

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 Verdampferabspernung 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