

DIN EN 17893



ICS 27.200; 43.080.10; 71.100.45

**Anforderungen und Risikoanalyseverfahren für
temperaturkontrollierende Anlagen für den Straßentransport von
temperaturempfindlichen Gütern, die mit brennbaren Kältemitteln
betrieben werden;
Deutsche Fassung EN 17893:2024**

Thermal road vehicles –
Temperature-controlled systems using flammable refrigerants for transport of goods –
Requirements and risk analysis process;
German version EN 17893:2024

Véhicules routiers réfrigérés –
Systèmes sous contrôle de température utilisant des fluides frigorigènes inflammables pour
le transport de marchandises –
Exigences et processus d'analyse des risques;
Version allemande EN 17893:2024

Gesamtumfang 91 Seiten

DIN-Normenausschuss Kältetechnik (FNKä)

Nationales Vorwort

Das Dokument EN 17893:2024 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 413 „Wärmege­dämmte Transportmittel für temperaturempfindliche Produkte mit oder ohne Kühl- und/oder Heizeinrichtung“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

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

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

IEC 60068-2-52	siehe	DIN EN IEC 60068-2-52
IEC 60079-10-1:2020	siehe	DIN EN IEC 60079-10-1:2022-02
IEC 60079-15:2020	siehe	DIN EN 60079-15:2020-03
IEC 60079-29-1	siehe	DIN EN 60079-29-1
IEC 60079-29-2	siehe	DIN EN 60079-29-2
IEC 60812	siehe	DIN EN 60812
IEC 61025	siehe	DIN EN 61025
IEC 62502	siehe	DIN EN 62502

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 60079-15:2020-03, *Explosionsfähige Atmosphäre — Teil 15: Geräteschutz durch Zündschutzart „n“* (IEC 60079-15:2017) Deutsche Fassung EN 60079-15:2019

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 60812, *Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen — Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA)*

DIN EN 61025, *Fehlzustandsbaumanalyse*

DIN EN 62502, *Verfahren zur Analyse der Zuverlässigkeit — Ereignisbaumanalyse (ETA)*

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

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*

- Leerseite -

Deutsche Fassung

Anforderungen und Risikoanalyseverfahren für
temperaturkontrollierende Anlagen für den Straßentransport
von temperaturempfindlichen Gütern, die mit brennbaren
Kältemitteln betrieben werden

Thermal road vehicles —
Temperature-controlled systems using flammable
refrigerants for transport of goods —
Requirements and risk analysis process

Véhicules routiers réfrigérés —
Systèmes sous contrôle de température utilisant des
fluides frigorigènes inflammables
pour le transport de marchandises —
Exigences et processus d'analyse des risques

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 8. April 2024 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Symbole und Abkürzungen	18
5 Risikobewertung	19
5.1 Allgemeines	19
5.1.1 Allgemeine Anforderungen	19
5.1.2 Sicherheitsprinzipien	20
5.1.3 Sicherheitskonzept	20
5.2 Eigenschaften von brennbaren Kältemittel	21
5.3 Signifikante Gefährdungen	21
5.4 Schutz vor Gefährdungen	22
5.4.1 Schutz vor Brand-, Flammenausbreitungs- und 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	25
5.5.4 Kontrollvolumen	26
5.5.5 Risikobeurteilung für brennbare Kältemittel	26
5.6 Vertretbares Risiko	27
5.6.1 Allgemeines	27
5.6.2 Risikominderung	27
5.6.3 Vertretbare Risikokriterien	28
5.7 Auditierung und Wirksamkeitsprüfung von Sicherheitskonzepten	29
6 Anforderungen an die Auslegung und Konstruktion der TKA	30
6.1 Allgemeines	30
6.2 Komponenten und Rohrleitungen von Kälteanlagen mit brennbarem Kältemittel	30
6.2.1 Allgemeines	30
6.2.2 Entlastungseinrichtungen bei externen Bränden	31
6.3 Montage der TKA auf dem Transporter, LKW oder Anhänger	31
6.4 Innenausstattung des Kammervolumens	32
6.4.1 Allgemeines	32
6.4.2 Wärmeübertrager im Kammerinneren	32
6.4.3 Lüftung innerhalb des Kammervolumens	33
6.4.4 Kältemitteldetektoren	33
6.4.5 Bewertung der Oberflächentemperaturen	34
6.4.6 Elektrische Komponenten	34
6.5 Äußere elektrische Komponenten (Schaltschrank)	34
6.6 Kältemittel-Füllmenge	35
6.7 Alarmsystem	35
6.7.1 Allgemeines	35
6.7.2 Energie für das Alarmsystem	35
6.8 Prüfung	36
6.8.1 Allgemeines	36
6.8.2 Prüfung des Sicherheitskonzepts und der Schutzeinrichtungen	36
6.8.3 Prüfung der Luftdichtheit des Kammervolumens zur Bestimmung der Verdünnung ausgetretenen Kältemittels	36
6.8.4 Korrosionsprüfung	37

6.8.5	Schwingungsprüfung	37
6.8.6	Schock- und Aufprallprüfung	38
6.8.7	Abschließende Systemprüfung vor Inbetriebnahme	38
6.9	Kennzeichnung und Dokumentation	38
6.9.1	Allgemeines	38
6.9.2	Kennzeichnung	39
6.9.3	Handbücher und Dokumentation	39
7	Anforderungen an TKA-Hersteller zur Sicherstellung der sicheren Instandhaltung, Wartung, Reparatur	41
7.1	Allgemeines	41
7.2	Bildungs- und Schulungsangebote	41
7.3	Wartungs- und Reparaturanweisungen	42
7.4	Bereitstellung von Sicherheitsanweisungen	42
7.5	Bereitstellung einer Selbstüberprüfung	43
8	Sicherer Betrieb an verschiedenen Betriebsstätten	43
8.1	Allgemeines	43
8.2	Betriebsstätten	45
8.3	Signifikante Gefährdungen an Betriebsstätten	47
8.4	Lüftungsbedingungen an Betriebsstätten	48
8.4.1	Allgemeines	48
8.4.2	Anforderungen an den Betrieb im Freien	48
8.4.3	Anforderungen an den Betrieb in gut belüfteten Bereichen	49
8.4.4	Anforderungen an den Betrieb in nicht gut belüfteten Bereichen	49
8.4.5	Betrieb in nicht belüfteten Bereichen	49
8.5	Anforderungen an Türöffnungen und das Be- und Entladen von Waren	50
8.6	Elektrische Installationen an Betriebsstätten	51
8.7	Betreiberanweisungen zum Umgang mit Alarmen	51
8.8	Unfälle	52
8.8.1	Allgemeines	52
8.8.2	Maßnahmen zum Unfallschutz	52
8.8.3	Maßnahmen nach Unfällen	53
8.9	Betriebsanleitungen, Handbücher, Richtlinien an Betriebsstätten	53
9	Wartungsempfehlungen und -anforderungen an Betriebsstätten	54
9.1	Allgemeines	54
9.2	Betriebsstätten mit Instandhaltungsarbeiten	54
9.2.1	Allgemeines	54
9.2.2	Allgemeine Anforderungen	55
9.2.3	Unterweisung des Personals	55
9.2.4	Allgemeine Fehlervermeidung	56
9.3	Montage der TKA am Fahrzeug und im Kammervolumen	56
9.4	Reparatur und Wartung am Fahrzeug oder der Karosserie	56
9.5	Reparatur und Wartung an der TKA, einschließlich Reparaturen an der Kälteanlage	57
9.5.1	Allgemeines	57
9.5.2	Unterweisung des Personals	57
9.5.3	Anforderungen an den Arbeitsbereich	58
9.5.4	Inspektion	58
9.5.5	Anzeige von Systemfehlern	59
9.5.6	Maßnahmen und Verfahren für die Kälteanlagenreparatur	59
9.5.7	Werkzeuge und Ausrüstung	62
9.5.8	Prüfung nach der Reparatur	63
9.5.9	Fehlervermeidung bei Wartung und Reparatur der Kälteanlage	63
9.5.10	Dokumentation	63
9.6	Handhabung, Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung von Kältemittel	64
10	Außerbetriebnahme der TKA	64
Anhang A (informativ)	Kontrollvolumen-Spezifikationen für TSF	65
Anhang B (informativ)	Beschreibung von Mechanismen zur Risikominderung	68
B.1	Allgemeines	68

B.2	Zoneneinteilungskonzept mit Wärmeübertrager	68
B.3	Indirekter Wärmeübertrager	68
B.4	Trennmechanismus des Wärmeübertragers, Absperreinrichtungen	69
B.5	Lüftungsmechanismus	70
B.5.1	Allgemeines	70
B.5.2	Äußerer Lüftungsmechanismus	70
B.5.3	Innerer Lüftungsmechanismus	71
B.6	Kältemittelerkennung	71
B.7	Alarmsystem	71
B.7.1	Allgemeines	71
B.7.2	Alarmarten	72
B.7.3	Optischer und hörbarer Alarm bei Kältemittelleckagen	72
B.7.4	Maßnahmen des Alarmsystems	73
Anhang C	(normativ) Informationen zu Leckagearten und Leck-Massenströmen	74
Anhang D	(normativ) Nützliche Gleichungen zur Berechnung der Umgebungslüftung	77
D.1	Allgemeines	77
D.2	Verdünnung einer ausgetretenen brennbaren Substanz mit Luft	77
D.3	Zusätzliche Beispiele	79
D.3.1	Kleines Volumen im Freien	79
D.3.2	Nicht belüftetes Gehäuse	79
Anhang E	(normativ) Tracergasmessung zur Bestimmung der Luftaustauschrate	81
E.1	Allgemeines	81
E.2	Tracergasmessung mit CO ₂	82
E.3	Erforderliche Luftaustauschrate zur Verdünnung ausgetretenen Kältemittels im Kammervolumen	83
Anhang F	(informativ) Typische Zündquellen für die Risikobeurteilung von TKA	84
Anhang G	(informativ) Beispielfahrplan für die Risikobeurteilung	85
Literaturhinweise		86

Bilder

Bild 1	— Graphisches Symbol EN ISO 7010-W021, Warnung, brennbares Material	39
Bild A.1	— CV für Transporter mit direkt angetriebenem Verdichter	66
Bild A.2	— CV für Transporter mit von der Lichtmaschine oder dem Generator angetriebenem Verdichter	66
Bild A.3	— CV für LKW mit vorne montierter Einheit	66
Bild A.4	— CV für LKW mit unten montierter Einheit	67
Bild A.5	— CV für Anhänger mit vorne montierter Einheit	67
Bild A.6	— CV für Anhänger mit unten montierter Einheit	67
Bild B.1	— Beispiel für ein Zoneneinteilungskonzept	68
Bild B.2	— Beispiel für ein indirektes System	69
Bild B.3	— Beispiel für die Verdampfertrennung und die Lage der Absperreinrichtungen	70
Bild D.1	— CV zur Berechnung der Umgebungslüftung	78
Bild G.1	— Beispiel für die Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten für ein gefährliches Ereignis und der Schwere des Schadens aufgrund eines Leckageereignisses im Kammervolumen bei geschlossener Tür	85

Tabellen

Tabelle 1	— Mögliche Zustände und Ereignisse infolge von Betriebsmodi, Örtlichkeiten, Belegungen, Frachtbedingungen und mögliche Kombinationen	24
Tabelle 2	— Risikomatrix und Abnahmekriterien	29
Tabelle 3	— Empfohlene Werte für die Prüfung	37

Tabelle 4 — Identifizierung relevanter Empfehlungen für verantwortliche Betreiber für Betriebsstätten im Hinblick auf die Umgebungslüftung	45
Tabelle C.1 — Klassifizierung von Leckarten nach Ort, Leckrate und Häufigkeit für die typische TKA; die Freisetzungszeit wird für eine Befüllung mit 7 000 g (repräsentativ für LKW- oder Anhängeranlagen) und eine Befüllung mit 2 000 g (repräsentativ für Transporteranlagen), Befüllungen mit A2L-Kältemittel (z. B. R454C) und mit 20 % im Kreis verbleibender Füllung berechnet (die Daten in der Tabelle wurden ISO 20854 entnommen)	75
Tabelle C.2 — Klassifizierung von Leckarten nach Ort, Leckrate und Häufigkeit für die typische TKA; die Freisetzungszeit wird für eine Befüllung mit 3 500 g (repräsentativ für LKW- oder Anhängeranlagen) und eine Befüllung mit 1 000 g (repräsentativ für Transporteranlagen), Befüllungen mit A3-Kältemittel (z. B. R290) und mit 20 % im Kreis verbleibender Füllung berechnet (die Daten in der Tabelle wurden ISO 20854 entnommen)	76
Tabelle D.1 — Lüftungsumgebungen in kleinen CV für die erforderliche Lüftungsrate und den Austausch durch Frischluft bei ausgetretenem Kältemittel R290 mit einem Sicherheitsbeiwert von 4 ($k = 0,25$), unter Verwendung des Verfahrens aus IEC 60079-10-1:2015, Anhang J	79
Tabelle F.1 — Typische Zündquellen (unvollständig) zur Beachtung bei der OMRA	84

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17893:2024) 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.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrages erarbeitet, den die Europäische Kommission CEN erteilt hat. Der Ständige Ausschuss der EFTA-Staaten genehmigt anschließend diese Aufträge für die Mitgliedsstaaten.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Viele Jahre lang waren Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) die bevorzugt verwendeten Kältemittel bei Kälteanlagen in LKW und Fahrzeuganhängern und Transportern (TSF). Die Verwendung dieser Kältemittel wird jedoch, aufgrund ihres Beitrags zur Erderwärmung, als inakzeptabel angesehen. Die Richtlinie (EU) Nr. 517/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates verhängt Maßnahmen zur Einschränkung der Verwendung von FKW, um die Emission dieser Fluorgase zu senken und den Einfluss ihrer Verwendung auf den Klimawandel zu mindern. Die Verwendung von FKW ist in sämtlichen EU-Mitgliedsstaaten, dem Vereinigten Königreich sowie in EFTA-Ländern reguliert und die Verwendung dieser Fluorgase soll auslaufen.

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 gebracht haben. Die Verwendung dieser brennbaren Kältemittel in Transportkälteanlagen (TKA) kann 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 erarbeitet, um die sichere Verwendung von brennbaren Kältemitteln in den TKA zu ermöglichen. Dieses Dokument ermöglicht Systemherstellern, Eigentümern und Bedienern, die Risiken in Verbindung mit dem Betrieb, insbesondere für Wartung und Reparatur, zu verstehen und zu validieren. Dieses Dokument liefert Anforderungen und Methodik für ein ausreichendes Sicherheitsniveau.

Für TSF ergänzt dieses Dokument EN 378 (alle Teile) mit spezifischen zusätzlichen Anforderungen. Es liefert die Mindestanforderungen für einen risikobasierten Ansatz zur Minderung der Bedrohung für Personen, Vermögensgegenstände und die Umwelt.

Die Arbeitsgruppe, die dieses Dokument verfasst hat, setzte sich aus Vertretern von Kälteanlagenherstellern, Karosseriebauern des Kühlfahrzeugs, notifzierten Stellen, 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 der Kälteanlage (sofern nicht in EN 378-2 festgelegt);
- Betrieb;
 - in allen voraussichtlichen Betriebsmodi und -orten;
 - einschließlich andauerndem Leerlauf im Stillstand;
- Instandhaltung, Wartung und Außerbetriebnahme;
- 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 definiert 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 möglicher Sicherheitskonzepte und Schutzeinrichtungen innerhalb des OMRA-Prozesses, einschließlich Ladungsfreigabeprüfungen, Simulation und Funktionsprüfungen der zugehörigen Schutzausrüstung;
- an Prüfungen im Zusammenhang mit der Anwendung;
- unter Verwendung von Methodiken zum Erreichen vertretbarer Risikowerte.

Mobile Klimaanlage in Fahrzeugen sind Gegenstand von ISO 13043 und gekühlte Behälter nach ISO 20854 sind ausgenommen.

Dieses Dokument darf für Kältemittel der Klasse „B“ verwendet werden, vorausgesetzt, dass OMRA angepasst wird, um deren spezifische Eigenschaften zu berücksichtigen.

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 378-1:2016+A1:2020, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 1: Grundlegende Anforderungen, Begriffe, Klassifikationen und Auswahlkriterien*

EN 378-2:2016, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 2: Konstruktion, Herstellung, Prüfung, Kennzeichnung und Dokumentation*

EN 378-4:2016+A1:2019, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen — Teil 4: Betrieb, Instandhaltung, Instandsetzung und Rückgewinnung*

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

EN 1736:2008, *Kälteanlagen und Wärmepumpen — Flexible Rohrleitungsteile, Schwingungsabsorber, Kompensatoren und Nichtmetall-Schläuche — Anforderungen, Konstruktion und Einbau*

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

EN ISO 7010:2020, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2019, korrigierte Fassung 2020-06)*

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

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

EN 60068-2-75, *Umgebungseinflüsse — Teil 2-75: Prüfverfahren — Prüfung Eh: Hammerprüfungen (IEC 60068-2-75)*

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

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

IEC 60079-15:2020, *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 817:2014, *Refrigerants — Designation and safety classification*

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:

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

3.1

Lüftungsleitung

Verbindung zwischen einem inneren Raumvolumen und einem äußeren und/oder anderem Raumvolumen 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 bei Fehlfunktionen oder austretendem Kältemittel ein Warnsignal abgeben kann

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 errichtet werden, siehe EN 17066-1:2019, 3.1.8.

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

3.5

Verflüssigerraum

Raum an der Außenseite der TKA, in dem sich der Verflüssiger der Verflüssigerventilator 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 Verflüssigerbereich entspricht dem in Anhang A beschriebenen Kontrollvolumen I.

3.6

Kontrollvolumen

CV, en: control volume

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 und/oder spezifische Komponentenräume begrenzt sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine Beschreibung der CV ist in Anhang A enthalten.

3.7

erweiterte Dichtheit

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Flüchtige Emissionen (siehe 3.31.1) werden in dieser Anwendung als Lecks betrachtet, die zu keinen signifikanten Gefährdungen nach EN ISO 12100:2010, 3.8, führen.

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

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

[QUELLE: EN 1127-1:2019, 3.2, modifiziert – Die Begriffe „Kältemittel“ und „im Kreis“ sowie Anmerkung 1, Anmerkung 2 und Anmerkung 3 zum Begriff wurden hinzugefügt.]

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 D 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 CV III (siehe Anhang A).

3.10

externe Stromversorgung

am Netz oder einem unabhängigen Generator angeschlossen

3.11

Art der Fehlfunktion

3.11.1

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 unerwartete Korrosion, die zu einem Aus-

treten 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]

3.11.2

katastrophale Fehlfunktion

vernünftigerweise nicht vorhersehbares Ereignis, dass die Auslegungsparameter der TKA und des Steuersystems übersteigt und zu einem unfallartigen Austreten brennbarer Kältemittel 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.]

3.12

entflammbare Atmosphäre

Mischung aus Luft unter atmosphärischen Bedingungen, mit entflammbaren Kältemittel 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

Explosionsgrenze

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

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 ersetzt.]

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.]

3.14

brennbares Kältemittel

Kältemittel mit einer Klassifizierung der Klasse 2L, 2 oder 3 in Übereinstimmung mit der Klassifizierung aus ISO 817:2014

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, bei 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 dürfen folgende Werte verwendet werden: $RTT_{est} = T_z - 100\text{ °C}$.

3.14.3

Entzündungstemperatur heißer Oberflächen

HSIT, en: hot surface ignition temperature

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

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

3.15

brennbare Substanz

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

kurzzeitig gefährlicher Bereich in Folge einer abnormalen oder unfallartigen Leckage

3.17

innen eingebaute Komponente

Komponente der Kälteanlage, die sich innerhalb des isolierten Raumvolumens befindet (3.4)

3.18

bestimmungsgemäße Verwendung

Verwendung der Transportkälteanlage (TKA) in Übereinstimmung mit den in der Gebrauchsanleitung angegebenen Benutzerinformationen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die bestimmungsgemäße Verwendung umfasst alle unter 5.5.2 beschriebenen Betriebsmodi.

[QUELLE: EN ISO 12100:2010, 3.23, modifiziert – Die Wörter „einer Maschine“ wurden durch „der TKA“ ersetzt und Anmerkung 1 zum Begriff 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 die Ein- und Abschaltbedingungen sowie, falls zutreffend, „aus“, „ein“, Kühlen, Abtauen und Heizen.

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.

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

3.18.2

stationärer Betrieb

Verwendung des 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

Beladen/Entladen

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

3.20

Kammervolumen mit verschiedenen Temperaturen

Frachtraum, der durch isolierte Trennwände in zwei oder mehr Kammern unterteilt und mit einer Kühl- und/oder Heizeinrichtung zur Aufrechterhaltung verschiedener Temperaturen ausgestattet ist

3.21

nicht belegter Raum

Raumvolumen, das für erhebliche Zeiträume von keiner Person belegt ist“

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

3.22

Straßenbetrieb

Betrieb der Kühl- und/oder Heizeinrichtung mithilfe einer unabhängigen Stromquelle oder der vom Fahrzeug gelieferten mechanischen oder elektrischen Leistung

3.23

Betriebsstätte

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

3.24

Betriebsmodus

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

3.25

Risikobeurteilung des Betriebsmodus

OMRA, en: operational mode risk assessment

Gesamtprozess aus Risikoanalyse und Risikobeurteilung einer TKA in verschiedenen Betriebsmodi

3.26

außen angebrachte Komponente

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

3.27

Trennwand

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

3.28

persönliche Schutzausrüstung

PSA

Ausrüstung, die Technikern ein sicheres Arbeiten mit brennbaren Kältemitteln ermöglicht

3.29

Stromversorgung

Bedingung, bei der die Transportkälteanlage (TKA) von einer Energiequelle, einem Motor, Generator oder einer Batterie angetrieben wird

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

3.30

Erkennungssystem für Kältemittelleckagen

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

3.31

Art der Kältemittelleckage

Tabelle C.1 und Tabelle C.2 enthalten 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 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

unfallartige Bruchleckagen

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

für TKA vorgesehenes System zur Aufrechterhaltung einer gewünschten Temperatur innerhalb des isolierten Raumvolumen, bestehend aus einem Gasverdichtungs-Kühlkreis, in dem ein Kältemittel als Arbeitsfluid verwendet wird

3.33

Reparatur der Kälteanlage

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

3.34

verantwortlicher Betreiber

Person, juristische Person/Firma oder Arbeitnehmer, dem die Betriebssteuerung des thermischen Straßenfahrzeugs (TSF), einschließlich der Transportkälteanlage (TKA) zu jeder Zeit obliegt, dies umfasst u. a. Fahrer, Reparatur- und Lagerbetreiber, Transportunternehmer

3.35

Sicherheitskonzept

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

3.36

Servicezugangsstelle

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

3.37

Servicestützpunkt

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

3.38

Absperreinrichtung

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

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

thermisches Straßenfahrzeug

TSF, en: thermal road vehicle

wärmegeämmtes und temperaturgeregeltes Transportmittel

Anmerkung 1 zum Begriff: Verschiedene Fahrzeugarten werden in der Richtlinie EU 168/2013 und Verordnung 2007/46/EG beschrieben.

3.40.1

LKW

Fahrzeug (LKW) mit einer montierten Transportkälteanlage (TKA) und einem isolierten Raumvolumen, das zum temperaturgeregelten Warentransport mit mindestens einer gekühlten oder beheizten Kammer verwendet wird

3.40.2

Anhänger

nicht selbstangetriebenes Fahrzeug mit einer montierten Transportkälteanlage (TKA) und einem integrierten isolierten Raumvolumen, das zum temperaturgeregelten Warentransport mit mindestens einer gekühlten oder beheizten Kammer verwendet wird

3.40.3

LCV, en: light commercial vehicle

leichtes Nutzfahrzeug

Fahrzeug (wie ein Transporter) mit integrierter Wärmedämmung zum Transport von Waren, bei dem das isolierte Raumvolumen und der Laderaum thermisch von der Fahrerkabine abgetrennt sind

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

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 Kältemitteln 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 Wärmeübertragers und Wärmeverteilung mithilfe eines Verflüssigers oder beheizten Wärmeübertragers

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

3.43

Lüftungsmechanismus

Mittel zum Austausch des Luftvolumens

3.44

Belüftung

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

3.44.1

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).

3.44.2

künstliche Lüftung

Zwangslüftung

Luftbewegung und -austausch mit Frischluft durch künstliche Mittel

3.45

Zone

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

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

3.45.1

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.]

3.45.2

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

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Symbole und Abkürzungen.

Tz	Zündtemperatur
CV	Kontrollvolumen
EPL	Geräteschutzniveau
ETA (en: event tree analysis)	Ereignisbaumanalyse
FMECA (en: Failure Mode and Effects Analysis)	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse
FTA (en: fault tree analysis)	Fehlerbaumanalyse
HAZOP	Gefahren- und Betriebsfähigkeitsanalyse
HFC	Fluorkohlenwasserstoff
HSIT (en: hot surface ignition temperature)	Entzündungstemperatur heißer Oberflächen
MKA	mobile Klimaanlage
OMRA (en: operational mode risk assessment)	Risikobeurteilung des Betriebsmodus
PSA	persönliche Schutzausrüstung
RTT (en: reaction threshold temperature)	Reaktionsgrenztemperatur
SDS	Sicherheitsdatenblatt für Chemikalien (Anmerkung: SDS entspricht dem vorherigen MSDS)
SOI (en: source of ignition)	Zündquelle
TKA	Transportkälteanlagen
TSF	isolierte Beförderungsmittel, d.h. LKW und Anhänger sowie leichtes Nutzfahrzeug, Transporter
OEG, UEG	obere, untere Explosionsgrenze

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 Überwachung und Wartung ein hohes Maß an Dichtheit aufrechterhalten werden kann. Der Kältemittelkreislauf muss als System mit erweiterter Dichtheit konstruiert sein, das durch eine leckdichte Konstruktion und Herstellungsverfahren für Komponenten, Verbindungen und Anschlüsse erreicht wird und Instandhaltungsverfahren für Wartung und Betrieb, einschließlich Inspektion und Überwachung der Leckdichte, einführt; siehe 5.7, 6.2 und 9.5.

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.

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.

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;
- 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 -verfahren 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) im vernünftigerweise in der Praxis umsetzbaren Umfang (5.6.2);
- Umsetzung geeigneter Schutzmaßnahmen gegen erkannte Risiken, die nicht beseitigt werden können (6.8.2);
- Informierung von Anwendern zu Restrisiken und, wo relevant, Angabe dazu, ob spezielle Maßnahmen zur Minderung der entsprechenden Risiken ergriffen werden müssen (6.8.2);
- 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 zündfähiger 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;
 - Minimierung der Kältemittel-Füllmenge durch optimale Dimensionierung des Systems und der Komponenten;
 - Reduzierung von Zündquellen: innerhalb des Kammervolumens, außenliegende elektrische Komponenten und sonstige externe Quellen;
 - Einhaltung der Anforderungen nach 6.8;
- 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 Eigenschaften von brennbaren Kältemittel

Bei der OMRA müssen die in EN 378-1:2016+A1:2020, Anhang E, und ISO 817:2014 oder dem SDS festgelegten Kältemittel-Eigenschaften verwendet werden, wobei die konservativsten Werte verwendet werden müssen.

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

Die Entflammbarkeit (und somit die UEG und OEG) sind Funktionen der Konzentration des brennbaren Kältemittels in der Luft, der Betriebstemperatur und der lokalen Luftfeuchte (siehe [21]). Bei höherer Luftfeuchte (z. B. > 80 % relative Luftfeuchte) und Temperatur (> 50 °C) kann sich die UEG in der Luft vermindern und die OFG 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 und/oder zur Zersetzung in giftige Verbindungen 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 817:2014 beschrieben;

- Giftigkeit, die von Zersetzungsprodukten bei einer Kältemittelreaktion oder -verbrennung herrührt und eine giftige Atmosphäre erzeugt.

ANMERKUNG 1 Giftige Verbindungen oder Zersetzungsprodukte können aus Fluorwasserstoff (HF), Carbonylfluorid (COF₂) bestehen; 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 Brand-, Flammenausbreitungs- und Explosionsgefährdungen

Der Schutz gegen Brand-, Flammenausbreitungs- und Explosionsgefährdungen sollte verschiedene Vorbeugungsmaßnahmen umfassen. Ein gefährliches Ereignis ist in Anwesenheit eines Lecks möglich, wenn eine entflammbare Atmosphäre und eine SOI gleichzeitig auftreten. Die Beseitigung von Kältemittelleckagen und die Verhinderung der Entstehung zündfähiger 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 Anforderungen für Druckfestigkeit, wie in EN 378-2:2016 aufgeführt, 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.

Eine Risikobeurteilung des Betriebsmodus (OMRA) muss vom Hersteller ausgeführt werden, um die Risiken im Zusammenhang mit dem Betrieb der TKA während der Lebensdauer zu analysieren. Wenn notwendig, darf der Hersteller den TKA-Hersteller und den Karosseriebauer sowie den verantwortlichen Betreiber mit einbeziehen. 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.

ANMERKUNG 2 Informationen zu Rolle und Verantwortlichkeit des Herstellers sind in EU 2022/C247/01 enthalten.

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 Betriebsfähigkeitsanalyse (HAZOP) nach IEC 61882 oder gleichwertig.

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

Der Hersteller muss die erforderlichen Ergebnisse der OMRA folgenden Stellen zur Verfügung stellen:

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

Jegliche Änderungen müssen bewertet und bei Bedarf in die OMRA eingefügt 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 sollten von unabhängigen, erfahrenen Experten besprochen, evaluiert und geprüft oder zur Prüfung bei einer zuständigen Stelle eingereicht werden.

ANMERKUNG 3 Der Begriff unabhängige Experten bezeichnet sowohl externe Unterstützung als auch interne Fachkräfte. Der Begriff unabhängig bedeutet, dass der Experte nicht beim Ausführungsprozess der OMRA beteiligt war.

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, stationärer Betrieb, Zwischenparken oder -lagerung, Passieren von Tunneln;
- Parken eines oder mehrerer TSF 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 TSF;
- Instandsetzung und Reparatur, Wartung:
 - am TSF (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 TSF 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 und Ereignisse infolge von Betriebsmodi, Örtlichkeiten, Belegungen, Frachtbedingungen und mögliche Kombinationen

	Mögliche Ereignisse	Mögliche Zustände
Fahrzeug	Reinigung im Inneren, Unfall, Brände, sonstiges	Stillstand, in Bewegung, Fahrt, sonstiges
Ortung	Zu bewerten	Straße, Werkstatt, Straße, Schiene, Parken, sonstiges
TKA-Zustand	Zu bewerten	AUS – keine Energie, AUS – Energie, EIN – Energiequelle 1, 2, x, sonstiges
Fracht	Zu bewerten	Laden, geladen, leer, sonstiges
Tür	Zu bewerten	Offen, geschlossen, Öffnungsvorgang, sonstiges
Lüfter – Zustand	Zu bewerten	AUS, EIN, Leerlauf, sonstiges
Belegung	Zu bewerten	Person anwesend, niemand anwesend, sonstiges
ANMERKUNG Die Einträge 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: