DIN 27165:2025-04 (D)

Sicherheitstechnische Bewertung von Klimasystemen mit brennbaren Kältemitteln in 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 20
6.1 Allgemeines 20
6.2 Drucktechnische Sicherheit 20
6.3 Elektrische Gefahren 20
6.4 Handhabbarkeit des BKG 21
6.5 Brandschutz 21
6.6 Gefahren durch Gasfreisetzung 21
6.6.1 Allgemeines 21
6.6.2 Sicherheitsgrundsätze 22
6.6.3 Sicherheitskonzepte 23
6.6.4 Betriebsmodi-Risikobewertung (en: Operational mode risk assessment) 23
6.6.5 Eingruppierung der Risiken 27
6.6.6 Gefährdungsprotokollierung und Dokumentation 28
6.6.7 Wirksamkeitsprüfung von Sicherheitskonzepten 29
7 Anforderungen an die technische Ausführung, Konstruktion des BKS 29
7.1 Herleitung des BKG Designs 29
7.1.1 Allgemeines 29
7.1.2 Kältemittelkreislaufkomponenten und Rohrleitungen 30
7.1.3 Kältemittelfüllmenge 32
7.1.4 Heiße Oberflächen 32
7.1.5 Elektrische Betriebsmittel 33
7.1.6 BKG-Gehäusegestaltung 33
7.1.7 Gestaltung von E-Kästen im BKG 36
7.1.8 Sensorbasierte Konzentrationsüberwachung 36
7.2 Testanforderungen 37
7.2.1 Allgemeines 37
7.2.2 Prüfung zum Sicherheitskonzept 37
7.2.3 Korrosionsprüfung 38
7.2.4 Schwingungs- und Schockprüfung 39
7.2.5 Produktion und Serienprüfung des BKG 39
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 40
7.4.3 Kennzeichnung 42
7.5 Nachweise 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 44
8.4 Bereitstellung von Sicherheitshinweisen 45

9 Anforderungen für den sicheren Betrieb in Bahnbetriebsstätten . . . 46
9.1 Allgemeines . . . 46
9.2 Anforderungen an den zuständigen Betreiber . . . 47
9.3 Personal . . . 48
9.4 Lüftungsbedingungen an Betriebsstätten . . . 48
9.4.1 Allgemeines . . . 48
9.4.2 Anforderungen für den Betrieb in gut belüfteten Bereichen . . . 49
9.4.3 Anforderungen für den Betrieb in nicht gut belüfteten Bereichen . . . 50
9.4.4 Betrieb in unbelüfteten Bereichen . . . 50
9.5 Elektroinstallationen an den Betriebsstätten . . . 51
9.6 Handhabung von Alarmen von BKS mit Alarmsystemen . . . 51
9.7 Transport der BKG . . . 52
9.8 Unfälle . . . 52
9.8.1 Allgemeines . . . 52
9.8.2 Maßnahmen zur Unfallverhütung . . . 53
9.8.3 Maßnahmen nach Unfällen . . . 53
9.9 Betriebsanweisungen, Handbücher, Leitfäden 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 Rückgewinnung, Wiederverwendung und Entsorgung von Kältemittel . . . 61
11 Außerbetriebnahme des Bahnklimagerätes . . . 61
Anhang A (normativ) **Informationen zu Leckagearten und Leckmassenstrom . . . 62**
Anhang B (informativ) **Berechnungen zur Verdünnung kontaminierter Luft . . . 64**
B.1 Allgemeines . . . 64
B.2 Verdünnung einer brennbaren Stofffreisetzung mit Luft . . . 64
Anhang C (normativ) **Relevante Betriebsmodi eines BKS für das OMRA . . . 67**
Anhang D (normativ) **Nachweisdokumente im Risikobewertungsprozess . . . 69**
D.1 Allgemeines . . . 69
D.2 Technischer Vorschlag zum System . . . 69
D.3 Manteldokument zur Sicherheitsnachweisführung . . . 69
D.4 Projektspezifische Risikoanalysedokumente . . . 70
D.5 Projektspezifische Nachweisdokumente . . . 70
Anhang E (informativ) **Spezifikation der Kontrollvolumen von Bahnklimasystemen . . . 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 . . . 76
Anhang G (informativ) **Übliche Zündquellen für die Risikobewertung . . . 78**
G.1 Allgemeines . . . 78
G.2 Übliche Zündquellen . . . 78
Anhang H (informativ) **Zuständigkeiten der Akteure in den Lebenszyklusphasen . . . 79**
Anhang I (informativ) **Beispiel Anwendung Risikoakzeptanzkriterium . . . 82**

Literaturhinweise **84**

Bilder

Bild 1 — Anwendung des CSM-Verfahrens mit Verweisen in diesem Dokument für die Risikobewertung von Gefährdungen durch Leckage-Ereignisse **19**
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 A.1 — Klassifikation von Leckagetypen **63**
Tabelle B.1 — Belüftungsumgebungen **66**
Tabelle C.1 — Betriebsmodi im Lebenszyklus eines BKS **67**
Tabelle G.1 — Übliche Zündquellen (unvollständig) zur Berücksichtigung in der OMRA **78**
Tabelle H.1 — Zuständigkeiten der Akteure in den Lebenszyklusphasen **79**
Tabelle I.1 — Risikoakzeptanzkriterium für Kälteanlagen in BKS **82**