378 (alle Teile) *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen*

EN 1127-1:2019, *Explosionsfähige Atmosphären — Explosionsschutz — Teil 1: Grundlagen und Methodik*

EN ISO 12100:2010, *Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung (ISO 12100:2010)*

EN 14624, *Leistung von mobilen Leckdetektoren und stationären Gasmeldern für alle Kältemittel*

IEC 60068-2-6, *Environmental testing — Part 2-6: Tests — Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing — Part 2-75: Tests — Test Eh: Hammer tests*

IEC 60079-10-1:2020, *Explosive atmospheres — Part 10-1: Classification of areas — Explosive gas atmospheres*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres — Part 14: Electrical installations, design, selection and erection*

IEC 60079-15:2010, *Explosive atmospheres — Part 15: Equipment protection by type of equipment “n”*

IEC 60079-29-1, *Explosive atmospheres — Part 29-1: Gas detectors — Performance requirements of detectors for flammable gases*

IEC 60335-2-40:2018, *Household and similar electrical appliances — Safety — Part 2-40: Particular requirements for electrical heat pump, air-conditioners and dehumidifiers*

ISO 817, *Kältemittel — Kurzzeichen und Sicherheitsklassifikation*

ISO 5149-2:2014, *Refrigerating systems and heat pumps — Safety and environmental requirements — Part 2: Design, construction, testing, marking and documentation*

ISO 13971, *Refrigeration systems and heat pumps — Flexible pipe elements, vibration isolators, expansion joints and non-metallic tubes — Requirements and classification*

ISO 14903, *Refrigerating systems and heat pumps — Qualification of tightness of components and joints*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1 Lüftungsschacht
Verbindung zwischen dem inneren Raumvolumen und außen als Teil der Schutzeinrichtung, die zur Belüftung des Raumvolumens zur Verdünnung unerwartet ausgetretenen Kältemittels verwendet werden kann

3.2 Alarmsystem
System aus sämtlichen elektrischen und elektronischen Teilen der Kälteanlage, die die ordnungsgemäße Funktion der Kälteanlage und der/den Schutzeinrichtung(en) überwachen und/oder bei Fehlfunktionen oder austretendem Kältemittel ein Warnsignal abgeben

3.3 autorisierte Servicestelle
Servicestelle, die vom Hersteller zur Reparatur und Wartung der TKA autorisiert ist

3.4

Raumvolumen

isolierter geschlossener Raum (Frachtraum), der von der Kälteanlage gekühlt oder beheizt wird und nur für regelmäßiges Be- und Entladen betreten werden soll

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Raumvolumen kann über mehrere Einzelabschnitte verfügen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Raumvolumen kann den Verdampferraum umfassen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Das Raumvolumen kann auch mittels eines Wärmedämmbausatzes in einem Fahrzeug errichtet werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Die Definition von Frachtraum ist in EN 17066-1:2019, 3.1.1.6 zu finden.

3.5

Kondensatorraum

Raum an der Außenseite der TKA, in dem sich der Kondensator der Kondensatorlüfter und die zugehörigen Rohre befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Beim Abschnitt mit dem luftgekühlten Verflüssiger handelt es sich um keinen begrenzten Bereich.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Kondensatorbereich entspricht dem in Anhang A beschriebenen Kontrollvolumen.

3.6

Kontrollvolumen

theoretisches Volumen, das für einen Raum steht, in dem in Folge austretenden Kältemittel und bestimmter Lüftungsbedingungen eine brennbare Atmosphäre auftreten kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann zudem durch den internen oder externen Raum der Fahrzeugabmessungen (FA) und/oder spezifische Komponentenräume begrenzt sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Beschreibung des Kontrollvolumens ist in Anhang A enthalten.

3.7

erweiterte Dichtheit

kein Leck, wenn aufgrund der Konstruktion und Wartungsmaßnahmen eine der Dichtheitsprüfungen oder Dichtheitsüberwachungen, die für die Anwendung geeignet sind, während des Normalbetriebs und erwarteten Funktionsstörungen keine gefährlichen Lecks ergibt

[QUELLE: EN 1127-1:2019, 3.2]

Anmerkung 1 zum Begriff: Flüchtige Emissionen (siehe 3.31.1) werden bei dieser Anwendung als ungefährliche Leckagen betrachtet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Weitere Informationen können EN 1127-1:2019, Anhang B entnommen werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Abschnitte 6, 8 und insbesondere Abschnitt 9 liefern Informationen zu Auslegungs- und Betriebsaspekten zur Erhaltung der Dichtigkeit, die durch verstärkte Wartung und Überwachung dauerhaft sichergestellt wird.

3.8

Umgebungsbelüftung

Umweltbedingung im Hinblick auf die Standfläche des Fahrzeugs, auf dem die TKA installiert ist, die im Stande ist, ausgetretene gefährliche Substanzen zu verdünnen

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorgegebene Lüftungsbedingungen reichen dazu aus, flüchtige Emissionen auf eine ungefährliche Konzentration zu verdünnen.

3.8.1

im Freien

jeder offene, möglicherweise überdachte Raum, der mindestens über natürliche Belüftung verfügt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Umgebungsbelüftung „im Freien“ bezieht sich auf Bereiche oder Betriebsstätten wie Lade-/Entladebereiche, Inspektionsbereiche, (überdachte) Reparaturbereiche.

[QUELLE: EN 378-1:2016+A1:2020, 3.2.8, modifiziert — Die Worte „der mindestens über natürliche Belüftung verfügt“ und Anmerkung 1 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

3.8.2

gut belüftet

Bereich, der natürlich oder mechanisch belüftet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Umgebungsbelüftung „gut belüftet“ bezieht sich auf Bereiche oder Betriebsstätten wie Werkstätten, System-Reparaturbereiche, in denen die Lüftungsanforderungen entsprechend der Arbeitsplatzanforderungen erfüllt werden.

3.8.3

nicht gut belüftet

Bereich, der weder im Freien liegt, noch gut belüftet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Umgebungsbelüftung „nicht gut belüftet“ sollte in Betracht gezogen werden, falls (aufgrund von Stromausfällen oder anderen Störungen) kein künstliches oder Zwangsbelüftungssystem in Betrieb ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die Freisetzungsrate und Akkumulationsdauer gefährlicher Substanzen in nicht gut belüfteten Bereichen oder Betriebsstätten sind in Anhang C zu finden.

3.9

Verdampferbereich

Bereich, der den Verdampfer, zugehörige Rohrleitungen, Gehäuse und Luftkanäle innerhalb des Kälteraumvolumens enthält

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Verdampferbereich entspricht dem Kontrollvolumen III (siehe Anhang A).

3.10

Fehlfunktion

—

3.10.1

seltene Störung

Art von Störung, die nur in seltenen Fällen auftritt

Anmerkung 1 zum Begriff: Seltene Störungen könnten unvorhergesehene Bedingungen umfassen, die nicht von der TKA-Auslegung abgedeckt sind, wie etwa unerwartete lose Verbindungen oder Korrosion, die zu einem Austreten führen können. Wenn ein Austreten aufgrund von Korrosion oder ähnlichen Bedingungen als Teil des Anlagenbetriebs vernünftigerweise erwartet werden kann oder könnte, gilt die nicht als seltene Störung.

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.7.3 modifiziert — ANMERKUNG 1 wurde gestrichen und ANMERKUNG 2 wurde modifiziert]

3.10.2

katastrophale Fehlfunktion

vernünftigerweise nicht vorhersehbares Ereignis, dass die Auslegungsparameter der TKA und des Steuersystems übersteigt und zu einem unfallartigen Austreten brennbarer Substanzen führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den katastrophalen Fehlfunktionen im Zusammenhang mit dieser Norm gehören beispielsweise größere Unfälle, Unfälle wie Risse an einer Komponente, Ausrüstung oder Rohrleitung, wie der vollständige Bruch eines Flansches oder einer Dichtung.

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.7.4, modifiziert — In der Definition wurde das Wort „Prozessanlage“ durch „TKA“ ersetzt und das Wort „unfallartig“ hinzugefügt. Zudem wurde ANMERKUNG 1 modifiziert.]

3.11

externe Stromversorgung

Bedingung, bei der eine Verbindung zu einer elektrischen Stromversorgung vorhanden ist

3.12

entflammbare Atmosphäre

Mischung aus Luft unter atmosphärischen Bedingungen, mit entflammbaren Substanzen in Form von Gas oder Dampf, die nach der Entzündung eine selbsterhaltende Flammenausbreitung ermöglichen

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel eine Mischung aus brennbarer Kühlflüssigkeit mit Luft unter atmosphärischen Bedingungen.

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.2]

3.13

Explosionsgrenze¹

—

3.13.1

untere Explosionsgrenze

UEG

Mindestkonzentration des Kältemittels, bei der sich Flammen durch eine homogene Mischung aus Kältemittel und Luft unter den festgelegten Prüfbedingungen von 23,0 °C und 101,3 kPa ausbreiten können

[QUELLE: ISO 817:2014, 3.1.24, modifiziert — ANMERKUNG 1 und ANMERKUNG 2 wurden gestrichen.]

3.13.2

obere Explosionsgrenze

OEG

Konzentration von brennbarem Gas oder Dampf in Luft, oberhalb derer die Gasatmosphäre nicht explosionsfähig ist

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.6.13, modifiziert — In der Definition wurden die Worte „oder Nebel“ nach „Dampf“ entfernt. Zudem wurde nach „oberhalb derer“, „sich keine explosionsfähige Gasatmosphäre bildet“ durch „die Gasatmosphäre nicht explosionsfähig ist“ ersetzt.]

1 Die Explosionsgrenzen sind Funktionen der Temperatur und Feuchtigkeit. Für die Entflammbarkeit von Kältemitteln legt ISO 817:2014 Prüfbedingungen von 50 % relativer Feuchte bei 23,0 °C und 101,3 kPa für Messungen der Verbrennungsgeschwindigkeit und LFL/UFL-Messungen fest. Bei der Risikobewertung des Betriebsmodus kann die Auswirkung einer verminderten unteren Explosionsgrenze und einer erhöhten oberen Explosionsgrenze bei höheren Feuchtigkeits- und Temperaturniveaus im Betrieb berücksichtigt werden.

3.14

brennbares Kältemittel

Kältemittel mit einer Klassifizierung der Klasse 2L, 2 oder 3 in Übereinstimmung mit der Klassifizierung aus ISO 817, Kältemittel außer Ammoniak

3.14.1

Zündtemperatur

T_z

niedrigste Temperatur einer heißen Oberfläche, bei der unter festgelegten Bedingungen die Zündung eines brennbaren Gases oder Dampfs in einem Gemisch mit Luft auftritt

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.6.11, modifiziert — In der Definition wurde das Wort „Inertgas“ nach „Luft“ entfernt]

3.14.2

Reaktionsgrenztemperatur

RTT, en: reaction threshold temperature

niedrigste Temperatur einer Substanz, ab der sich eine Chemikalie in einer normalen Atmosphäre, bei Vorhandensein einer externen Zündquelle, wie einer offenen Flamme, einer heißen Oberfläche oder eines Funkens, spontan zersetzen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Schätzung können folgende Werte verwendet werden: $RTT_{est} = AIT - 100\text{ °C}$.

3.14.3

Entzündungstemperatur heißer Oberflächen

HSIT, en: hot surface ignition temperature

höchste Temperatur, bei der sich ein Kältemittel in einer Prüfung nach Anhang KK in IEC 60335-2-40:2018 nicht entzündet

[QUELLE: IEC 60335-2-40:2018]

3.15

brennbarer Stoff

Stoff in Form eines Gases, Dampfes, einer Flüssigkeit oder einer Mischung hieraus, der eine Flamme aus einer Zündquelle anfachen kann

3.16

gefährlicher Bereich

Bereich, in dem brennbare oder giftige Atmosphäre in Mengen vorhanden sein kann, die besondere Vorkehrungsmaßnahmen für die Konstruktion, Installation oder Anwendung von Anlagen erforderlich machen, oder in dem ihr Vorhandensein erwartet werden kann

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.3.1, modifiziert — In der Definition wurde das Wort „explosionsfähige“ durch „brennbare oder giftige“ ersetzt.]

3.16.1

ungefährlicher Bereich

Bereich, in dem nicht erwartet wird, dass eine brennbare oder giftige Atmosphäre in Mengen vorhanden sein kann, die besondere Vorkehrungsmaßnahmen für die Konstruktion, Installation oder Anwendung von Ausrüstung erforderlich machen

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.3.2, modifiziert — In der Definition wurde das Wort „explosionsfähige“ durch „brennbare oder giftige“ ersetzt.]

3.16.2

vorübergehend gefährlicher Bereich

ein in Folge einer abnormalen oder unfallartigen Leckage kurzzeitig gefährlicher Bereich

3.17

innen eingebaute Komponente

Komponente der Kälteanlage, die sich innerhalb der isolierten Karosserie befindet

3.18

bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung der TKA in Übereinstimmung mit den in der Gebrauchsanleitung angegebenen Benutzerinformationen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die bestimmungsgemäße Verwendung umfasst alle unter 5.4 beschriebenen Betriebsmodi.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.23, modifiziert — Die Wörter „einer Maschine“ wurden durch „der TKA“ ersetzt und Anmerkung 1 wurde hinzugefügt.]

3.18.1

Normalbetrieb

Situation, in der die Ausrüstung innerhalb ihrer Planungsparameter läuft

Anmerkung 1 zum Begriff: Fehlfunktionen (wie der Ausfall oder Bruch von Komponenten), die eine Abschaltung und dringende Reparatur erfordern, gelten nicht als Teil des Normalbetriebs.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Normalbetrieb umfasst Ein- und Abschaltbedingungen.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Normalbetrieb kann das Auftreten flüchtiger Emissionen umfassen. Größere Leckagen zählen nicht zum Normalbetrieb. Für den Normalbetrieb der TKA ist eine bestimmte Mindestfüllmenge an Kältemittel erforderlich. Größere Leckagen führen zum Systemausfall.

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.7.1, modifiziert — ANMERKUNG 1 und ANMERKUNG 2 wurden modifiziert und ANMERKUNG 3 zum Eintrag wurde hinzugefügt]

3.18.2

stationärer Betrieb

Verwendung des thermischen Straßenfahrzeugs (TSF) zur Warenkühlung und -lagerung, im Stillstand

3.18.3

vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung

Verwendung der TKA auf eine Weise, die vom Konstrukteur nicht vorgesehen ist, sich jedoch aufgrund vorhersehbaren menschlichen Verhaltens oder, bei Fehlen solcher Informationen, durch allgemein verstandene Nutzungsmuster ergeben kann

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.24, modifiziert — Die Worte „einer Maschine“ wurden durch „der TKA“ ersetzt.]

3.19

interne-Stromversorgung

Bedingung, unter der die TKA mittels einer Batterie angetrieben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Batterie kann Teil der TKA oder des Fahrzeugs sein.

3.20

Beladen/Entladen

Vorgang des Verstauens/Entfernens von Fracht/Waren in das/aus dem gekühlten Kammervolumen, Frachtraum

3.21

Kammervolumen mit verschiedenen Temperaturen

durch isolierte Trennwände in zwei oder mehr Kammern unterteilt und mit einer Kühl- und/oder Heizeinrichtung zur Aufrechterhaltung verschiedener Temperaturen ausgestatteter Innenbereich

3.22

nicht belegter Raum

Platz innerhalb des isolierten Gehäuses, der für erhebliche Zeiträume von keiner Person belegt ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Be- und Entladen von Waren sind die Türen des gekühlten Kammervolumens geöffnet, siehe 8.5.

3.23

Straßenbetrieb

Betrieb der Kühl- und/oder Heizeinrichtung mithilfe einer unabhängigen Stromquelle oder der vom Fahrzeug bei beispielsweise 12 V, 24 V Gleichstrom 230 V oder 400 V/50 Hz (oder anderen) gelieferten mechanischen oder elektrischen Leistung

[QUELLE: EN 17066-2 (WD), 3.3.6]

3.24

Betriebsstätte

Betriebsstätte oder -standort, an dem eine TKA während der bestimmungsgemäßen Verwendung betrieben, repariert oder gelagert werden kann

3.25

Betriebsmodus

Kombination der Betriebsart (wie Straßentransport, Laden und Entladen, Betrieb im Stillstand, Reparatur und Wartung und Lagerung) und des Betriebszustands (wie Leerlauf, Energie EIN, Energie AUS, leer oder geladen) während der Lebensdauer der TKA

3.26

Risikobeurteilung des Betriebsmodus

OMRA, en: operational mode risk assessment

Gesamtprozess aus Risikoanalyse und Risikobeurteilung einer TKA in verschiedenen Betriebsmodi

3.27

außen angebrachte Komponente

Komponente der Kälteanlage, die sich außerhalb des isolierten Gehäuses und innerhalb der externen Abmessungen der Fahrzeugabmessungen (FA) befindet

3.28

Trennwand

Trennwand

feste oder bewegliche, längs- oder quergerichtete wärmegeämmte Wand zwischen verschiedenen Raumvolumina

3.29

persönliche Schutzausrüstung

PSA

Ausrüstung, die Technikern ein sicheres Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln ermöglicht

3.30

Erkennungsmechanismus für Kältemittelleckagen

System, das eine Kältemittelleckage oder einen Ladungsverlust der TKA erkennen kann

3.31

Art der Kältemittelleckage

—

Anmerkung 1 zum Begriff: Anhang C enthält zusätzliche Informationen zu Leckagearten, -größen, -häufigkeiten und Leckraten.

3.31.1

flüchtige Emission

Austritt von Kältemittel aus mit Druck beaufschlagter Ausrüstung, der, im typischen Betrieb, nicht zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesses führt

Anmerkung 1 zum Begriff: Flüchtige Emissionen entstehen aufgrund von Korrosion oder Mängeln an Komponenten oder Verbindungen, die während des Betriebs als erweitert dicht klassifiziert sind, und führen über Monate oder Jahre nicht zu Fehlfunktionen und/oder Reparaturbedarf an der Kälteanlage.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für zusätzliche Informationen, siehe IEC 60079-10-1:2020, C.4.6.

3.31.2

kleines Leck

unerwarteter Austritt von Kältemittel aus mit Druck beaufschlagter Ausrüstung, der, bei längerer Dauer, zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesses führt

3.31.3

großes Leck

unerwarteter Austritt von Kältemittel aus mit Druck beaufschlagter Ausrüstung, der, bei kurzer Dauer, zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesses führt

3.31.4

Leck durch unfallbedingten Bruch

katastrophaler, durch externe Ereignisse (wie Unfälle, Brände, Zusammenstöße, unsachgemäße Wartung) verursachter Austritt von Kältemittel aus mit Druck beaufschlagter Ausrüstung, der zu einer sofortigen Fehlfunktion des Kühlprozesses führt

3.32

Kälteanlage

TKA

für LKW, Anhänger und Transporter vorgesehenes System zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Temperatur innerhalb des isolierten Gehäuses, bestehend aus einem Dampfverdichtungs-Kühlzyklus, in dem ein Kältemittel als Arbeitsfluid verwendet wird

3.33

Reparatur der Kälteanlage

Reparatur der TKA mit einer hierfür vorgesehenen Öffnung des Kältemittelzyklus (siehe 9.5)

3.34

verantwortlicher Betreiber

TRV-Operator

Person, Entität oder Arbeitnehmer, dem die Betriebssteuerung des Fahrzeugs (TRV), einschließlich der TKA zu jeder Zeit obliegt, dies umfasst u. a. Fahrer, Reparatur- und Lagerbetreiber, Transportunternehmer

Anmerkung 1 zum Begriff: Der verantwortliche Betreiber kann Eigentümer eines TRV oder ein Angestellter des TRV-Fahrers sein.

3.35

Sicherheitskonzept

Satz von Vorkehrungen, die zusammen die sichere Auslegung und den sicheren Betrieb einer auf einem TRV installierten TKA sicherstellen

3.36

Absperreinrichtung

normalerweise geschlossene Einrichtung, die Abschnitte der Kälteanlage voneinander trennt, um die maximale Kältemittelmenge, die in ein Kontrollvolumen austreten kann, zu begrenzen

3.37

Dienstzugangspunkt

zur Wartung der Kälteanlage verwendete Verbindung, über die der Kältemittelkreis be- und entladen, geleert und der Druck geprüft werden kann

3.38

Serviceeinrichtung

Gebäude oder Anlage, in der die Wartung und Reparatur der TKA oder des TRV durch zertifiziertes Personal durchgeführt wird

3.39

kleinstes freies Innenvolumen

verbleibendes Innenvolumen, wenn die Kammer bis zum maximal zulässigen Volumen beladen ist; der Unterschied zwischen Innenvolumen und Laderaum

Anmerkung 1 zum Begriff: Definitionen für Innenvolumen und Laderaum sind in EN 17066-1 zu finden.

3.40

Standby-Betrieb

Betrieb der Kühl- und/oder Heizeinrichtung über eine elektrische Stromversorgung mit z. B. 230 V oder 400 V/50 Hz, elektrisches Netz oder anderes

[QUELLE: EN 17066-2 (WD), 3.3.5, modifiziert — In der Definition wurden die Worte „das Haupt-“ durch „eine elektrische“ ersetzt und die Worte „elektrisches Netz“ wurden hinzugefügt]

3.41

giftige Atmosphäre

Luftmischung unter atmosphärischen Bedingungen mit giftigen Substanzen in Gas- oder Dampfform, die für Menschen schädlich oder tödlich sein können

Anmerkung 1 zum Begriff: Zum Beispiel eine Mischung aus giftiger Kälteflüssigkeit oder Zersetzungsprodukten mit Luft unter atmosphärischen Bedingungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Als giftige Substanz gilt eine Substanz in Gas-, Dampf- oder flüssiger Form oder einer Mischung hieraus, die schädlich oder tödlich sein kann oder die Fluchtmöglichkeit einer Person bei akuter oder chronischer Exposition in Form von Kontakt, Inhalation oder Aufnahme beeinträchtigen kann.

3.42

Transportkälteanlage

TKA

Kälteanlage, bestehend aus einer Kompakteinheit oder Teilen mit Wärmeaustausch von der Innenseite des isolierten Gehäuses oder der Kammer mithilfe eines Verdampfers oder eines gekühlten Wärmetauschers und Wärmeverteilung mithilfe eines Kondensators oder beheizten Wärmetauschers

Anmerkung 1 zum Begriff: bei der Kälteanlage kann es sich um ein Direktverdampfungssystem oder ein indirektes System mit einem Sekundärfluid zur Wärmeübertragung handeln.

3.42.1

LKW und Anhänger

TKA

bestehend aus einem Einzelgerät oder einem Einzelgerät in Split-Bauweise mit mindestens einem Verdichter zum Betrieb der Transportkälteanlage, die teilweise auf oder unter und innerhalb der isolierten Karosserie installiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Innenteil kann bei Auslegungen mit verschiedenen Temperaturen mehrere Wärmetauscher umfassen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Gehäuse der isolierten Karosserie oder im Haupt-Motorraum eines LKWs kann ein Straßen-Verdichter, der über Rohren mit den Komponenten verbunden ist, installiert werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Außenteil kann auf dem Dach oder vor der isolierten Karosserie oder darunter (Unterboden) angebracht werden.

3.42.2

Transporter-TKA

bestehend aus einer einzelnen oder aufgeteilten, möglicherweise in das Fahrzeug integrierten, Kälteanlage mit mindestens einem Verdichter zum Betrieb der Transportkälteanlage, die teilweise auf und innerhalb der isolierten Karosserie installiert ist, einschließlich indirekter Systeme

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Gehäuse der isolierten Karosserie oder im Haupt-Motorraum des Transporters kann ein Straßen-Verdichter, der über Rohren mit den Komponenten verbunden ist, installiert werden.

3.43

thermische Straßenfahrzeuge

TRV

—

3.43.1

LKW

Fahrzeug (LKW) mit einer montierten TKA und einer isolierten Karosserie, die zum temperaturgeregelten Warentransport mit mindestens einer gekühlten oder beheizten Kammer verwendet wird

3.43.2

Anhänger

nicht selbstangetriebenes Fahrzeug mit einer montierten TKA und einer integrierten isolierten Karosserie, die zum temperaturgeregelten Warentransport mit mindestens einer gekühlten oder beheizten Kammer verwendet wird

3.43.3

Transporter

LCV

leichtes Nutzfahrzeug

Fahrzeug mit integrierter Wärmedämmung zum Transport von Waren, bei dem der Insassen- und der Laderaum thermisch von der Fahrerkabine abgetrennt sind

[QUELLE: EN 17066-1:2019, 3.1.1.2]

3.44

Lüftungsmechanismus

Mittel zum Austausch des Luftvolumens

3.45

Belüftung

Luftbewegung und -austausch mit Frischluft, d. h. ohne gefährliche Stoffe

3.45.1

natürliche Lüftung

Luftbewegung und -austausch aufgrund natürlicher Vermischung, Luftbewegung oder Temperaturgradienten

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Lüftung im Freien wird für gewöhnlich von einer Mindestwindgeschwindigkeit von 0,15 m/s für Bereiche mit Hindernissen und 0,3 m/s für Bereiche ohne Hindernisse ausgegangen, die quasi dauerhaft vorhanden ist (siehe IEC 60079-10-1:2020, Tabelle C.1).

3.45.2

künstliche Lüftung

Zwangslüftung

Luftbewegung und -austausch mit Frischluft durch künstliche Mittel

3.46

Zone

Einteilung gefährlicher Bereiche auf Grundlage der Häufigkeit einer Entstehung und der Bestandsdauer explosiver Atmosphären

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.3.3]

3.46.1

Zone 2

Bereich, in dem das Auftreten einer explosiven gashaltigen Atmosphäre unwahrscheinlich ist; falls eine solche jedoch, z. B. nach einem unfallartigen Kältemittelaustritt, auftritt, kann er als vorübergehend gefährlicher Bereich festgelegt werden

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.3.6, modifiziert — Die Worte „im Normalbetrieb“ wurden entfernt; der Schlussteil nach „falls eine solche jedoch“ wurde geändert und Anmerkung 1 zum Begriff wurde weggelassen.]

3.46.2

Zonenausmaß

Abstand zur Quelle der Freisetzung in jede Richtung, in die ein Gas-Luft-Gemisch durch Luft auf eine Konzentration unter der unteren Explosionsgrenze verdünnt wird

[QUELLE: IEC 60079-10-1:2020, 3.3.7]

4 Symbole und Abkürzungen

HAZOP (en: hazard and operability analysis)	Gefahren- und Betriebsfähigkeitsanalyse
T _z	Zündtemperatur
FKW	Fluorkohlenwasserstoffe
HSIT (en: hot surface ignition temperature)	Zündtemperatur heißer Oberflächen
FMECA (en: failure mode and effects and criticality analysis)	Fehlermöglichkeits- und Einfluss- und Kritikalitäts-Analyse
OMRA (en: operational mode risk assessment)	Risikobeurteilung des Betriebsmodus
FTA (en: fault tree analysis)	Fehlerbaumanalyse
UFL, LFL	obere, untere Explosionsgrenze
RTT (en: reaction threshold temperature)	Reaktionsgrenztemperatur
PSA	persönliche Schutzausrüstung
SOI (en: source of ignition)	Zündungsquelle
SDS	Sicherheitsdatenblatt für Chemikalien (Anmerkung: SDS entspricht dem vorherigen MSDS)
TRV	LKW und mit Anhängern ausgerüstete Fahrzeuge und leichte Nutzfahrzeuge, Transporter
TKA	Transportkälteanlagen
MKA	Mobile Klimaanlage

5 Risikobewertung

5.1 Allgemeines

5.1.1 Allgemeine Anforderungen

Um die ordnungsgemäße Funktion und den bestimmungsgemäßen Betrieb sicherzustellen, müssen Transportkälteanlagen ein hohes Maß an Dichtheit aufweisen. Leckagen werden durch geeignete Konstruktionsregeln vermieden. Die Hersteller erfüllen die Anforderungen an die Systemdichtheit nach modernstem Stand.

Die Konstruktion der TKA muss so sein, dass während der Lebensdauer der Anlage bei ordnungsgemäßer Wartung ein hohes Maß an Dichtheit aufrechterhalten werden kann. Nach EN 1127-1 wird eine Kälteanlage als System mit verstärkter Dichte klassifiziert, die durch leckdichte Konstruktion und Herstellungsverfahren für Komponenten, Verbindungen und Anschlüsse, implementierte Serviceverfahren für Wartung und Betrieb, einschließlich Inspektion und Überwachung der Leckdichte, erzielt wird; siehe 6.2.

Eine TKA mit dauerhaft geschlossener Anlage mit verstärkter Dichtheit verursacht im Normalbetrieb keine gefährlichen Bereiche in ihrer Umgebung.

Eine TKA wird in folgenden Fällen als anhaltend technisch dichtes System mit verstärkter Dichtheit angesehen:

- Sie ist so konstruiert, dass sie, wie in diesem Abschnitt und unter 5.7 beschrieben, aufgrund ihrer Auslegung technisch dicht bleibt und
- ihre technische Dichtheit wird, wie in Abschnitt 9 beschrieben mittels Wartung und Überwachung dauerhaft sichergestellt.

In den folgenden Abschnitten wird das Verfahren zur Klassifizierung von Leckagen und zur Durchführung einer Risikoanalyse im Zusammenhang mit dem Auftreten von Leckagen, der Häufigkeit solcher Ereignisse und der Beurteilung der Folgen, beschrieben.

Für die Emissionsüberwachung sind Verordnungen wie die F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 in Kraft. Der Risikobeurteilungsprozess ist ein mehrschrittiger, zirkulärer Prozess, in dem verschiedene Arten von Betriebsmodi geprüft und die relevanten Risiken durch die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und des Schadensausmaßes eingeschätzt werden.

Risiken in Zusammenhang mit der Verwendung brennbarer Kältemittel als Arbeitsfluide entstehen ausschließlich durch Leckagen.

Zum Zwecke der Risikobeurteilung müssen Kältemittelleckagen berücksichtigt werden. Daher behandelt dieses Dokument die Gefährdungen in Zusammenhang mit:

- flüchtige Emissionen im Normalbetrieb und bei bestimmungsgemäßer Verwendung und
- seltene Störungen und unwahrscheinliche katastrophale Fehlfunktionen, die aus verschiedenen Gründen und aufgrund verschiedener Ereignisse auftreten können,
- Austritte aufgrund von Fehlfunktionen an Verbindungen und Komponenten, Unfällen, unsachgemäßer Handhabung und unsachgemäßer Wartung.

5.1.2 Sicherheitsprinzipien

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Sicherheitsprinzipien und -anforderungen decken den gesamten Risikobeurteilungsprozess für die Kälteanlage, in der brennbare Kältemittel in verschiedenen Betriebsmodi verwendet werden, ab.

ANMERKUNG ISO/IEC Guide 51:2014, Bild 2 zeigt ein Fließschema, in dem die Sicherheitsprinzipien als iterativer Prozess zur Risikoanalyse und Risikoverminderung gezeigt werden.

Die Sicherheitsprinzipien basieren auf Folgendem:

- Analyse und Evaluierung der Leckagemenge, Leckagehäufigkeit und Charakterisierung (5.5.3);
- Analyse, Evaluierung und Minderung von Risiken (5.5.4) im vernünftigerweise in der Praxis umsetzbaren Umfang (5.6.2);
- Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen gegen erkannte Risiken, die nicht beseitigt werden können (6.9.2);
- Informierung von Anwendern zu Restrisiken und, wo relevant, Angabe dazu, ob spezielle Maßnahmen zur Minderung der entsprechenden Risiken ergriffen werden müssen (6.9.2);

- Bestätigung der Ergebnisse des Risikobeurteilungsprozesses mithilfe der Anforderungen aus 5.6.3.

5.1.3 Sicherheitskonzept

Die Implementierung der Sicherheitsprinzipien führt zu einem Sicherheitskonzept: Auslegungskonzepte, allgemeine und spezielle Anforderungen zur Vermeidung der Entstehung entzündlicher oder giftiger Atmosphären, Schutz durch Auslegung und Konstruktion sowie Schutzsysteme und Implementierung eines Sicherheitsmanagementkonzepts.

ANMERKUNG Die Entwicklung eines Sicherheitsmanagementkonzepts und eines Schutzsystems kann Überlegungen zu PSA umfassen.

Das Sicherheitskonzept muss, entsprechend den Gegebenheiten und den Ergebnissen der Risikobeurteilung Vorkehrungen zur Leckagenvermeidung und Mechanismen zur Risikominderung für folgende Elemente umfassen:

- Verwendung von Verdampfern, Ventilen und entsprechende Verbindungen, die eine als Konstruktion mit verstärkter Dichtheit klassifizierte Konstruktion auszeichnen und aufrechterhalten;
- Sicherstellen, dass fortlaufende Maßnahmen zur Verminderung von Leckagen ergriffen werden;
- Sicherstellen, dass eine ordnungsgemäße Lüftung erzielt und aufrechterhalten wird, falls dies für die Risikominderung relevant ist;
- Integrierte Alarmsysteme, Verfahren für Leckagediagnose und vorbeugende Wartung zur Risikominderung;
- Optimierung der Kältemittel-Füllmenge durch optimale Dimensionierung der Komponenten;
- Reduzierung von Zündungsquellen: innerhalb des Kammervolumens, außenliegende elektrische Komponenten und sonstige externe Quellen;
- Übereinstimmung mit den unter 6.9 aufgelisteten Anforderungen;

In Anhang B sind Beispiele für mögliche Auslegungen und Konstruktionen aufgeführt:

- Trennung des/der Verdampfer: geringe Kältemittelmasse in den Komponenten innerhalb des Kammervolumens bei Energie AUS;
- manuelle oder automatische Lüftung, Leckageerkennung.

5.2 Brennbare Kältemittel

Die Verwendung von brennbaren Kältemitteln als Arbeitsfluide in Systemen mit verstärkter Dichte stellt nicht grundsätzlich eine Gefährdung dar, wenn keine Leckage vorliegt. Gefährdungen ergeben sich ausschließlich aus unerwarteten Leckagen, die im Normalbetrieb und bei bestimmungsgemäßer Verwendung nicht auftreten.

Bei der OMRA müssen die in EN 378 (alle Teile) und ISO 817 oder dem SDS festgelegten Kältemittel-Eigenschaften verwendet werden, wobei die konservativsten Werte verwendet werden müssen.

ANMERKUNG Falls für ein brennbares Kältemittel verschiedene SDS vorliegen, können die konservativsten Werte für die OMRA verwendet werden.

Die brennbare Konzentration (und somit die LFL und UFL) sind Funktionen der Konzentration des brennbaren Kältemittels in der Luft, der Betriebstemperatur und der lokalen Feuchtigkeit (siehe [1]). Bei

höherer Feuchtigkeit (>80 % R.H.) und Temperatur (>50 °C) kann sich die LFL in der Luft vermindern und die UFL erhöhen. Dieser Effekt muss bei derartigen Arbeiten und in der Risikobeurteilung beachtet werden. Er sollte zudem bei den Schätzungen für die Evaluierung der Verdünnung des Kältemittels in der Luft berücksichtigt werden (siehe Anhang D).

5.3 Signifikante Gefährdungen

Das Austreten brennbarer Kältemittel kann zu Bränden oder Explosionen (Kältemittel von Typ A2L, A2, A3) und/oder zur Zersetzung in giftige Säuren (Kältemittel von Typ A2L, A2) führen.

Zu den Hauptgefährdungen im Zusammenhang mit dem Austreten brennbarer Kältemittel, das zur Entstehung eines vorübergehenden Gefährdungsbereiches führt, zählen:

- Brand- und Flammenausbreitung: entzündetes ausgetretenes Kältemittel, das sich wie schweres Gas verhält oder in einer Kammer homogenisiert ist, als Stichflamme oder Feuerball;
- Explosion: Ansammlung ausgetretenen Kältemittels, die zu einer entflammbaren Konzentration und Entzündung in einem begrenzten Raum mit erheblichem Explosionsüberdruck führt;
- Giftigkeit wie in ISO 817 beschrieben;
- Giftigkeit, die von Zersetzungsprodukten bei einer Kältemittelreaktion oder -verbrennung herrührt und eine giftige Atmosphäre erzeugt.

ANMERKUNG 1 Giftige Säuren oder Zersetzungsprodukte bestehen aus Fluorwasserstoff (HF), Carbonylfluorid (COF₂); die AEGL-Werte für HF sind im chemischen Datenblatt CAS Nr. 7664-39-3 aufgeführt.

ANMERKUNG 2 Mögliche Gefährdungen im Zusammenhang mit üblichen Kälteanlagen werden in EN 378-1:2016+A1:2020, Anhang G beschrieben.

ANMERKUNG 3 Mögliche Zündquellen sind in Anhang F aufgelistet.

5.4 Schutz vor Gefährdungen

5.4.1 Schutz vor Explosionsgefährdungen

Der Schutz gegen Explosionsgefährdungen sollte verschiedene Vorbeugungsmaßnahmen umfassen. Eine Explosion ist bei folgenden voneinander unabhängigen Ereignissen möglich: Leckage, entzündliche Atmosphäre und SOI treten gleichzeitig auf. Die Beseitigung von Kältemittelleckagen und die Verhinderung der Entstehung entzündlicher Atmosphären stellen die primären Maßnahmen für den Schutz vor Explosionen dar. Die Beseitigung der SOI ist eine sekundäre Maßnahme.

5.4.2 Schutz vor übermäßigem internen Systemdruck

Die Kälteanlage muss nach den bestehenden Normen, die die Druckanforderungen von EN 378-2 festlegen, konstruiert werden.

5.5 Risikobeurteilung des Betriebsmodus

5.5.1 Allgemeines

Der Betrieb einer TKA ist komplex und umfasst verschiedene Betriebsmodi, Betreiber mit verschiedenen Verantwortlichkeiten, verschiedene Eigentumsverhältnisse bezüglich der Ausrüstung und mehrere bestimmungsgemäße Verwendungen.

Der Hersteller muss, unter Miteinbeziehung des Kälteanlagenherstellers, des Karosseriebauers, sowie der Kunden und Anwender, zur Analyse der Risiken im Zusammenhang mit dem Betrieb der TKA während ihrer Betriebslebensdauer eine Risikobeurteilung des Betriebsmodus (OMRA) durchführen. Die OMRA muss u. a. Risiken in Zusammenhang mit Wartung, Recycling oder Demontage, sowie die Wiederverwendung nach der Betriebszeit der Kälteanlage, einschließlich dem Second-Hand-Markt, umfassen.

Die OMRA muss den bestimmungsgemäßen Gebrauch, vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen und den stationären Betrieb umfassen.

ANMERKUNG 1 EN ISO 12100 beschreibt Maßnahmen und Verfahren zur Risikoermittlung und -minderung, die in der Auslegungsphase beachtet werden müssen.

Die OMRA sollte unter Verwendung einer oder mehrerer der folgenden Verfahren oder sonstiger gleichwertiger, auf den jeweils betrachteten Sicherheitsaspekt anwendbarer, Verfahren durchgeführt werden:

- Ereignisbaumanalyse (ETA) nach IEC 62502 oder gleichwertig;
- Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMCEA) nach IEC 60812 oder gleichwertig;
- Fehlerbaumanalyse (FTA) nach IEC 61025 oder gleichwertig;
- Gefahren- und Betriebsfähigkeitsstudie (HAZOP) nach IEC 61882 oder gleichwertig.

In ISO 20854, SAE J2773 oder ISO 13043 können, wo anwendbar, für die OMRA in Betracht gezogen werden.

Die OMRA sollte von einem unabhängigen, erfahrenen Moderator oder Experten mit Fachwissen zu Risikobeurteilungsverfahren und -prozessen durchgeführt oder begleitet werden.

ANMERKUNG 2 Der Begriff unabhängiger, erfahrener Moderator oder Experten bezeichnet sowohl externe Unterstützung als auch interne Fachkräfte.

Der TKA-Hersteller sollte die erforderlichen Ergebnisse der OMRA folgenden Stellen zur Verfügung stellen:

- dem Monteur der TKA;
- dem Karosseriehersteller des Kühlfahrzeugs;
- den verantwortlichen Betreibern verschiedener Betriebsstätten zur Evaluierung.

Jegliche erforderlichen Konstruktionsänderungen müssen gemeinsam besprochen und umgesetzt werden.

Die OMRA muss als grundlegenden Teil eine Risikobeurteilung für brennbare Kältemittel beinhalten. Die Ergebnisse müssen, sofern relevant, für sämtliche Betriebsmodi evaluiert werden.

Die OMRA-Ergebnisse müssen von unabhängigen, erfahrenen Experten besprochen, evaluiert und geprüft oder zur Prüfung bei einer zuständigen Stelle eingereicht werden.

5.5.2 Betriebsmodi

Die OMRA muss mindestens die folgenden Betriebsmodi berücksichtigen, wobei, wo relevant, sowohl Fahrt als auch Stillstand und Situationen mit Energie EIN und Energie AUS berücksichtigt werden:

- Straßenbetrieb, Leerlauf, Standby-Betrieb, Zwischenparken oder -lagerung, Passieren von Tunneln;
- Parken eines oder mehrerer TRV im Freien, in Garagen, in Tiefgaragen;

- Verwendung des LKW, Anhängers zur Lebensmittellagerung in öffentlichen Bereichen;
- Türöffnungsprozesse, Be- und Entladen von Waren, einschließlich Überlegungen zu Bedingungen wie den folgenden:
 - Verwendung von Vorhängen zur Verringerung der Wärmeeinwirkung,
 - häufiges Türöffnen,
 - Abschaltung der Verdampferlüfter während des Türöffnens;
- sämtliche Transportarten für die TKA oder das gesamte TRV;
- Instandsetzung und Reparatur, Wartung:
 - am TRV (dem LKW, Anhänger oder Transporter) und an der TKA, in professionellen Werkstätten, einschließlich Montagegruben oder Kanalsystemen,
 - Funktionsprüfungen und Reparaturqualität;
- Zusammenbau, Montage, Testlauf, Abnahme und Entnahme von Teilen des TKA-Systems, sowohl innerhalb des Kammervolumens als auch an der Fahrzeugaußenseite an allen voraussichtlichen Betriebsseiten, einschließlich:
 - Zusammenbau der Kälteanlage und Befüllung mit Kältemittel,
 - Reparatur und Öffnung der auf dem TRV installierten TKA in kleinen Räumen, wie etwa bei einer Reparatur des TKA-Systems eines Transporters in einer kleinen Garage;
- vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendung, wie unsachgemäßes Be- und Entladen, Reparatur und Wartung außerhalb fachmännischer Einrichtungen, fortlaufende Beladung bei Leckagen, Verwendung unsachgemäßer Werkzeuge oder Teile;
- externe Ereignisse: Nothalt in Tunneln, Brände in Tunneln, Unfälle, Zusammenstöße, Brände, Schwingungen, Korrosion, mechanische Schäden, unautorisiertes Eingreifen;
- Inspektionen: Zoll, Tierarzt, Arbeiter, Frachtqualität;
- Ende der Lebensdauer und Entsorgung der Ausrüstung.

Die OMRA muss für alle vorgesehenen und stationären Arbeiten, einschließlich Be- und Entladen von Transportwaren und vorhersehbaren Fehlanwendungen, durchgeführt werden. Tabelle 1 zeigt ein nicht abgeschlossenes Beispiel für mögliche Betriebsmodi und Kombinationen von Betriebszuständen.

Tabelle 1 — Mögliche Zustände von Betriebsmodi, Örtlichkeiten, Belegungen, Frachtbedingungen und mögliche Kombinationen

	Fahr- zeug	Örtlich- keit	TKA – Zustand	Fracht	Tür	Lüfter – Zustand	Belegung
Mögliche Zu- stände	Still- stand	Straße	AUS	belastet	Offen	AUS	Person anwesend
		Werk- statt	EIN – Nullmodus (Mikro ist aktiviert, aber es läuft kein Verdichter, kein Lüfter, d. h. Reguliermodus)	Beladung läuft	Geschlos- sen	EIN	Niemand anwesend
		...	EIN – Energiequelle 1 (d. h. unabhängige Verbrennung)	...	Öffnungs- prozess	Leerlauf	...
	In Bewe- gung/ Fahrt	Straße	EIN – Energiequelle 2 (d. h. Netzstrom)	Leer	...	...	Niemand anwesend
		Schiene	EIN – Energiequelle 3 (d. h. vom Fahrzeugmotor angetriebener Generator)	Reinigung			
		...	EIN – Energiequelle 4	...			
Mögliche Ereig- nisse	Brand	...	...	...	...	...	...
	Unfall						
	...						

Die Beispieleinträge und (...) in Tabelle 1 sind als Vorschläge zu verstehen.

Es ist möglich, auf Grundlage dieses Beispiels eine ähnliche Tabelle zur Dokumentierung und Bestimmung der Wahrscheinlichkeit verschiedener Zustände oder Situationen, die als Vorgaben für die OMRA zu verwenden sind, zu erstellen. Es muss mindestens die vollständige Liste unter 5.5.2 für die verschiedenen Betriebsmodi berücksichtigt und geprüft werden.

Zur Analyse der verschiedenen Betriebsmodi können die HAZOP-, ETA- und FTA-Methoden oder Kombinationen hiervon verwendet werden.

Da Lüftung ein wirksames Mittel zur Verhinderung entflammbarer Konzentrationen darstellt, müssen während der Durchführung der OMRA sämtliche Betriebsmodi und berücksichtigten Ereignisse mindestens den folgenden Lüftungsarten entsprechend klassifiziert werden:

- natürliche Lüftung: beispielsweise im Freien, in Tunneln, während des Transports, an im Freien gelegenen Reparaturbereichen gegeben;
- Zwangslüftung: beispielsweise an Orten wie umschlossenen Räumen in Gebäuden, Tiefgaragen, Serviceeinrichtungen oder -bereichen gegeben.

ANMERKUNG 1 Unter 8.4 sind weitere Lüftungsanforderungen bezüglich der Betriebsstätten aufgeführt.

Es sollte von einem „hohen“ Verdünnungsgrad außerhalb des Fahrzeugs mit „ausreichender“ bis „guter“ Verfügbarkeit ausgegangen werden. Im Normalbetrieb sollten die Kontrollvolumina (siehe Anhang A), die auch die äußeren Komponenten außerhalb der isolierten Karosserie umfassen, als ungefährliche Bereiche betrachtet werden.

Die Definitionen für den Lüftungsgrad und die Lüftungsrate sind in IEC 60079-10-1 enthalten. Um sicherzustellen, dass das Entstehen einer, durch flüchtige Emissionen im Normalbetrieb verursachten, entflammenden Atmosphäre innerhalb des Kammervolumens verhindert wird, muss mithilfe der Prüfung 6.8.2 nachgewiesen werden, dass die Verdünnung des ausgetretenen Kältemittels durch den natürlicherweise vorliegenden Austausch der Innen- und Außenluft, ausreicht.

ANMERKUNG 2 Beispiele zur Evaluierung eines gefährlichen Bereichs und einer möglichen Klassifizierung sind in IEC 60079-10-1:2020 Anhang E enthalten. Beispiele für Berechnungen zur Ermittlung des Lüftungsgrads und der Bestandsdauer entflammbarer Atmosphären sind in IEC 60079-10-1:2020 Anhang C enthalten.

Bei Situationen, in denen größere Leckagen betrachtet werden, sind Maßnahmen und Minderungsverfahren nach der OMRA erforderlich.

Die Vermeidung von Zündungsquellen ist eine weitere Möglichkeit zur Beseitigung von Gefährdungen durch Leckagen und daher müssen während der Durchführung der OMRA für sämtliche Betriebsmodi und berücksichtigten Ereignisse alle möglichen SOI aufgelistet und hinsichtlich ihrer Zündwirksamkeit evaluiert werden.

5.5.3 Evaluierung der Leckrate und -häufigkeiten zur Charakterisierung

Das Wissen um die genaue Art der Leckage, die Prozesse und Ursachen stellt die Grundlage zur Durchführung der OMRA dar. Dieses Wissen ist für den sicheren und energieeffizienten Betrieb, Qualitätsverbesserung und -management, vorausschauende Wartung, Kosteneinsparung und weitere Faktoren äußerst wertvoll.

Die Leckagen müssen für den gesamten Lebenszyklus der TKA charakterisiert werden. Der Lebenszyklus umfasst alle unter 5.4 aufgelisteten Betriebsmodi.

Die Charakterisierung der Leckagen sollte u. a. Folgendes umfassen:

- Ort der Leckagen, Ursachen, Leckart, -größe, -vorgeschichte, Schätzung des Massenstroms (siehe Tabelle C1 oder C2 in Anhang C), Zeit bis zum Systemausfall, Zeit bis zur Fehlererkennung (durch Menschen, elektronisch oder anderes);
- Auftreten und Häufigkeit der Leckage auf Grundlage der Dimension je Einheit je Jahr;
- Kühlmittelmanagement an der Servicestation und Reparatur;
- Mögliche unterstützende Informationen: Literatur, Normen, Beurteilungen, Erfahrungsberichte, Prüfungen, Berechnungen, Simulationen.

Sofern keine präzisen Informationen zu Leckagen bekannt sind, müssen Schätzungen abgegeben werden. Die Massenströme können mithilfe von Tabelle C1 oder C2 so bestimmt werden, dass aussagekräftige Einschätzungen für die OMRA getroffen werden können. Das Leckageereignis muss für jeden Einzelfall der OMRA evaluiert und beschrieben werden, um angemessene Leckagemerkmale, wie weiter oben aufgelistet, abschätzen zu können.

Sämtliche Leckagemerkmale müssen aufgezeichnet und während des OMRA-Prozesses fortlaufend verbessert werden.

ANMERKUNG Weitere Informationen zur systematischen Analyse und Meldung von Leckagen sind beispielsweise in [xx1, xx1-1] und spezifischer in der SAE-Norm J2727 [xx2] zu finden.

5.5.4 Kontrollvolumen

Für die systematische Implementierung der OMRA wird die Festlegung von Kontrollvolumina (KV) empfohlen, in denen möglicherweise Kältemittel austritt. Die KV müssen so festgelegt werden, dass gefährliche Bereich nach der Evaluierung des Zonenausmaßes abgedeckt werden.

Für jedes KV müssen der Austritt von Kältemittel und die Lüftungsbedingungen berücksichtigt werden.

ANMERKUNG IEC 60079-10-1:2015, Bild C.3 zeigt ein Beispiel für die transiente Massenbilanz und -konzentration von Kältemittel und Luft.

Das KV sollte die grundlegenden Volumina des Systems umfassen, wie Gehäuse, inneres Kammervolumen, Fahrzeug und dessen Standfläche sowie die Lüftungsumgebung, in die austretendes Kältemittel fließen, eintreten oder verteilt werden kann.

Bei einem Verdichtersatz mit Riemenantrieb sollte das KV mindestens die Volumina für den Antriebsverdichter (auch Hauptverdichter genannt), den Motorraum, das Ansaug- und Ablassrohr, den Verdampfer und die Verflüssigervolumina umfassen.

Bei der Betrachtung indirekter Systeme ist es erforderlich, das KV so festzulegen, dass im Falle einer Leckage die Ableitung des brennbaren Kältemittels in ein Sekundärfluid und ein Ablassen an einem anderen Ort berücksichtigt wird.

Anhang A zeigt Beispiele für Transporter, LKW und Anhänger.

5.5.5 Risikobeurteilung für brennbare Kältemittel

Die Risikobeurteilung für brennbare Kältemittel muss die Art des Austretens, wie unten beschrieben, evaluieren und auf den unter 5.5.3 zusammengetragenen Informationen basieren.

Flüchtige Kältemittel-Emissionen werden als vernachlässigbares Austreten von Kältemittel betrachtet, das „häufig“ auftritt, aber nicht zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesse in seiner typischen Betriebsdauer führt und nur dann zur Bildung einer entflammbar Atmosphäre führen kann, falls es sich über sehr lange Zeitspannen und in einem geschlossenen, unbelüfteten Volumen ansammelt.

Bei kleinen Lecks handelt es sich um das unerwartete, aber „mögliche“ Austreten von Kältemittel, das innerhalb kürzerer Zeitspannen zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesses führen kann und in schlecht belüfteten Bereichen zur Bildung einer kleinen entflammbar Atmosphäre führen könnte.

Bei großen Lecks handelt es sich um das unerwartete, aber „gelegentliche“ Austreten von Kältemittel, das innerhalb sehr kurzer Zeitspannen zu einer Fehlfunktion des Kühlprozesses und zur vorübergehenden Bildung einer großen gefährlichen Atmosphäre führt.

Bei Lecks durch unfallbedingten Bruch handelt es sich um das katastrophale Austreten von Kältemittel, das durch „seltene“ oder „unwahrscheinliche“ Ereignisse (wie Unfälle, Brände, Zusammenstöße, unsachgemäße Wartung) verursacht wird und zur sofortigen Fehlfunktion des Kühlprozesses und zur vorübergehenden Bildung einer großen gefährlichen Atmosphäre führt.

ANMERKUNG Beschreibungen wie „häufig“ oder „selten“ sowie entsprechende Werte sind unter 5.6.3, Tabelle 2 zu finden. Beispiele sind in Anhang C enthalten.

Die OMRA muss die folgenden Elemente enthalten:

- Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Lecks mit den Informationen nach 5.5.3;

- Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Auftreten einer entzündlichen Atmosphäre und die beteiligte Kältemittelmenge, Ausmaß der Zone;
- Bestimmung der Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein und die Wirksamkeit von Zündungsquellen;
- Beurteilung der möglichen Auswirkungen von Bränden, Flammenausbreitung, Explosionen, Kältemittelersetzung und giftigen Atmosphären, chemischen Reaktionen des Kältemittels mit gefährlicher Fracht, Desinfektionsmitteln, Reinigungsmitteln oder anderen üblicherweise verwendeten Stoffen;
- Bewertung der Risiken und Folgen;
- Identifizierung von Maßnahmen zur Risikominderung.

Um konsistente Vorgaben für die OMRA zu liefern, die in der Entwicklungsphase einer TKA für brennbare Kältemittel durchgeführt werden muss, sind sämtliche Elemente erforderlich.

Die OMRA muss mit Prüfungen und Simulationen nach 6.9.2 unterstützt werden.

Im Falle von Kältemittel-Austrittsmengen, die über flüchtige Emissionen hinausgehen, sollte die Bildung einer entzündlichen Atmosphäre in der Nähe der TKA durch Folgendes verhindert werden:

- Validierung durch die unter 6.9 beschriebene Prüfung,
- die unter 8.4 beschriebenen betrieblichen Anforderungen und
- die Empfehlungen unter 8.8,
- die Verfahren zur Risikominderung, wie in Anhang B beschrieben.

Ein Beispiel für den OMRA-Prozess ist in Anhang G aufgeführt.

5.6 Vertretbares Risiko

5.6.1 Allgemeines

Der vertretbare Risikowert wird anhand Folgendem festgelegt:

- geltenden Vorschriften und geltenden internationalen Normen, die auf den TKA-Betrieb anwendbar sind und
- der Richtlinie des Herstellers zur Festlegung von Kriterien für das vertretbare Risikoniveau.

Diese muss Informationen wie den allgemein anerkannten Stand der Technik sowie die aktuellen Werte für der vertretbare Risiko von relevanten Stakeholdern oder beteiligten Parteien, berücksichtigen.

5.6.2 Risikominderung

Wenn eine Risikominderung erforderlich ist, muss wiederholt ein Risikominderungsprozess durchgeführt werden, bis ein vertretbares Risikoniveau erreicht ist. Ein Verfahren zur Risikominderung ist in EN ISO 12100:2010, Abschnitt 4 beschrieben.

In der Auslegungsphase muss ein dreischrittiges Verfahren zur Risikominderung angewendet und in der Nutzungsphase müssen zusätzliche Maßnahmen für sämtliche Betriebsmodi umgesetzt werden.

- 1) sicherheitsbezogene Konstruktion;

- 2) Schutzeinrichtungen;
- 3) Informationen für die verantwortlichen Betreiber, Anweisungen und Informationen zur Beachtung an Betriebsstätten und für Endverbraucher.

Die Anforderungen aus 1) bis 3) stellen einen grundlegenden Teil des Sicherheitsprinzips und der angewandten Sicherheitskonzepte dar.

Die Umsetzung von Maßnahmen zur sicherheitsbezogenen Konstruktion ist der erste und wichtigste Schritt im Risikominderungsprozess. Schutzeinrichtungen sind immer dann zu verwenden, wenn eine sicherheitsbezogene Konstruktion allein für die Beseitigung von Gefährdungen bzw. eine entsprechende Risikominderung nicht ausreicht. Der verantwortliche Betreiber hat durch die Einhaltung der in der OMRA des Herstellers enthaltenen Informationen, beschrieben unter 8.8 und Abschnitt 10, einen maßgeblichen Einfluss und Verantwortlichkeit bezüglich des Risikominderungsverfahrens.

5.6.3 Vertretbare Risikokriterien

Risiken werden mittels der Kombination aus der Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens und des Schadensausmaßes eingeschätzt.

Der vertretbare Risikobereich (Abnahmekriterien) wird in Tabelle 1 mithilfe eines zweidimensionalen Kriteriums (Wahrscheinlichkeit und Ausmaß) als L (niedriges Risiko) beschrieben.

Das Restrisiko nach Durchführung des Risikominderungsprozesses muss im L-Bereich (niedriges Risiko) liegen.

Falls das Ausmaß des Ereignisses oder des Schadens in der Risikominderungsphase nicht eindeutig festgestellt wird, wird empfohlen, ein Entzündungsereignis als katastrophal einzustufen.

Tabelle 2 — Risikomatrix und Abnahmekriterien

Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens je TKA je Jahr				Schwere des Schadens				
				0	I	II	III	IV
				Keine Schäden	Vernachlässigbar (vom Produkt ausgehender Rauch)	Geringfügig (Produkt steht in Flammen und verbrennt)	Kritisch (schwere Verletzungen, Krankenhausaufenthalt und Brand)	Katastrophal (Tod, Brand und Verbrennungen)
Wahrscheinlichkeit	5	Häufig	$\geq 10^{-3}$	L	H	S	S	S
	4	Wahrscheinlich	$< 10^{-3}$ und $\geq 10^{-4}$	L	M	H	S	S
	3	Gelegentlich	$< 10^{-4}$ und $\geq 10^{-5}$	L	M	M	H	S
	2	Selten	$< 10^{-5}$ und $\geq 10^{-6}$	L	L	M	M	H
	1	Unwahrscheinlich	$< 10^{-6}$ und $\geq 10^{-7}$	L	L	L	M	M
	0	Unglaublich	$< 10^{-7}$	L	L	L	L	L
L niedriges Risiko, vertretbarer Risikobereich M mittleres Risiko H hohes Risiko S schweres Risiko, nicht vertretbarer Risikobereich								

Falls bei der OMRA ein schweres Risiko für Ereignisse im Betrieb, einschließlich erkannter Unfälle oder Fehlanwendung, festgestellt wird, sollten sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden.

Die Minderung und Beseitigung von Gefährdungen muss durch den TKA-Hersteller erfolgen und die Ergebnisse müssen in der OMRA beschrieben werden.

5.7 Auditierung und Wirksamkeitsprüfung von Sicherheitskonzepten

Die unter 5.5.3 aufgelisteten Anforderungen erfordern eine fortlaufende Meldung von im Betrieb auftretenden Leckagen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einem Betrieb der TKA mit brennbaren Kältemitteln in ihren Betriebsmodi eventuell Erfahrungen zum Auftreten erheblicher Leckagen und dazu, ob das Sicherheitskonzept oder die Sicherheitseinrichtungen aktiviert waren, gesammelt werden.

Das Sicherheitskonzept und die Sicherheitseinrichtungen müssen sicherstellen, dass die Anforderungen unter 5.6.3 eingehalten, das vertretbare Risikoniveau erreicht werden und müssen dabei gleichzeitig kosteneffizient sein und die Sicherheitskonzepte und integrierten Einrichtungen sollten zudem nicht überflüssig sein oder keine Verwendung finden.

Daher müssen die Sicherheitskonzepte hinsichtlich ihrer Wirksamkeit geprüft werden, um Risiken wirksam zu vermeiden sowie Entscheidungen zur Senkung der Anforderungen an das Sicherheitskonzept zu

unterstützen. Das vertretbare Risikoniveau, wie in Tabelle 2 unter 5.6.3 dargelegt, stellt hierbei das Entscheidungskriterium dar.

6 Anforderungen an die Auslegung und Konstruktion der TKA

6.1 Allgemeines

Sämtliche Komponenten und Rohrleitungen sollten den mechanischen, chemischen und thermischen Belastungen standhalten können, denen sie nach vernünftigem Ermessen im Normalbetrieb voraussichtlich ausgesetzt sein werden, einschließlich sämtlicher Betriebsmodi innerhalb angemessener Konstruktionsbeschränkungen und Materialeigenschaften.

Wenn möglich, sollten die TKA-Komponenten, die Kältemittel enthalten:

- gegen direkte Einwirkungen, die funktionelle Schäden hervorrufen können, geschützt sein;
- so konstruiert sein, dass sie hohem Druck in Verbindung mit Schwingungen und Aufprallenergie sowie Korrosionsattacken standhalten.

Bei der Auslegung der TKA-Konstruktion und bei der Optimierung zur Risikominderung, wie in EN ISO 12100 beschrieben, müssen die Ergebnisse der OMRA hinsichtlich Wartung, normaler Reparatur und Service berücksichtigt werden. Es liegt in der Verantwortung des Eigentümers und/oder Betreibers sicherzustellen, dass Reparatur-, Service- und Wartungsmitarbeiter die korrekten Methoden für die Arbeit an der Anlage kennen und über die erforderlichen Zertifizierungen verfügen (siehe Abschnitt 9). Die Anforderungen an Schulungen sind unter 9.3 beschrieben.

Sämtliche elektrischen Installationen, einschließlich Software müssen so ausgelegt sein, dass sie den verantwortlichen Betreiber bei der Erkennung und Montage ausschließlich zugelassener Ersatzteile unterstützen. Zertifizierte Teile, einschließlich Software, können dahingehend markiert und gekennzeichnet werden, dass der Austausch durch ungeeignete Teile untersagt ist.

Zudem muss die Einheit unterstützend hierzu, wo möglich, so ausgelegt sein, dass die Auswirkungen unsachgemäßer Reparaturen minimiert werden.

6.2 Komponenten und Rohrleitungen von Kälteanlagen mit brennbarem Kältemittel

6.2.1 Allgemeines

Bei TKA mit einem Kompressor, der direkt oder indirekt vom Hauptantrieb des Fahrzeugs angetrieben wird, wie etwa Transporter- oder LKW-TKA, sollten die Anforderungen in SAE J639 berücksichtigt werden.

Die Komponenten und Rohrleitungen der Kälteanlage müssen den Anforderungen von EN 378-2 und dieses Dokuments entsprechen.

Die TKA muss so ausgelegt sein, dass ein hohes Maß an Dichtheit gegeben ist: Die verstärkte Dichtheit kann mithilfe ordnungsgemäßer Wartung, nach EN 1127-1:2019, Anhang B, über die Lebensdauer der TKA aufrechterhalten werden. Die Dichtheit der Komponenten muss ISO 14903 entsprechen.

Kältemittel-Rohrleitungen und -Verbindungen müssen so geschützt sein, dass Schäden während des normalen Betriebs und der normalen Handhabung der TKA vermieden werden.

Die TKA-Komponenten sollten so ausgelegt und angeordnet sein, dass die Reinigung einfach ist und die TKA falschen Reinigungsverfahren, z. B. mit einem unsachgemäß verwendeten Hochdruckreiniger, standhält. Die falsche und unsachgemäße Reinigung stellt eine vorhersehbare Fehlanwendung dar und darf nicht zu Leckagen führen.

6.2.2 Entlastungseinrichtungen bei externen Bränden

Bei externen Bränden kommt es, je nach dem, wo die höchsten Brandtemperaturen und Wärmeeinwirkungen entstehen, zu Rissen oder Ausfällen an Lötverbindungen oder Rohren.

Bei einer Temperatur, bei der eine Lötverbindung (oder Lötverbindungen) anfangen kann, sich zu lösen, treten unkontrollierte Brüche auf, die durch das unkontrollierte Austreten von Kältemittel in jedwede Richtung infolge eines externen Brandes/thermischen Zwischenfalls entstehen.

Es muss eine geeignete Einrichtung (oder geeignete Einrichtungen oder Konstruktionen) zur Erleichterung eines kontrollierten Ablassens des Kältemittels installiert werden.

Der Kältemittelaustritt muss so erfolgen, dass er keine weiteren unsicheren Bedingungen für Personal oder Rettungsdienste verursacht.

6.3 Baugruppen

6.3.1 Allgemeines

Sofern in diesem Dokument nicht anderweitig angegeben, müssen die Baugruppen der Kälteanlage den Anforderungen von EN 378-2:2016, Abschnitt 5 entsprechen.

Die Stützelemente der Kälteanlage müssen so stark sein, dass sie den im Normalbetrieb der TKA wirkenden Kräften standhalten können.

Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit sie den normalen Schwingungen im Normalbetrieb und bei der normalen Handhabung, wie denen, die im Straßenbetrieb und zusätzlich in Betriebsmodi wie auf der Schiene und im Schiffsbetrieb auftreten, standhalten.

Die Fähigkeit der TKA, Belastungen aufgrund von Beschleunigungen, denen das Fahrzeug bei der Montage und Wartung ausgesetzt sein kann, standzuhalten, sollte unabhängig von der Beurteilung von Belastungen an der TKA untersucht werden.

6.4 Montage der TKA auf dem Transporter, LKW oder Anhänger

Anhänger-TKA-Anlagen werden typischerweise als Gesamtpaket, an der Außenseite der isolierten Karosserie mit Luftablässen in das Kammervolumen, montiert.

Die TKA für Transporter und LKWs können aus mehreren Teilen bestehen, die vor Ort zusammengebaut werden.

Die Systemteile werden an folgenden Orten in der TKA montiert:

- einer Fabrik des Karosseriebauers oder Anhängerherstellers,
- einem Standort des Herstellers für Fahrzeugveredlung, der die Innenausstattung wie die isolierte Kammer anbringt und die Montage durchführt,
- einer Serviceeinrichtung oder qualifizierten Werkstatt.

Die Montage der TKA und ihrer Komponenten muss so ausgelegt sein, dass die verstärkt dichte Konstruktion vor Ort hergestellt werden und die Dichtheit im Betrieb erhalten werden kann (siehe 5.1). Die Auslegung sollte so optimiert sein, dass Montagefehler, wie falsche Bohrungen oder Rohrinstallationen, vermieden werden.

Es müssen genaue Informationen zur Montage, Rohrverlegung, Verbindung der Teile, z. B. die Drehmomente an Ventilen und Schraubverbindungen, angegeben werden.

Leitungen mit flexibler Ummantelung dürfen nicht durch den Passagier- oder Fahrerraum verlegt oder dort montiert werden.

Für brennbare Kältemittel dürfen ausschließlich typgeprüfte Druckschlauchverbindungen verwendet werden. Die Dichtheit muss ISO 13971 oder SAE J3062 entsprechen.

Die Herstellung von Schlauchverbindungen oder die Kürzung von Druckschläuchen ist nur zulässig, falls die Dichtheit in Übereinstimmung mit den Anforderungen aus 5.1 und 6.9.7 für verstärkte Dichtheit dauerhaft sichergestellt werden kann.

Sämtliche Wärmedämmbausätze zur Montage in einem Fahrzeug müssen so gestaltet sein, dass die Anforderungen nach 6.9.3 erfüllt und der Mindest-Luftaustausch aufrechterhalten werden kann.

Bei Einrichtungen mit verschiedenen Temperaturen sollten die Verbindungsrohr- und Ventilpositionen zwischen dem externen Leitsystem und den internen Teilen (ferngesteuerte Verdampfer) so gestaltet sein, dass ein Austreten von brennbarem Kältemittel in das innere Kammervolumen während der Montage wirksam verhindert wird. Zu diesem Zweck müssen geeignete Ventile verwendet werden.

Teile oder Komponenten des TKA-Systems sollten nicht in der Nähe des Lufteinlasses der Kältemaschine der Fahrzeug-Klimaanlage angebracht werden.

Anforderungen an Betriebsstätten zur Montage werden unter 9.4 beschrieben, zu Wartung und Service, siehe 9.5.

6.5 Innenausstattung des Kammervolumens

6.5.1 Allgemeines

Der Personentransport im Kühlfahrzeug ist strengstens untersagt. An der Tür und den Öffnungen muss ein Verbotsschild angebracht werden.

Raumbereiche mit kontrollierter Atmosphäre müssen zur Warnung vor niedrigen Sauerstoffkonzentrationen einen Warntafel und Kennzeichnungen an Türen und anderen Zugangspunkten aufweisen.

Das Kammervolumen wird nicht als Personen-Aufenthaltsbereich eingestuft. Be- und Entladearbeiten werden regelmäßig durch geschultes Personal ausgeführt. Während des Be- und Entladens bleiben Türen und Öffnungen geöffnet; es gibt keine Anforderungen oder Alarmpöglichkeiten bezüglich eingeschlossener Personen.

ANMERKUNG Zur Minimierung des Energieverbrauchs wird ein Vorhang verwendet, die Öffnungen gelten mit diesem jedoch nicht als geschlossen.

6.5.2 Wärmetauscher im Kammerinneren

6.5.2.1 Allgemeines

Der innere Wärmetauscher kann als integraler Bestandteil der Sicherheitsfunktionen betrachtet werden, siehe 5.1.3.

Nach [HSE] „ist es unwahrscheinlich, dass jegliches Kältemittel innerhalb von Rohrleitungen oder einem gelöteten Wärmetauscher zum Zwecke dieser Beurteilung als möglicher Leckagepunkt angesehen wird.“ Zusätzlich zum Ausschluss von Nahtlosrohren aus der allgemeinen Risikobeurteilung muss in der OMRA beurteilt werden, ob diese Eigenschaft für sämtliche Betriebsmodi eines Wärmetauschers innerhalb eines

TRV, mit Ausnahme seltener Fehlfunktionen und katastrophaler Ausfälle, wie Unfälle, dauerhaft aufrechterhalten wird. Anforderungen an die Korrosionsprüfung für Verdampfer werden unter 6.9.4 beschrieben. Folglich gelten in Wärmetauschern verbaute Nahtlosrohre über die gesamte Lebensdauer des Wärmetauschers als Konstruktionselemente mit verstärkter Dichte.

Die folgenden optionalen Sicherheitskonzepte können dazu verwendet werden, Wärme aus dem inneren Kammervolumen abzuleiten.

6.5.2.2 Zoneneinteilungskonzept mit Wärmetauscher

Die Konstruktion des Wärmetauschers kann so erfolgen, dass ein Zoneneinteilungskonzept umgesetzt wird. Die verschiedenen Zonen, ausgedrückt durch das KV, müssen nach 5.5.4 bei der Evaluierung gefährlicher Zonen berücksichtigt werden.

Ziel eines Zoneneinteilungskonzepts ist es, die folgenden KV eines Wärmetauschers und der verbundenen, Kältemittel enthaltenden Rohrleitungen zu trennen:

- ein Außen-KV, das mit der Außenluft verbunden ist und Kältemittelkomponenten wie Lötverbindungen, Verbindungen, Schläuche, Schraubverbindungen umfasst und
- ein Innen-KV, das mit dem inneren Kammervolumen verbunden oder in dieses integriert ist und ausschließlich Nahtlosrohre für den Wärmeaustausch enthält.

Sofern das Zoneneinteilungskonzept für den Wärmetauscher dauerhaft sicherstellt, dass kein Kältemittel in das innere Kammervolumen austritt, sind angemessene Maßnahmen zur Verhinderung einer entzündlichen Atmosphäre im inneren Kammervolumen in Kraft. Die Haltbarkeit dieser Konstruktion und die Trennung der Funktionen muss nachgewiesen werden. Ein informatives Beispiel ist in B.2 dargestellt.

6.5.2.3 Konzept mit indirektem Wärmetauscher

Das Ziel bei der Verwendung eines indirekten Systems besteht darin, brennbares Kältemittel enthaltende Rohre oder Komponenten nicht im inneren Kammervolumen zu platzieren.

Sofern der indirekte Wärmetauscher dauerhaft sicherstellt, dass kein Kältemittel über das Sekundärfluid des Wärmetauschers in das innere Kammervolumen austritt, sind angemessene Maßnahmen zur Verhinderung einer entzündlichen Atmosphäre im inneren Kammervolumen in Kraft. Ein informatives Beispiel ist in B.3 dargestellt.

6.5.2.4 Trennmechanismus mit Wärmetauscher

Das Ziel bei der Verwendung eines Trennmechanismus ist es, die Möglichkeit, die Kälteanlage mithilfe von Absperreinrichtungen in verschiedene Abschnitte zu unterteilen, zu nutzen. Der Trennmechanismus muss die Kältemittelmenge, die im Fall einer Leckage austritt auf eine Menge begrenzen können, die keine entzündliche Atmosphäre im Kammervolumen erzeugen kann.

Das Trennkonzept muss mit einem Erkennungsmechanismus für Leckagen und, möglicherweise, mit einem Lüftungskonzept kombiniert werden.

Sofern das Trennkonzept für den Verdampfer, in Kombination mit dem Mechanismus zur Leckerkennung durch die Begrenzung der Kältemittelmenge dauerhaft sicherstellt, dass in das innere Kammervolumen austretendes Kältemittel keine entzündliche Atmosphäre bilden kann, sind angemessene Maßnahmen zur Verhinderung einer entzündlichen Atmosphäre im inneren Kammervolumen in Kraft. Ein informatives Beispiel ist in B.4 dargestellt.

6.5.3 Lüftung innerhalb des Kammervolumens

Das Belüftungssystem kann als integraler Bestandteil der Sicherheitsfunktionen betrachtet werden.

Das Belüftungssystem kann aus natürlicher oder Zwangslüftung und einem Zoneneinteilungskonzept mit Wärmetauscher, z. B. einem KV, das mit der Außenluft verbunden oder gelegentlich zu dieser hin geöffnet wird, bestehen.

Das Belüftungssystem kann aus einem gelegentlich geöffneten Lüftungsschacht, einer Zwangsbelüftung bestehen, die austretendes Kältemittel so weit verdünnen kann, dass eine entzündliche Atmosphäre im Kammervolumen verhindert oder in Verbindung mit einem Erkennungsmechanismus und einem Alarmsystem kontrolliert werden kann.

Bei Verwendung eines Trennkonzpts in Verbindung mit dem Belüftungssystem und bei einer Abschaltung (während des Zugangs zum Kammervolumen oder bei Türöffnung) oder einer Störungssituation des Belüftungssystem sollte die Kälteanlage ausgeschaltet werden und, sofern anwendbar, die Einrichtungen des Trennmechanismus geschlossen werden.

In Anhang B werden diese optionalen Schutzeinrichtungen beschrieben.

6.5.4 Kältemitteldetektoren

Sofern ein Kältemitteldetektor als Erkennungsmechanismus verwendet wird, sollte der Detektor die Anforderungen in EN 14624 und IEC 60079-29-2 erfüllen.

Die Zuverlässigkeit des Gasdetektors, einschließlich einer möglichen Detektorbeeinträchtigung aufgrund der Betriebsbedingungen und der Einwirkung sonstiger Chemikalien, sollte in der OMRA berücksichtigt werden.

Die Luftdichtheitsprüfung der Kammer unter 6.9.3 zur Messung des natürlichen Luftaustauschs sollte bei der Auslegung und der Genauigkeit des Detektors berücksichtigt werden.

Die Erkennung ausgetretenen Kältemittels erfordert Schutzmaßnahmen und die Auslösung eines Alarms.

B4. beschreibt diese optionale Einrichtung zur Kältemittelerkennung.

6.5.5 Bewertung der Oberflächentemperaturen

Heiße Oberflächentemperaturen über den Werten von HSIT, AIT, RTT können zu den unter 5.3 aufgelisteten Gefährdungen führen und müssen nach 5.5.5 in der OMRA berücksichtigt werden.

Die Beschränkung der Oberflächentemperatur muss auf den Ergebnissen der OMRA basieren.

In Falle von Zersetzungen müssen Gemische hinsichtlich der Eigenschaften ihrer Einzelkomponenten berücksichtigt werden.

ANMERKUNG In Übereinstimmung mit der thermischen Zersetzung und dem Entflammbarkeitsmerkmal von R1234yf oder Gemischen als eine Funktion der Feuchte, kann ein anderer Wert verwendet werden (siehe [1]).

6.5.6 Elektrische Komponenten

Das Innere des Kammervolumens des temperaturgeregelten Fahrzeugs ist nicht als Personen-Aufenthaltsbereich definiert. Es wird nicht davon ausgegangen, dass flüchtige Emissionen innerhalb des Kammervolumens eine entzündliche Atmosphäre erzeugen. Die Verifizierung dazu, dass im Laufe der Zeit keine entzündliche Atmosphäre entstehen kann, muss mittels einer Luftdichtheitsprüfung unter 6.9.3 erfolgen.

Als Vorsichtsmaßnahme um das Risiko im Zusammenhang mit ausgetretenem Kältemittel durch Unfallereignisse zu mindern, muss die Auswahl und Installation der elektrischen Ausrüstung im Kammervolumen mindestens für EPL Gc in Übereinstimmung mit IEC 60079-14 geeignet sein.

Nach IEC 60079-14 dürfen verschiedene Ausrüstungsarten in EPL Gc-Anwendungen verwendet werden. Manche Ausrüstungsarten stellen höhere Wartungsanforderungen zur Sicherstellung der Einhaltung der Explosionsschutzart als andere Arten und daher sollten die Wartungsfaktoren in der OMRA berücksichtigt werden.

Bei als Typ A2L klassifizierte Kältemittel müssen die in IEC 60335-2-40:2018 beschriebenen Anforderungen an elektrische SOIs erfüllt werden.

Bei Komponentenoberflächen, die ausgetretenen brennbaren Kältemitteln ausgesetzt sein können, muss die Temperaturgrenze mit 6.5.5 übereinstimmen.

6.6 Äußere elektrische Komponenten (Schaltschrank)

Der Standort des äußeren Schaltschranks sollte so gewählt werden, dass im Normalbetrieb oder bei einer Leckage kein austretendes Kältemittel in den äußeren Schaltschrank läuft oder sich dort ansammelt. Dies muss mithilfe einer Leckagesimulation oder einer Prüfung nach 6.9.2 nachgewiesen werden.

Sofern dies nicht durch Simulationen nachgewiesen oder geprüft werden kann, muss Folgendes gelten:

- die Anforderung aus IEC 60079-15:2010, Abschnitt 20 für schwadensichere Gehäuse oder
- die in IEC 60335-2-40 beschriebene Verifizierungsprüfung für flammendurchschlagsichere Gehäuse für 2L-Kältemittel.

ANMERKUNG 1 Komponenten und Geräte, die IEC 60079-15:2010, Abschnitt 16 bis Abschnitt 22 oder einer geltenden Norm entsprechen, die elektrische Komponenten für die Verwendung in Zone 2, wie in IEC 60079-14 definiert, geeignet macht, gelten nicht als Zündungsquellen.

ANMERKUNG 2 Für 2L-Kältemittel gelten elektrische Komponenten von Schaltgeräten und zur zulässigen Relaisöffnung sowie ähnliche Komponenten, die IEC 60335-2-40 entsprechen, nicht als Zündungsquellen.

Im Falle einer Leckage-Simulationsprüfung muss die Prüfung ein Szenario umfassen, in dem der ausgewählte Mechanismus zur Risikominderung, wie in Anhang B beschrieben aktiviert ist, sofern diese Mechanismen angewendet wurden.

6.7 Kältemittel-Füllmenge

Die Kältemittel-Füllmenge innerhalb des Kühlzyklus muss von Hersteller festgelegt werden und auf dem Typenschild sowie in den Betriebs- und Wartungsanleitungen angegeben werden.

Bei Anlagen mit verschiedenen Temperaturen dürfen die Rohrleitungen und Verdampfer für verschiedene Temperaturen nicht mit brennbarem Kältemittel vorbefüllt sein.

6.8 Alarmsystem

6.8.1 Allgemeines

Die TKA muss über ein Alarmsystem verfügen, das bei Kältemittelverlust oder Leckagen, die möglicherweise zu einer gefährlichen Situation führen, einen Alarm auslöst.

Das Alarmsystem muss im Zuge des Risikobeurteilungsprozess hinsichtlich der wirksamen Risikominderung unter das vertretbare Risikoniveau evaluiert werden. Es muss über einen Erkennungsmechanismus für

Kältemittelleckagen verfügen, der mehrere verschiedene Arten von Analysen, Messungen oder Erkennungsverfahren verarbeiten kann und Kältemittelleckagen anzeigen muss.

Das Alarmsystem sollte zudem den TRV-Fahrer oder eine autorisierte Person mithilfe einer hörbaren und/oder visuellen Anzeige alarmieren, sodass diese(r) in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Risikobeurteilung angemessene Maßnahmen ergreift. Der Alarm sollte in das allgemeine Alarmsystem der TKA, die sich im Fahrerraum des TRV befindet, integrierbar sein und beispielsweise über ein Fernkommunikationsgerät übermittelt werden. Auf dem Bedienfeld (Bildschirm) der TKA müssen zusätzliche Informationen und Anweisungen verfügbar sein, die angeben, welche Maßnahmen bei einem Alarm zu ergreifen sind.

Die Überwachung der Alarmsystemsignale kann über eine Funktion zur Erkennung von, durch flüchtige Emissionen oder kleine Leckagen ausgelöste, Füllmengenverlusten über eine längere Betriebsdauer verfügen, die zur vorbeugenden Wartung auffordert.

Das Alarmsystem sollte, wenn sich die TKA im Standby-Betrieb befindet oder ausgeschaltet ist, aktiviert bleiben; zum Beispiel, wenn der Verdampferlüfter vorübergehend angehalten wird, um einen starken Austausch aufbereiteter Luft bei geöffneter Tür zu vermeiden.

Genauere Informationen und Anweisungen zum Alarmsystem und dem Mechanismus zur Leckageerkennung müssen in der Betriebs- und Wartungsanleitung angegeben werden.

Die Spezifikationen des hörbaren und visuellen Alarmsystems müssen die Anforderungen des Eigentümers erfüllen können.

In B.7 sind zusätzliche Informationen enthalten.

6.8.2 Energie für das Alarmsystem

Die Energiequelle des Alarmsystems muss Teil der internen Stromversorgung des TRV oder der TKA sein.

Die Backup-Versorgung des Alarmsystems zur Leckageerkennung, z. B. bei ausgeschalteter TKA, muss über eine interne Stromversorgung erfolgen. Die Nennkapazität der Backup-Versorgung muss die Anforderungen des Eigentümers erfüllen können.

6.9 Prüfung

6.9.1 Allgemeines

Vor der Verwendung der TKA auf dem TRV müssen zunächst Prüfungen durchgeführt werden. Die Prüfungen müssen die spezifischen Betriebsbedingungen der auf dem TRV montierten TKA berücksichtigen.

Um die Übereinstimmung mit diesem Dokument nachzuweisen, ist eine Typenprüfung erforderlich.

Festigkeits-/Druckprüfungen für Komponenten müssen in Übereinstimmung mit EN 378-2:2016, 6.3.2 durchgeführt werden.

Die Systemdichtheit muss die Anforderungen von ISO 5149-2:2014, 4.4.3 erfüllen.

Sofern einer der in Anhang B angegebenen Mechanismen zur Risikominderung verwendet wird, sollte die ordnungsgemäße Funktion im Betrieb bis zum Ende der Lebensdauer in Übereinstimmung mit den in Anhang B dargelegten Prinzipien geprüft werden.

6.9.2 Prüfung des Sicherheitskonzepts und der Schutzeinrichtungen

Zur Validierung der Risikominderung durch die Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen, die zur Erreichung des vertretbaren Risikowerts vorgesehen sind, müssen Lastfreigabeprüfungen oder -simulationen durchgeführt werden.

Zur Unterstützung dieses Validierungsprozesses muss für die verschiedenen Kontrollvolumina (KV) der TKA und des TRV eine Beurteilung nach IEC 60079-10-1 durchgeführt werden. Zudem muss für das entsprechende KV eine SOI-Analyse nach EN 1127-1 durchgeführt werden.

Die Prüfung oder Simulation der Lastentladung muss durchgeführt werden, um die maximale Konzentration, den Umfang und die Bestandsdauer einer entzündlichen oder giftigen Atmosphäre zu evaluieren, die entstehen kann, falls Kältemittel in der isolierten Karosserie und/oder an Außenkomponenten und/oder außerhalb des TRV entsprechend den Prinzipien von IEC 60079-10-1 austritt. Die Arten der Kältemittelleckagen, wie in 3.31 definiert und Anhang C festgelegt, können für diese Prüfungen genutzt und für Prüfungen unter ungünstigsten Bedingungen in Betracht gezogen werden.

Die Prüfung oder Simulation sollte vom TKA-Hersteller in enger Zusammenarbeit mit dem TRV- oder Karosseriebauer durchgeführt werden. Die Ergebnisse sollten von anerkannten Experten besprochen, evaluiert und geprüft oder einer zuständigen Stelle zur Prüfung vorgelegt werden.

Der Zweck dieser Prüfung besteht darin, nachzuweisen, dass die in Betracht gezogenen Sicherheitskonzepte das Risiko für gefährliche Ereignisse vermindern können. Es muss nachgewiesen werden, dass das Ausmaß und die Häufigkeit durch die Sicherheitsmaßnahmen bedeutend vermindert werden, mit dem Ziel, vertretbare Risikowerte zu erreichen.

Für Austritte der Kältemittel von Typ A2L oder A2 müssen in den Prüfungen oder Simulationen die Zersetzung des Kältemittels und die Entstehung einer giftigen Atmosphäre auf heißen Oberflächen vor der Entzündung berücksichtigt werden.

ANMERKUNG Analytische und physikalische Prüfverfahren zur Evaluierung von Kältemittelkonzentrationen in Personen-Aufenthaltsbereichen (belegtes Kontrollvolumen) sind in SAE J2772 für mobile Klimaanlage zu finden.

6.9.3 Prüfung der Luftdichtheit des Kammervolumens zur Bestimmung der Verdünnung ausgetretenen Kältemittels

Aufgrund der verschiedenen Umgebungstemperaturen während des Betriebs und den Temperaturschwankungen im Kammervolumen, darf das Kammervolumen des TRV gegenüber der Umgebung nicht luftdicht sein.

Anhand dieser Überlegung und entsprechender Erfahrungen kann davon ausgegangen werden, dass Fahrzeugkarosserien hinsichtlich der Luftdichtheit vergleichsweise durchlässig sind. In Übereinstimmung mit den zu erfüllenden ATP-Anforderungen an die Dichtheit der isolierten Karosserie muss der unerwünschte Luftaustausch vom/zum Kühlfahrzeug so gut wie in der Praxis möglich verhindert werden. In diesem Spannungsfeld muss nachgewiesen werden, dass sich flüchtige Emissionen nicht im Innern des Kammervolumens ansammeln.

Als Nachweis muss die Prüfung in Anhang E durchgeführt werden.

ANMERKUNG 1 Das in SAE J2772 beschriebene Verfahren kann zur Evaluierung der Leckagesimulation und zur Schätzung der Verdünnung verwendet werden.

Die Bestimmung der Luftaustauschrate zwischen dem inneren Kammervolumen und der Außenluft muss nachweisen, dass die Außenluft, ausgehend von einem Leakage-Massenstrom von $< 1 \times 10^{-4}$ g/s mindestens zur Verdünnung flüchtiger Emissionen ausreicht. Die Konzentrationen im Innern des unbeladenen Kammervolumens dürfen nicht über 25 % der LFL des brennbaren Kältemittels liegen.

Die Prüfung im normativen Anhang E muss nach der finalen Montage sämtlicher Teile und nachdem alle Installationen und Wärmedämmbausätze verbaut sind durchgeführt werden.

Die Prüfung kann in Form einer Typenprüfung für eine TRV-Reihe durchgeführt werden.

Falls durch Erfahrung gezeigt werden kann, dass das innere Kammervolumen des Fahrzeugs eine Luftaustauschrate aufweist, bei der Leckagen mit einem Massenstrom von $< 1 \times 10^{-4}$ g/s verdünnt werden können, gilt dies als ausreichender Nachweis.

ANMERKUNG 2 Zur Evaluierung der Luftaustauschrate in Übereinstimmung mit dem Betriebs- und Ladeprofil des Fahrzeugs kann die Häufigkeit der Türöffnungen berücksichtigt werden.

6.9.4 Korrosionsprüfung

Innere und äußere Baugruppen, die brennbare Kältemittel enthalten, sollten zur Vermeidung von Korrosionslecks korrosionsbeständig sein.

Die Verdampfer- und Verflüssiger-Baugruppe sollte nach IEC 60068-2-52, ASTM G87-84, der Reihe ASTM G85 oder ASTM B117 oder Gleichwertigem geprüft werden, wobei der Einfluss eines Korrosionsangriffs durch Salznebel im Außenbereich und Korrosionsangriffen an Verdampfer-Baugruppen, die beispielsweise durch von den im Kammervolumen transportierten Waren ausgehenden Dämpfen ausgelöst werden können, betrachtet werden.

Die Prüfung gilt dann als bestanden, wenn nachgewiesen werden kann, dass der erforderliche Korrosionsschutz besteht und die Dichtheit unter solchen Bedingungen im Betrieb aufrechterhalten wird.

6.9.5 Schwingungsprüfung

Die Schwingungsprüfung muss nachweisen, dass unter dem Einfluss intern und extern ausgelöster Schwingungen keine Beschädigungen an kältemittelenthaltenden Teilen auftreten.

Die gesamte TKA muss nach IEC 60068-2-6 mit dem Schweregrad für Straßen- und Schienentransport geprüft werden (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3 — Empfohlene Werte für die Prüfung

Häufigkeit	Schwingweg/Beschleunigung	Durchlaufgeschwindigkeit
$2 \binom{+3}{0}$ Hz bis 13,2 Hz	±1 mm	Maximal 1 Oktave/Minute
13,2 Hz bis 100 Hz	0,7 g	Maximal 1 Oktave/Minute

Die Dauer der Prüfung beträgt unter Bedingungen ohne Resonanz 90 min bei 30 Hz.

Die Dauer der Prüfung beträgt bei jeder Resonanzfrequenz 90 min.

Kriterium für das Bestehen der Prüfung ist, dass kein Kältemittel aus dem System austreten darf und die Systemdichte nicht beeinträchtigt wird.

6.9.6 Schock- und Aufprallprüfung

Die äußeren und inneren kältemittelenthaltenden Komponenten der Kälteanlage müssen vor Stößen geschützt werden bzw. Stößen standhalten, die zu Funktionsschäden und Kältemittelleckagen führen können. Das Prüfverfahren muss in Übereinstimmung mit IEC 60068-2-75 durchgeführt werden. Die Aufprallprüfung sollte Beschleunigungen von mindestens 2 g in x-, y- und z-Richtung umfassen.

ANMERKUNG Das Ziel von Aufprallprüfungen besteht darin festzustellen, welchen bestimmten Aufprallintensitäten ein Probekörper standhalten kann. Sie bestehen darin, den Probekörper einer vorgeschriebenen Anzahl von Aufprallen auszusetzen, die durch ihre Aufprallenergie definiert sind und in den vorgeschriebenen Richtungen aufgebracht werden.

Bei Prüfungen zu kältemittelenthaltenden Außenkomponenten sollte der Hersteller die Eigenschaften oder das Verhalten des Probekörpers und die Stellen, an denen der Aufprall stattfinden sollte und an denen in der Praxis am wahrscheinlichsten Beschädigungen auftreten, angeben. Sofern nicht anders angegeben, sind die Stöße senkrecht zur geprüften Oberfläche auszuführen.

Die kältemittelenthaltenden Innenkomponenten müssen von einer Seitenwand oder einer Schutzeinrichtung geschützt werden, um den typischen Lastkräften standzuhalten. Zusätzliche Schutzmaßnahmen für kältemittelenthaltende Innenkomponenten gegen unfallartige Aufprälle, z. B. mithilfe eines Gabelstaplers, sind nicht erforderlich, sollten jedoch in der OMRA evaluiert werden.

Die Prüfung gilt als bestanden, wenn kein Kältemittelleck erkennbar ist und die Dichtheit der Kälteanlage unbeeinträchtigt ist.

6.9.7 Fertigungsabnahmeprüfung

Die Kälteanlage muss folgenden abschließenden Abnahmeprüfungen des Gesamtsystems unterzogen werden:

- Die Festigkeits-/Druckprüfung muss in Übereinstimmung mit EN 378-2:2016, 6.3.2 erfolgen;
- Die Systemdichtheit muss die Anforderungen nach ISO 5149-2:2014, 4.4.3 erfüllen;
- sämtliche Einrichtungen, die wie vom Sicherheitskonzept vorgegeben verwendet werden, müssen geprüft werden;
- Übereinstimmung mit diesem Dokument.

6.10 Kennzeichnung und Dokumentation

6.10.1 Allgemeines

Der Hersteller der Kälteanlage muss sämtliche nach bestehenden Normen, insbesondere EN 378-2, erforderlichen Informationen zur Verfügung stellen.

Die Kennzeichnung der TKA muss die Empfehlungen von 6.10.2 erfüllen. Weitere Anforderungen werden in Abschnitt 7 beschrieben.

Es liegt in der Verantwortung des Herstellers, sicherzustellen, die Prüfung der Kennzeichnung(en) und Position(en) durch eine anerkannte Klassifizierungsgesellschaft sicherzustellen.

6.10.2 Kennzeichnung

Auf der TKA und dem TRV müssen Warnzeichen angebracht werden. Warnzeichen sollten vor dem Auftreten folgender Elemente warnen:

- möglicherweise entzündliche Atmosphäre;
- brennbare Kältemittel.

An der/den Tür(en) des TRV müssen Rauchverbotszeichen und Verbotszeichen zu offenen Flammen angebracht sein. Auf der Außenseite der Türen müssen Warnhinweise angebracht werden, um darüber zu

informieren, dass unautorisierte Personen nicht eintreten sollten. Zudem sollten in der Nähe des Bedienfelds Warnhinweise angebracht sein, die den unautorisierten Betrieb des Systems verbieten.

Warnhinweise und relevante Symbole müssen mindestens an folgenden sichtbaren Stellen am der TKA und dem TRV angebracht sein:

- Sicherheitskennzeichnung;
- am/an den Verdichter(n), an Kältemittel-Versorgungsanschlüssen, an häufig ausgetauschten Ersatzteilen, die brennbares Kältemittel enthalten;
- Warnhinweise: an den Komponenten im Kammervolumen.

Zugangspunkte zur Wartung von Ausrüstung oder Komponenten der TKA müssen mit dem in Bild 1 gezeigten Flammensymbol gekennzeichnet sein.



Bild 1 — Graphisches Symbol ISO 7010-W021, Brennbare und entzündliche Materialien

6.10.3 Handbücher und Dokumentation

6.10.3.1 Allgemeines

Der Hersteller muss die erforderlichen Arbeiten für die sichere Verwendung und Handhabung von TKA mit brennbaren Kältemitteln festlegen.

Die Dokumentation sollte zusätzliche Informationen zu in der OMRA erkannten Risiken im Betrieb der auf dem TRV montierten TKA angeben. Im Handbuch und den Sicherheitsanweisungen sollten Beispiele gegeben werden. Die Beispiele sollten den korrekten und inkorrekten Betrieb und die korrekte und inkorrekte Verwendung beschreiben. Die Beschreibung sollte einfach und verständlich sein sowie Bilder und Skizzen umfassen.

6.10.3.2 Dokumentation

Die Dokumentation muss die Ergebnisse der Prüfungen des/der Schutzeinrichtung(en), wie unter 6.9 beschrieben, sowie die Ergebnisse der Risikobeurteilung, wie unter 5.4 beschrieben, umfassen.

6.10.3.3 Betriebs- und Wartungshandbuch

Der Hersteller sollte ein angemessenes Betriebs- und Wartungshandbuch, einschließlich Merkblättern und Sicherheitsanweisungen in der Hauptsprache der Branche zur Verfügung stellen.

Das Betriebs- und Wartungshandbuch sollte mindesten folgende Informationen enthalten:

- Zweck;
- Beschreibung der TKA und der Ausrüstung;
- Kältemittel-Typ und Füllmenge;
- Schematisches Diagramm und Schaltplan der Kälteanlage;
- Liste der spezifizierten Teile;
- Anweisungen zur An- und Abschaltung, zum Stillstand und zur Inspektion;
- auf der Anzeige der Anlage angezeigte Informationen, Informationen zum Kennzeichnungssystem;
- Instandhaltungsanweisungen;
- im Fall eines Alarms zu ergreifende Maßnahmen;
- Wartungs- und Reparaturverfahren nach einer Alarmanzeige oder Fehlfunktionen;
- Beschreibung zum Zusammenbau, zu Reparatur- und Instandhaltungsmaßnahmen, einschließlich der Entfernung und Rückgewinnung von Kältemittel;
- Liste von für die Reparatur und Instandhaltung geeigneten Werkzeugen und Ausrüstung, einschließlich Drehmomenten für Anschlüssen und Ventile;
- Informationen zur erforderlichen Art und Verwendung von PSA;
- Informationen zur Handhabung, Montage, Reinigung und Wartung;
- Informationen dazu, dass Kältemittel-Rohrleitungen bei Reparaturen am Fahrzeug oder der isolierten Karosserie nicht beschädigt werden dürfen;
- keine der Lüftungseinrichtungen und keiner der Luftschächte der TKA darf verstopft sein;
- Anweisungen zur Schaffung eines gut belüfteten Bereichs für Reparaturarbeiten an der Kälteanlage;
- spezifische Informationen zur erforderlichen Qualifikation von Arbeitspersonal für Wartungs-, Instandsetzungs- und Reparaturarbeiten;
- weitere Informationen zum Betrieb der TKA an verschiedenen Betriebsstätten, die in der Risikobeurteilung als grundlegend erkannt wurden;
- weitere Informationen zum Betrieb von und Anforderungen an Ausrüstung im Kammervolumen, wie Temperaturablesegeräte, Beleuchtung;
- Unfallschutzmaßnahmen.

Der Hersteller muss ein Leckageschema oder Löt- und Anschlussdiagramm der Kälteanlage zur Verfügung stellen.

6.11 Zertifizierung

Die in Abschnitt 6 beschriebenen Anforderungen und die angewandte(n) Schutzeinrichtung(en) sollten, wie jeweils relevant, für brennbare Kältemittel geprüft/zertifiziert werden.

Das Zertifikat für die TKA muss von einer benannten Stelle oder anderen, gleichwertigen akkreditierten Organisation für die Konformität von Straßenfahrzeugen und in Übereinstimmung mit der Druckgeräte-richtlinie ausgestellt werden.

7 Anforderungen an TKA-Hersteller zur Sicherstellung der sicheren Instandhaltung, Wartung, Reparatur

7.1 Allgemeines

Anforderungen an die Ausführung der Instandsetzung, Wartung, Reparatur und Rückgewinnung werden in Abschnitt 9 beschrieben. Im Gegensatz zu Abschnitt 9 beschreibt dieser Abschnitt die sicherheitsbezogenen Anforderungen für den TKA-Hersteller im Zuge des Konstruktionsprozesses.

Die Konstruktion der TKA muss so sein, dass die Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturanforderungen in EN 378-4:2016+A1:2019, Anhang E und der neuesten Version von IEC 60335-2-40 erfüllt werden können.

Im Folgenden werden zusätzliche Anforderungen beschrieben:

- Übermittlung von Instandhaltungs-, Wartungs- und Reparaturanweisungen;
- Übermittlung von Anweisungen zum Meldeprozess für Leckagen während des Betriebs;
- Sicherstellung des Zugangs und der Rückverfolgbarkeit von sicherheitsrelevanten Reparaturen;
- Sicherstellen, dass Sicherheitseinrichtungen geprüft werden können;
- Festlegung des erforderlichen Kompetenzniveaus des Personals;
- konstruktive Überlegungen zum Reparaturprozess hinsichtlich der Fehlervermeidung.

Der TKA-Hersteller muss die Risiken im Zusammenhang mit Reparaturarbeiten am TRV oder der isolierten Karosserie und Reparaturarbeiten an der TKA/Kälteanlage (wie Reparaturen an Leitungen, Komponentenwartung und Befüllung mit Kältemittel), in Übereinstimmung mit 5.5, im Zuge der OMRA ermitteln. Die Reparaturmaßnahmen sollten, hinsichtlich der besten Methode zur Verwendung brennbarer Kältemittel, auf Grundlage der OMRA-Ergebnisse entwickelt werden. Der Hersteller sollte diese Verfahren, wo relevant, im Betriebs- und Wartungshandbuch zur Verfügung stellen.

Zudem muss das Handbuch Informationen enthalten, die es dem verantwortlichen Betreiber des TRV ermöglichen, sicherzustellen, dass in jeder Serviceeinrichtung geeignete Verfahren zum Umgang mit TKA-Einheiten mit brennbarem Kältemittel in Kraft sind, einschließlich der Information, dass geltende lokale gesetzliche Regelungen beachtet werden müssen.

Der Hersteller sollte den verantwortlichen Betreiber mit allgemeinen Informationen zur Ausführung einer Risikobeurteilung am Standort unterstützen (siehe 8.2). Diese müssen Beispiele zur Evaluierung von Zonenausmaßen, in Abhängigkeit der Leckageeigenschaften an verschiedenen Betriebsstätten des verantwortlichen Betreibers, umfassen.

7.2 Bildungs- und Schulungsangebote

Mit der Instandhaltung, Wartung und Reparatur der TKA betrautes Personal sollte ordnungsgemäß geschult sein. Die Schulung sollte sicherstellen, dass alle Arten von Kälteanlagen bekannt sind und sämtliche Sicherheitsmaßnahmen verstanden werden.

Zur Unterstützung dieses Qualitätsprozesses sollte der Hersteller Bildungs- und Schulungsmaßnahmen für autorisierte Serviceeinrichtungen anbieten.

7.3 Wartungs- und Reparaturanweisungen

Der Hersteller muss:

- festlegen, dass Wartung und Reparatur ausschließlich von qualifiziertem und geschultem Personal durchgeführt werden sollten;

ANMERKUNG 1 Es liegt in der Verantwortung des Eigentümers und des Betreibers sicherzustellen, dass das Personal für die Arbeiten an der TKA, mittels Schulungen des Herstellers oder eines Drittanbieters, einschließlich der Verwendung von PSA qualifiziert und geschult ist. Siehe Abschnitt 9 mit näheren Angaben.

Für Reparaturen an der Kälteanlage muss das Personal ein dem unter der F-Gas-Verordnung (EU) Nr. 517/2014 erforderlichen Zertifikat entsprechendes Kompetenzniveau aufweisen. Siehe Abschnitt 9 mit näheren Angaben.

- Angeben, dass lokale Regelungen und Verordnungen zu Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten können;
- Anweisungen dazu geben, dass während Wartungen und nach Reparaturen folgende Aufgaben durchzuführen sind:
 - sämtliche Steuer- und Messgeräte, insbesondere Schutzeinrichtungen, einschließlich PSA und Alarmsysteme werden geprüft, um ihren korrekten Betrieb zu bestätigen;
 - an den entsprechenden Teilen der TKA müssen Leckageprüfungen durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2 SAE J2845 beschreibt Technikerschulungen für die Instandhaltung und Beherrschung von MAC-Systemen unter Verwendung von R1234yf und R744 und können als zusätzliche, vom TKA-Hersteller zu evaluierende Informationen genutzt werden.

Der Hersteller muss darlegen, dass bei einem Austausch nur vom Originalhersteller zugelassene Komponenten, einschließlich Steuerungssoftware, verwendet werden sollten. Komponentenänderungen und/oder Modifizierungen an der Kälteanlage sollten nicht erlaubt werden, sofern sie nicht vom OEM autorisiert wurden.

Sämtliche elektrischen Installationen, einschließlich Software müssen so ausgelegt sein, dass sie den verantwortlichen Betreiber bei der Erkennung und Montage ausschließlich zugelassener Ersatzteile unterstützen. Zertifizierte Teile, einschließlich Software, können dahingehend markiert und gekennzeichnet werden, dass der Austausch durch ungeeignete Teile untersagt ist.

7.4 Bereitstellung von Sicherheitsanweisungen

Für alle unter 6.8 und 8.7 beschriebenen Alarmereignissen müssen die relevanten Sicherheitsanweisungen angegeben werden.

Der TKA-Hersteller muss die folgenden Sicherheitshinweise zur Verfügung stellen:

- Erläuterungen zu Warnalarmen und -symbolen (beispielsweise zur Gefahrenquelle) und Beispiele für beste Verfahren zur Vermeidung von Ausfällen und Unfällen;
- Informationen zu möglichen Defektursachen und zu ergreifenden Maßnahmen, wie Anweisungen zu Leckageprüfung und Leckagenerkennung;
- Verweisungen auf Schutzmaßnahmen, Verwendung von PSA, Erste-Hilfe-Maßnahmen und Verfahren unter Notfallbedingungen (wie im Falle eines Lecks, der Zersetzung von Fluor-Kältemitteln sowie der Entstehung giftiger Atmosphären, eines Brands und einer Explosion);
- Erläuterungen zu im Alarmfall zu ergreifenden Maßnahmen;
- Kontaktinformationen kompetenter Wartungstechniker für den Falle einer Leckage oder eines Ausfalls;
- Beschreibung der Funktionen und der Wartung von Schutzeinrichtungen;
- Befüllung mit und Rückgewinnung von Kältemittel;
- Handhabung von Kältemittel und entsprechende Gefährdungen;
- Entsorgung brennbarer Kältemittel;
- Entsorgung brennbarer flüssiger Ölgemische.

7.5 Bereitstellung einer Selbstüberprüfung

Der Hersteller muss eine konstruktionsinterne Selbstüberprüfung zur Verfügung stellen, die in Übereinstimmung mit dem Sicherheitskonzept nach der Inbetriebnahme automatisch ausgeführt wird. Der Zweck der Selbstüberprüfung ist es, die Funktion der relevanten Sicherheitseinrichtung(en), Steuer- und Messgeräte sowie der Alarmsysteme zu prüfen.

Die Selbstüberprüfung muss eine Prüfung auf Minderung der Kältemittel-Füllmenge umfassen.

Die Prüfung sollte sicherstellen, dass bei Erkennung einer Komponentenstörung ein Alarm mit weiteren Anweisungen ausgelöst wird.

8 Sicherer Betrieb an verschiedenen Betriebsstätten

8.1 Allgemeines

Die vom Hersteller angegebenen Anweisungen müssen beim Betrieb an allen Betriebsstätten und bei der Instandhaltung, Wartung Reparatur und Außerbetriebnahme der TKA befolgt werden.

Der Hersteller überträgt die Verantwortlichkeiten für die TKA entsprechend den Vertragsbedingungen zwischen den Parteien auf den verantwortlichen Betreiber, der die TKA in Betrieb nimmt.

Der verantwortliche Betreiber des TRV übernimmt darüber der hinaus die Verantwortlichkeiten des Herstellers, wenn:

- die vorgesehene Funktion der bereits im EU-Markt in Verkehr gebrachten Einrichtung geändert wird; oder
- die technischen Einzelheiten geändert werden, insbesondere im Hinblick auf das Sicherheitskonzept und die damit verbundenen Risikominderungsmaßnahmen; oder

- die Konformität beeinträchtigt ist, weil die für die Einrichtung bereitgestellte Anleitung nicht eingehalten wurden.

Zusätzliche allgemeine Empfehlungen, einschließlich Anforderungen an die Durchführung einer Risikobeurteilung sind in CEN/TS 17607 zum Betrieb, zur Instandhaltung, Wartung, Reparatur und Außerbetriebnahme stationärer, brennbare Kältemittel enthaltenden Kühlanlagen, Klimaanlage und Wärmepumpenausrüstung zu finden.

Es gibt keine Anforderungen für den Normalbetrieb der auf einem TRV montierten TKA, die die flüchtigen Emissionen an jeglicher der Betriebsstätten berücksichtigen. Daher sind für den Normalbetrieb der TKA keine zusätzlichen Anforderungen an die Lüftung erforderlich, da die flüchtigen Emissionen der TKA aufgrund der Lüftungsbedingungen in der Umgebung um das TRV, nämlich im Freien, gut belüftet oder nicht gut belüftet, ausreichend verdünnt werden.

Wie unter 5.1 beschrieben, entstehen die Risiken im Zusammenhang mit der Verwendung brennbarer Kältemittel als Arbeitsfluide ausschließlich durch Leckagen. Daher muss der verantwortliche Betreiber eines Standorts, basierend auf den Betriebserfahrungen, -Prozessen oder -bedingungen des TRV, Kältemittelleckagen bei der Risikobeurteilung berücksichtigen. Für die Evaluierung müssen die Anforderungen an die Leckagencharakterisierung unter 5.5.3 verwendet werden. Beispiele für Kältemittelleckagen, Massenströme und Ablasszeiten sind auch in Anhang C angegeben. Der verantwortliche Betreiber muss mithilfe der Leckagemerkmale eine Risikobeurteilung hinsichtlich des TKA-Betriebs, einschließlich der TRV-Funktionen, durchführen.

Er muss die vom TKA-Hersteller zur Verfügung gestellten, entsprechenden Ergebnisse der, unter 5.5 beschriebenen, OMRA im Zuge seiner eigenen Risikobewertung für den Betrieb des TRV auswerten und muss den TKA-Hersteller über eventuelle Zusatzrisiken, die nicht in der OMRA enthalten sind, informieren.

Die folgenden Informationen und Empfehlungen sowie die in Anhang C enthaltenen Informationen dienen als Hilfe für die Beurteilung. Das Kontrollvolumenkonzept für die TKA und das Fahrzeug (TRV), wie unter 5.5.4 beschrieben, kann übernommen und auf die Betriebsstätten ausgeweitet werden.

Betriebsstätten, an denen auf einem TRV montierte TKA mit brennbaren Kältemitteln verwendet werden, sollten so betrieben und gewartet werden, dass jegliches Austreten von brennbarem Kältemittel und folglich das Ausmaß gefährlicher Bereiche bei unfallartigem Austreten, hinsichtlich der Häufigkeit, Dauer und Austrittsmenge auf einem Minimum gehalten werden.

Für andere Aktivitäten als den Normalbetrieb, z. B. die Abnahme oder nicht routinemäßige Wartung, einschließlich der Öffnung der Kälteanlage zur Reparatur, ist die Einteilung von Bereichen möglicherweise nicht gültig. Nach IEC 60079-10-1 wird davon ausgegangen, dass andere Aktivitäten als der Normalbetrieb in einem sicheren Arbeitssystem durchgeführt werden. Die Einteilung von Bereichen sollte jegliche Routinewartungen berücksichtigen und kann für die Zeit, in der diese Arbeiten durchgeführt werden, zur Festlegung einer vorübergehend gefährlichen Atmosphäre führen.

Als Grundlage können Sicherheitsrichtlinien und Risikobeurteilungen für den Betrieb von auf TRV montierten TKA mit nicht brennbarem Kältemittel verwendet werden, die um die speziellen oder zusätzlichen Aspekte im Zusammenhang mit der Entflammbarkeit des Kältemittels ergänzt werden müssen. Die folgenden Abschnitte dieses Kapitels behandeln derartige Aspekte.

Die Risikobeurteilung des verantwortlichen Betreibers muss den bestimmungsgemäßen Gebrauch, vernünftigerweise vorhersehbare Fehlanwendungen sowie, falls anwendbar, den stationären Betrieb umfassen.

ANMERKUNG 1 Für den Normalbetrieb von auf TRV montierten TKA wird hinsichtlich der Entflammbarkeit von keinen gefährlichen Bereichen außerhalb der Standfläche des Fahrzeugs ausgegangen.