E DIN 27165:2023-08 (D)

Erscheinungsdatum: 2023-07-07

Sicherheitstechnische Bewertung von brennbaren Kältemitteln in Klimaanlagen von Schienenfahrzeugen

Inhalt

Seite

Vorwort 5

Einleitung 6

1 Anwendungsbereich 7

2 Normative Verweisungen 7

3 Begriffe 9

4 Symbole und Abkürzungen 16

5 Anforderungen aus dem Risikomanagement-Prozess 17

6 Anforderungen an die Risikobewertung 19
6.1 Allgemeines 19
6.2 Drucktechnische Sicherheit 19
6.3 Elektrische Gefahren 19
6.4 Handhabbarkeit des BKG 20
6.5 Brandschutz 20
6.6 Gefahren durch Gasfreisetzung 20
6.6.1 Sicherheitsgrundsätze 21
6.6.2 Sicherheitskonzepte 22
6.6.3 Risikobewertung im Betriebsmodus (en: Operational mode risk assessment) 22
6.6.4 Eingruppierung der Risiken 26
6.6.5 Gefährdungsprotokollierung und Dokumentation 29
6.6.6 Auditierung und Wirksamkeitsprüfung von Sicherheitskonzepten 29

7 Anforderungen an die technische Ausführung, Konstruktion des BKS 30
7.1 Herleitung des BKG Designs 30
7.1.1 Allgemeines 30
7.1.2 Kältemittelkreislaufkomponenten und Rohrleitungen 31
7.1.3 Kältemittelfüllmenge 32
7.1.4 Heiße Oberflächen 33
7.1.5 Elektrische Betriebsmittel 33
7.1.6 BKG-Gehäusegestaltung 34
7.1.7 Gestaltung von E-Kästen im BKG 36
7.1.8 Sensorbasierte Konzentrationsüberwachung 37
7.2 Testanforderungen 37
7.2.1 Allgemeines 37
7.2.2 Prüfung zum Sicherheitskonzept 38
7.2.3 Korrosionsprüfung 39
7.2.4 Schwingungs- und Schockprüfung 39
7.2.5 Produktion und Serienprüfung des BKG 40
7.3 Anforderungen für die Montage des BfKS am Fahrzeug 40
7.4 Dokumentation und Kennzeichnung 40
7.4.1 Allgemeines 40
7.4.2 Dokumentation 41
7.4.3 Kennzeichnung 42
7.5 Zertifizierungen 43

8 Anforderungen an die Hersteller von Bahnklimageräten und -systemen für Sicherheit bei Instandhaltung ... 43
8.1 Allgemeines ... 43
8.2 Durchführung von Schulungen und Trainings ... 44
8.3 Anleitung für Wartung und Reparatur ... 45
8.4 Bereitstellung von Sicherheitshinweisen ... 45

9 Anforderungen für den sicheren Betrieb in Bahn-Betriebsstätten ... 46
9.1 Allgemeines ... 46
9.2 Anforderungen an den verantwortlichen Betreiber ... 47
9.3 Personal ... 48
9.4 Arbeits- und Betriebsstätten ... 48
9.5 Lüftungsbedingungen an Betriebsstätten ... 49
9.5.1 Allgemeines ... 49
9.5.2 Anforderungen für den Betrieb in gut belüfteten Bereichen ... 49
9.5.3 Anforderungen für den Betrieb in nicht gut belüfteten Bereichen ... 49
9.5.4 Betrieb in unbelüfteten Bereichen ... 50
9.6 Elektroinstallationen an den Betriebsstätten ... 50
9.7 Bedieneranweisung zur Handhabung von Alarmen ... 50
9.8 Transport der BKG ... 51
9.9 Unfälle ... 52
9.9.1 Allgemeines ... 52
9.9.2 Maßnahmen zur Unfallverhütung ... 53
9.9.3 Maßnahmen nach Unfällen ... 53
9.10 Betriebsanweisungen, Handbücher, Richtlinien an Betriebsstätten ... 54

10 Anforderungen an den Instandhaltungsbereich ... 54
10.1 Allgemeines ... 54
10.2 Wartung des Schienenfahrzeuges ... 55
10.3 Wartung am BKG mit Kältekreislaufinstandsetzung ... 55
10.3.1 Allgemeines ... 55
10.3.2 Sicherheit des Personals ... 55
10.3.3 Anforderungen an den Arbeitsbereich ... 56
10.3.4 Verwendete Werkzeuge und Ausrüstung ... 56
10.3.5 Vorbeugende Wartung und Inspektion ... 56
10.3.6 Maßnahmen und Verfahren zur Reparatur des Kältekreislaufes ... 57
10.3.7 Ausfall und Fehlervermeidung bei Wartung und Reparatur von Kälteanlagen ... 60
10.3.8 Handhabung, Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung von Kältemittel ... 60

11 Außerbetriebnahme des Bahnklimagerätes ... 61

Anhang A (normativ) Informationen zu Leckarten und Leckmassenstrom ... 62
A.1 Allgemeines ... 62

Anhang B (normativ) Berechnungen zur Verdünnung kontaminierter Luft ... 64
B.1 Allgemeines ... 64
B.2 Verdünnung einer brennbaren Stofffreisetzung mit Luft ... 64

Anhang C (normativ) Relevante Betriebsmodi einer BKG für das OMRA ... 67
C.1 Allgemeines ... 67

Anhang D (normativ) Nachweisdokumente im Risikobewertungsprozess ... 69
D.1 Allgemeines ... 69
D.2 Technischer Vorschlag zum System ... 69
D.3 Manteldokument zur Sicherheitsnachführung ... 69
D.4 Projektspezifische Risikoanalysedokumente ... 69
D.5 Projektspezifische Nachweisdokumente ... 70

Anhang E (informativ) Spezifikation der Kontrollvolumen von Bahnklimaanlagen ... 72
E.1 Allgemeines ... 72
E.2 Kontrollvolumen ... 72

Anhang F (informativ) Beschreibung von Mechanismen zur Reduktion von Risiken ... 74
F.1 Allgemeines ... 74
F.2 Indirekter Wärmeübertrager ... 74
F.3 Wärmeüberträger Separierungsmechanismus, Absperrventile im Kältemittelkreislauf ... 74
F.4 Wärmeübertrager Zonenkonzept ... 75
F.5 Belüftungsmechanismen ... 76
F.6 Kältemittel-Leckageerkennung ... 76
F.7 Alarmsysteme ... 77

Anhang G (informativ) Typische Zündquellen für die Risikobewertung ... 78
G.1 Allgemeines ... 78
G.2 Typische Zündquellen ... 78

Anhang H (informativ) Verantwortlichkeiten der Akteure in den Lebenszyklusphasen ... 79

Literaturhinweise ... 81

Bilder

Bild 1 — Anwendung des CSM-Verfahrens mit Verweisen in diesem Dokument für die Risikobewertung von Gefährdungen durch Leckage-Ereignisse ... 18

Bild 2 — Grafisches Symbol ISO 7010-W021, Brennbare und entflammbare Materialien ... 43

Bild E.1 — Kontrollvolumen I bis VII für dachmontierte BKG ... 73

Bild F.1 — Beispiel für indirektes System ... 74

Bild F.2 — Beispiel für Verdampferabsperrung und Anordnung der Absperrventile ... 75

Bild F.3 — Beispiel für Konzept der Bereichstrennung am Verdampfer ... 76

Tabellen

Tabelle 1 — Risikoakzeptanzkriterium für Kälteanlagen in BKG en ... 28

Tabelle A.1 — Klassifikation von Leckagetypen ... 63

Tabelle B.1 — Belüftungsumgebungen ... 65

Tabelle C.1 — Betriebsmodi im Lebenszyklus einer BKG ... 67

Tabelle G.1 — Typische Zündquellen (unvollständig) zur Berücksichtigung in der OMRA ... 78

Tabelle H.1 — Verantwortlichkeiten der Akteure in den Lebenszyklusphasen ... 79