

## Sicherheitskritische Komponenten

### Anwendung der Definition sicherheitskritischer Komponenten auf den Güterwagenbereich

#### Technische Richtlinie

#### 1. Vorwort

Dieses Dokument bietet einen Leitfaden für die Bewertung von SCC (sicherheitskritische Komponenten). Es zeigt, wie das Verfahren für Güterwagen funktionieren könnte. Aufgrund des allgemeinen Ansatzes und der gewählten Methodologie wurden die Daten und Informationen der folgenden Sicherheitsberichte überprüft:

- ERA Bericht zu Sicherheit und Interoperabilität 2020 [1]
- EBA Sicherheitsbericht 2019 [2]
- BAV Sicherheitsbericht 2019 [3]
- SUB Sicherheitsbericht 2019 [4]

Wir möchten betonen, dass jede ECM ihre eigenen Daten für die Zwecke der SCC bewertet hat und dass die Ergebnisse aufgrund der technischen Ausrüstung und der Betriebsbedingungen von diesem Dokument abweichen können.

Da die vorgenannten Berichte hinsichtlich der Daten und Informationen zu Güterwagen nicht zufriedenstellend waren, hat der UIP/VPI entsprechend der Richtlinie CEN/TC256 WG48 gehandelt.

#### 2. Hintergrund

In Verbindung mit der Veröffentlichung des 4. Eisenbahnpakets 2016 mit dem übergeordneten Ziel der Wiederbelebung und Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit des Eisenbahnsektors gegenüber anderen Transportarten wurden 6 legislative Texte entworfen, um den Binnenmarkt für den Eisenbahnverkehr zu erschaffen (Gemeinsamer Europäischer Eisenbahnmarkt). Als Teil seines technischen Fundaments definiert die Richtlinie (EU) 2016/798 (Sicherheitsrichtlinie) allgemeine Prinzipien für das Management, die Regulierung und die Überwachung der Eisenbahnsicherheit. Darüber hinaus bietet sie ein zu implementierendes Rahmenwerk, um gleiche Bedingungen aller für die Instandhaltung von Fahrzeugen verantwortlichen Stellen sicherzustellen.

Der Hersteller sollte gemäß der Richtlinie (EU) 2016/797 (Interoperabilitätsrichtlinie) die (Sicherheits-) Kritikalität der Funktionen und Komponenten seiner Produkte durch eine risikobasierte Analyse bestimmen und in einem technischen Dossier aufzeichnen. Die Definition „sicherheitskritischer Komponenten“ (SCC) als *„Komponenten, bei denen im Falle eines funktionellen Ausfalls mit einem unmittelbaren schwerwiegenden Unfall zu rechnen ist“* ist in Abschnitt 4.2.12.1 des Anhangs zur Kommissionsverordnung (EU) Nr. 1302/2014 (LOC&PAS TSI) enthalten.

Darüber hinaus beinhaltet Artikel 4 der Durchführungsverordnung (EU) 2019/779 der Kommission vom 16. Mai 2019 (ECM-Verordnung) die spezifischen Rückverfolgbarkeits- und Instandhaltungsanforderungen bezüglich SCC für die für die Instandhaltung verantwortlichen Stellen (ECM). Da jedoch die Kritikalitätsaspekte jeder Komponente mit der spezifischen Konstruktion eines Fahrzeugs und den spezifischen Funktionen der Komponente verbunden sind, bieten die vorgenannten legislativen Texte keine vordefinierte vollständige Liste von SCC.

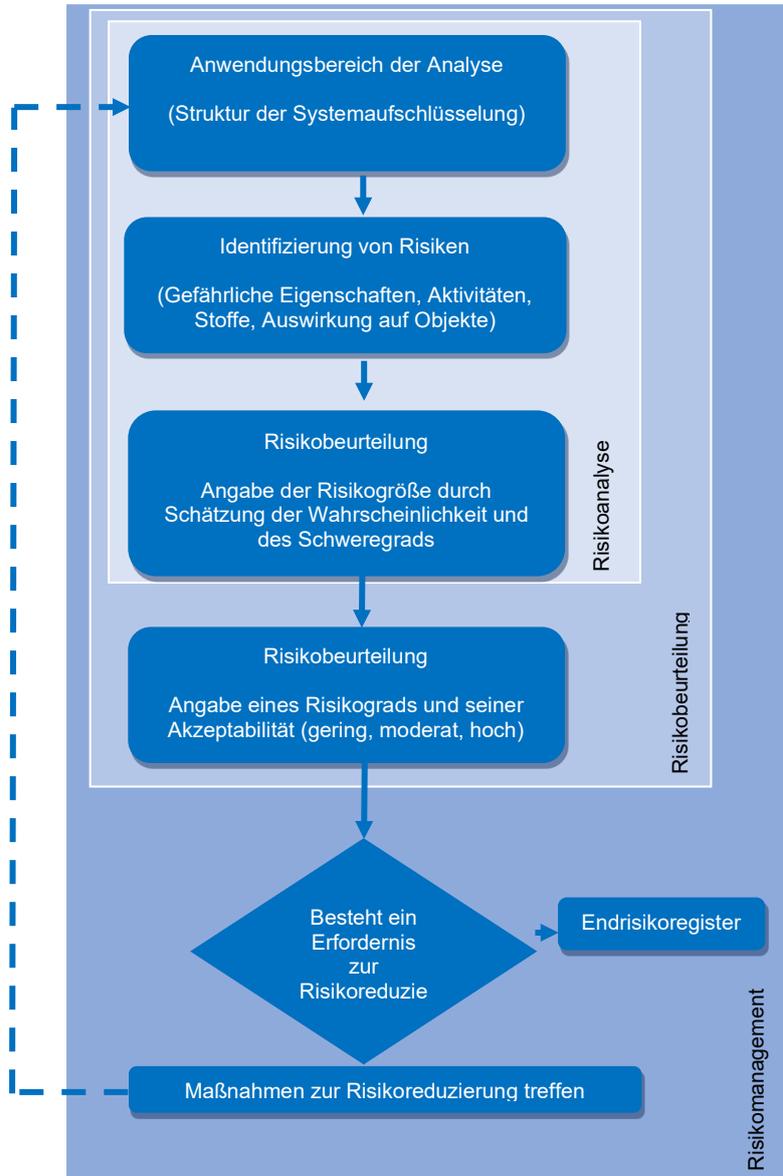
Aus diesem Grund und basierend auf dem Entwurf „Guide for identification and management of Safety Critical Component for railway vehicle“ des CEN/TC256/WG48 [5] dient dieses Dokument dazu, eine engere Auswahlliste zu erstellen und eine Empfehlung zur Methodologie für die Identifizierung von für Güterschienenfahrzeuge relevanten SCC durch Berücksichtigung ihrer nach dem Stand der Technik angewendeten Komponenten in der Industrie auszusprechen.

### 3. Anwendungsbereich des Dokuments

Dieses Dokument wendet als Ansatz für die Aufgabe der Identifizierung der SCC die in Abbildung 1 beschriebenen Risikomanagementprinzipien an. Die Prinzipien decken drei Stufen der Risikobehandlung, der Risikoanalyse und Beurteilung und des Risikomanagements ab. Das Verfahren zeigt, dass die Schritte sequentiell sind, aber das allgemeine Management der Schritte erfolgt zirkulär, um eine fortlaufende Bewertung des definierten Systems sicherzustellen. Dieses Dokument verwendet die Risikomanagementstruktur, um die identifizierten sicherheitskritischen Risiken, die in der ersten Risikobehandlungsstufe, der Risikoanalyse (Abbildung 1), behandelt werden, einzugrenzen, zu identifizieren und zu beurteilen. Darüber hinaus unterscheidet dieses Dokument zwischen sicherheitskritischen Komponenten (SCC) und sicherheitsrelevanten Komponenten (SRC) wie folgt:

*Sicherheitskritische Komponenten (SCC)* sind Fahrzeugkomponenten, die bei einem Ausfall zu einem unmittelbaren schwerwiegenden Unfall oder Ereignis führen können (z. B. in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 50126, EU 2016/798). „Unmittelbar“ bezeichnet die unmittelbar folgende Auswirkung und nicht anschließende Ereignisse oder Handlungen, die zu einem schwerwiegenden Ereignis führen. Die sicherheitskritischen Komponenten unterliegen Prozessen, die die Instandhaltung und den bisherigen Verlauf eindeutig dokumentieren, und müssen als einzelne Komponenten gekennzeichnet werden.

*Sicherheitsrelevante Komponenten (SRC)* sind wichtige Fahrzeugkomponenten, die Folgeereignisse und Folgehandlungen durch einen Ausfall auslösen können, die sich zu schwerwiegenden Ereignissen entwickeln könnten, aber im Gegensatz zu SCC im Fall eines Ausfalls nicht unmittelbar zu einem schwerwiegenden Ereignis führen. Sicherheitsrelevante Komponenten unterliegen jedoch Rückverfolgbarkeitsverpflichtungen hinsichtlich der Dokumentation von Instandhaltungsarbeiten.



**Abbildung 1: Risikomanagementstruktur [6]**

Die Nutzung der Risikomanagementstruktur in diesem Dokument legt die Systemgrenzen für den Güterwagen auf die in dem europäischen Instandhaltungsleitfaden des VPI anerkannten Struktur fest und listet die Hauptkomponenten in der folgenden Tabelle 1 auf.

**Tabelle 1: Liste der Güterwagenkomponenten**

|                          |
|--------------------------|
| Untergestell             |
| Drehgestelle             |
| Aufbau                   |
| Radsätze                 |
| Federn                   |
| Zug- & Stoßeinrichtungen |
| Bremsen                  |

Tanks und andere für den Transport von Gefahrgut verwendete Komponenten wurden aus dieser Bewertung ausgeschlossen, da ihre Konstruktion, ihre Nutzung und ihre Instandhaltung in hohem Maße durch die „UN-Empfehlungen für den Transport gefährlicher Güter“, auch bekannt als „Model Regulations“, reguliert wird. Das Dokument bietet das notwendige Regelrahmenwerk für den sicheren Transport gefährlicher Güter durch alle Transportarten, d. h. Luft-, Straßen-, Schienen- und Seetransport. Für den Schienentransport gelten die RID-Vorschriften (Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail).

Der Technische Ausschuss des VPI und sein Ausschuss der Industrieexperten haben auf der Grundlage des Inhalts der Tabelle 1 eine engere Auswahlliste der sicherheitskritischen Komponenten in Tabelle 2 einschließlich der sicherheitskritischen Teilkomponenten in Tabelle 3 beschlossen. Tabelle 4 unten enthält Einzelheiten zu der technischen Bewertung. Die Klassifizierung der Komponenten basiert auf der in Anhang A enthaltenen Häufigkeits- und Schweregradmatrix.

Wenn die Risikobewertung der Komponente „tolerierbar“ lautet, wird sie als „sicherheitsrelevante Komponente“ klassifiziert.

Wenn die Risikobewertung der Komponente „unerwünscht“ lautet, wird sie als „sicherheitskritische Komponente“ klassifiziert.

**Tabelle 2: Liste der Sicherheitskritikalität von Güterwagenkomponenten**

| Bauteil                  | Kritikalität               |
|--------------------------|----------------------------|
| Untergestell             | Nicht sicherheitskritisch  |
| Drehgestelle             | Nicht sicherheitskritisch  |
| Tank/Aufbau              | Nicht sicherheitskritisch  |
| Radsätze                 | <b>Sicherheitskritisch</b> |
| Federn                   | Nicht sicherheitskritisch  |
| Zug- & Stoßeinrichtungen | Nicht sicherheitskritisch  |
| Bremsen                  | Nicht sicherheitskritisch  |

**Tabelle 3: Sicherheitskritikalität von Radsatz-Teilkomponenten**

| Bauteil     | Kritikalität              |
|-------------|---------------------------|
| Achse       | Sicherheitskritisch       |
| Rad         | Sicherheitskritisch       |
| Achsgehäuse | Nicht sicherheitskritisch |
| Lager       | Nicht sicherheitskritisch |

**Tabelle 4: Risikobewertung, sicherheitskritische und sicherheitsrelevante Komponenten**

|                          | Häufigkeit | Schweregrad | Risikobewertung | SRC | SCC |
|--------------------------|------------|-------------|-----------------|-----|-----|
| Untergestell             | 4          | 6           | tolerierbar     | x   |     |
| Drehgestelle             | 2          | 9           | tolerierbar     | x   |     |
| Aufbau                   | 4          | 6           | tolerierbar     | x   |     |
| Radsätze                 | 4          | 10          | unerwünscht     |     | x   |
| Achse                    | 3          | 10          | unerwünscht     |     | x   |
| Rad                      | 4          | 9           | unerwünscht     |     | x   |
| Lager                    | 46         | 6           | tolerierbar     | x   |     |
| Achsgehäuse              | 3          | 7           | tolerierbar     | x   |     |
| Federn                   | 5          | 4           | tolerierbar     | x   |     |
| Zug- & Stoßeinrichtungen | 5          | 4           | tolerierbar     | x   |     |
| Bremsen                  | 3          | 8           | tolerierbar     | x   |     |

Gemäß der Empfehlung des technischen Ausschusses sollten die spezifischen ECM-Bestimmungen für das Management sicherheitskritischer Komponenten für die Räder und die Achse eines Radsatzes gelten.

Dies gilt als Empfehlung an die ECM, die vollständig oder teilweise anerkannt oder abgelehnt werden kann.

Ungeachtet des Grads der Anerkennung der Empfehlung durch die ECM ist jede ECM dafür verantwortlich, ihren jeweiligen Güterwagen-Fuhrpark zu bewerten und zu beurteilen, um den Anwendungsbereich der sicherheitsrelevanten Komponenten und ihre Klassifizierung zu bestätigen oder anzupassen.

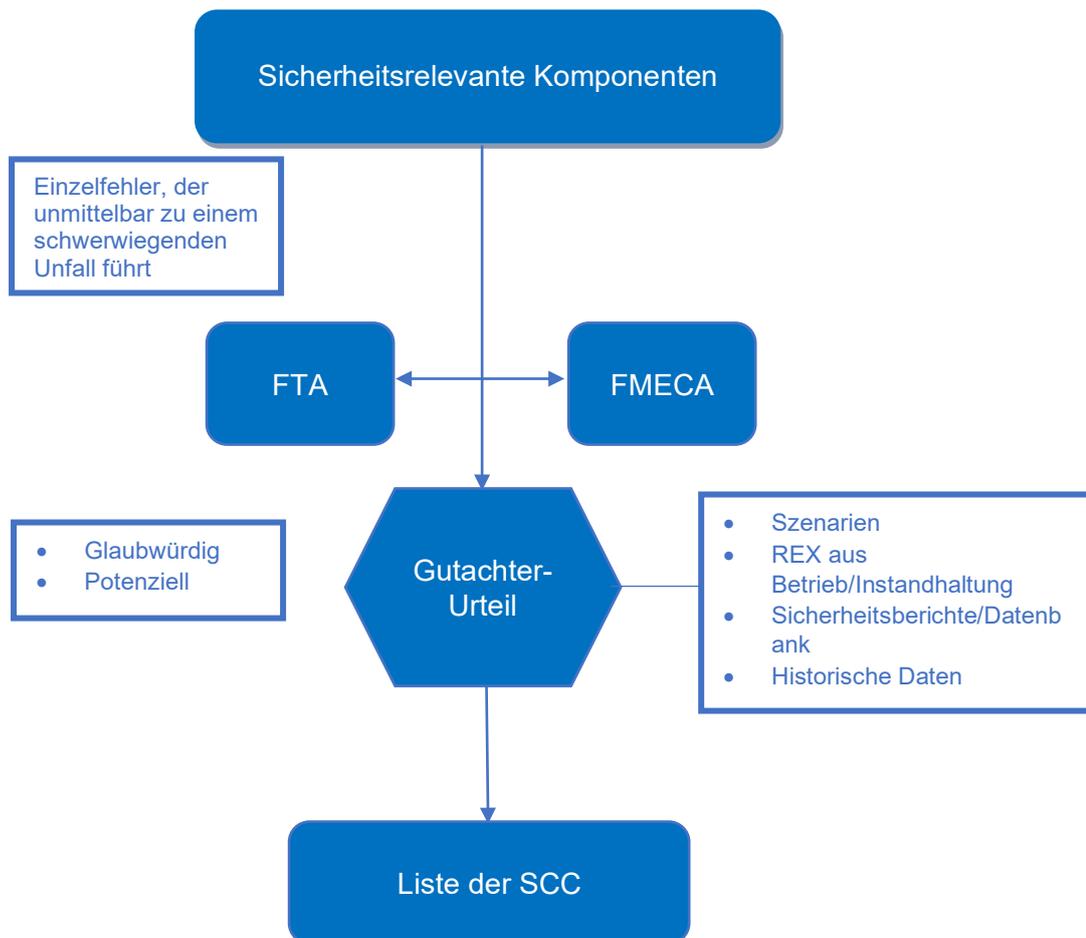
Abschnitt 4 präsentiert ein Bewertungsverfahren für die ECM, das von dem CEN/TC256/WG48 [5] entwickelt wurde, um den Risikoidentifizierungsschritt durchzuführen, und die Klassifizierung sicherheitskritischer Komponenten beschreibt. Die identifizierten und gelisteten sicherheitsrelevanten Komponenten sind entsprechend einem der beiden Risikobeurteilungsverfahren FMECA & FTA nach DIN EN 50126-2 Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)“ zu bewerten.

#### 4. Bewertungsmethodologie

Der durch das CEN/TC256/WG48 [5] entwickelte Entscheidungsbaum, siehe Abbildung 2, wurde für die Identifizierung der sicherheitskritischen Komponenten (SCC) im Güterwagenbereich auf die oben aufgelisteten Komponenten angewendet.

Jede Komponente der sicherheitsrelevanten Komponenten wird auf der Grundlage einer Risikoanalyse bewertet, die die folgenden Punkte berücksichtigt:

- Bestimmungsgemäßer Gebrauch und Umgebung
- Normale oder beeinträchtigte Betriebsart
- Erfahrungen (REX) aus Betrieb und Instandhaltung



**Abbildung 2: Bewertungsverfahren für sicherheitskritische Komponenten (SCC)**

Die Auswahlarten der Komponenten sind zusammen mit ihrer Erkennbarkeit zu berücksichtigen. Das FMECA-Verfahren (Failure Mode Effect and Criticality Analysis) oder FTA (Fault Tree Analysis) muss angewendet werden, um die Ausfallarten der Komponenten zu bestimmen.

Die Liste der sicherheitsrelevanten Komponenten und ihrer Auswahlarten muss weiterhin durch ein „Gutachten“ analysiert werden. Die allgemeinen Regeln für die Anwendung des „Gutachten“-Konzepts sind in EN 50126-2 „Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis

von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS)“ festgelegt und das Konzept umfasst die folgenden Elemente:

- Die Prüfung/Einschätzung sollte nicht die Meinung einer einzelnen Person sein. Die Übereinstimmung zwischen mehreren (unabhängigen) Gutachtern und bestätigte Kenntnisse erhöhen das Vertrauen in eine Beurteilung.
- Gutachter verfügen über angemessene Kenntnisse in dem fraglichen Bereich.
- Die Beurteilung sollte alle notwendigen Fachbereiche (die zu unterschiedlichen Klassifizierungen gelangen könnten) umfassen.
- Wenn das „Gutachten“ angewendet wird, um die Häufigkeit und die Folgen einer Gefahr (oder von Unfällen) einzuschätzen, unterstützt ein klares Verständnis der Kategorien eine gemeinsame Interpretation.
- Die Ergebnisse des „Gutachtens“ werden dokumentiert. Hierdurch wird die Transparenz und Plausibilität der Schlussfolgerungen sichergestellt. Das Konzept beweist Integrität und ermöglicht es dritten Parteien, die Schlussfolgerungen nachzuvollziehen.
- Die Dokumentation wird verfeinert, sobald neue Informationen verfügbar sind.

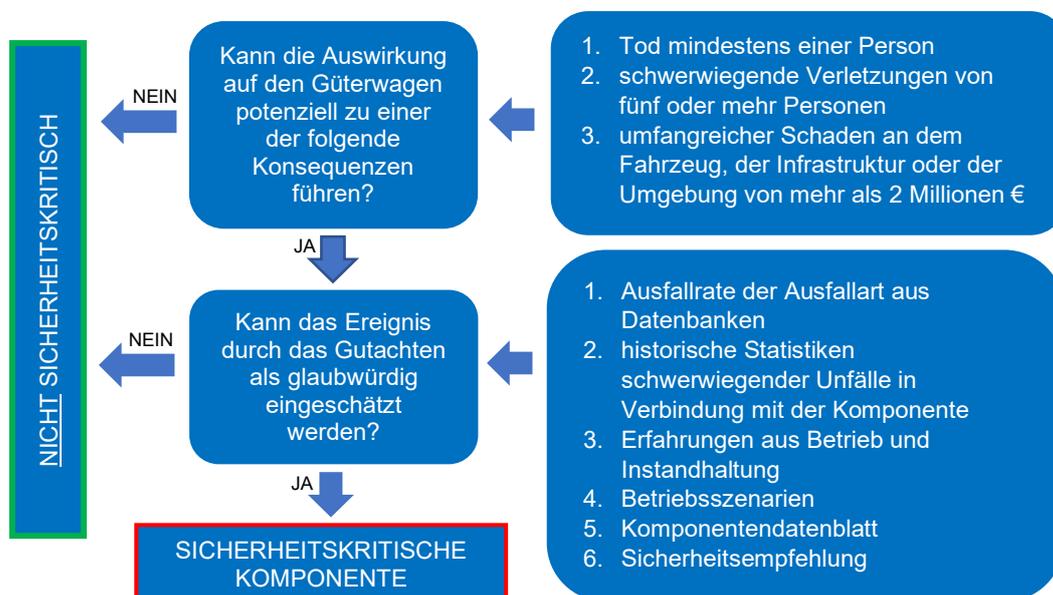
Die Dokumentation des „Gutachtens“ sollte Folgendes enthalten:

- Teilnehmer und jeweilige Fachbereiche
- Angaben wie Verweisungen auf Publikationen, Quellen, Annahmen, absichtlich ausgeschlossene Aspekte mit Begründung und Beweggründe der Schlussfolgerung

Das „Gutachten“ basiert auf der Dokumentation und den Erkenntnissen der einzelnen Instandhaltungssysteme zertifizierter ECM und Güterwagenhalter sowie den Erfahrungen aus auf europäischer Ebene im Rahmen des Joint Network Secretariat (JNS) eingeführten Verfahren oder im Agency's Safety Alert IT-Tool (SAIT) der Europäischen Union verfügbaren Informationen. Die Dokumentation sollte Informationen enthalten, die Folgendes zumindest teilweise abdecken:

- Ausfallrate der Ausfallart der Komponente
- historische Statistiken schwerwiegender Unfälle in Verbindung mit der Komponente
- Erfahrungen (REX) aus Betrieb und Instandhaltung der Komponente
- Betriebsszenarien
- Komponentendatenblatt
- verfügbare Sicherheitsempfehlungen/-berichte

Nach der Erstellung eines Verzeichnisses der Fehlerarten und ihrer Auswirkungen auf die Komponenten des Güterwagens muss die Definition einer sicherheitskritischen Komponente auf jede dieser Auswirkungen angewendet werden, um die Klassifizierung einer Komponente als SCC abzulehnen oder zuzulassen. Der hierzu verwendete Entscheidungsbaum ist in Abbildung 3 unten dargestellt.



**Abbildung 3: Identifizierung sicherheitskritischer Komponenten durch die Definition schwerwiegender Unfälle und „Gutachten“.**

## 5. Schlussfolgerung

Die Anwendung der beschriebenen Risikoanalyse und des „Gutachten“-Bewertungsverfahrens für sicherheitsrelevante Komponenten ermöglicht die Zusammenstellung einer Liste von Auswirkungen, die den Güterwagen potenziell betreffen können. Die iterative Anwendung dieses Prozesses auf jede Komponente der Liste sicherheitsrelevanter Komponenten ermöglicht die Erstellung eines Verzeichnisses der Ausfallarten und ihrer Auswirkungen auf Komponenten von Güterwagen. Die ECM kann die in Anhang B bereitgestellte Vorlage nutzen, wenn sie zu der gleichen Klassifizierung gelangt wie der VPI-Ausschuss.

Das Ergebnis der von der ECM vorgenommenen Bewertung der sicherheitsrelevanten Komponenten sollte zu einer ECM-spezifischen Schlussfolgerung darüber gelangen, was ihre sicherheitskritische Komponente nach den Anforderungen in Richtlinie (EU) 2016/797 ist.

Die Rückverfolgbarkeits- und Instandhaltungsanforderungen müssen entsprechend den identifizierten SCC der ECM in Übereinstimmung mit Artikel 4 der Durchführungsverordnung (EU) 2019/779 der Kommission erfüllt werden.

## 6. Anmerkungen

Um die Signifikanz der Schlussfolgerungen weiter zu stärken und die Konformität der Methodologie mit dem Bestimmungen der CSM zur Risikobeurteilung (EU-Verordnung 402/2013) zu bestätigen, hat eine Bewertungsstelle (AsBo) diese technische Richtlinie der SCC im Güterwagenbereich im Vergleich zu den verordnungsrechtlichen Bestimmungen bewertet.

Die technische Bewertung und Risikobeurteilung durch den Technischen Ausschuss des VPI basieren auf dem aktuell anerkannten Ansatz und den anzuwendenden Regeln des Güterwagenbereichs. Sie sollten mit der gebotenen Sorgfalt gehandhabt werden, da sie nur die aktuellen Kenntnisse moderner Komponenten abdecken, aber keine erschöpfende Bewertung aller alten Fahrzeuge oder Komponenten bieten, die weiterhin genutzt werden können.

Neue Erkenntnisse, Erfahrungen oder die Einführung neuer Arten von Komponenten und neuer Technologien könnten eine Überprüfung der technischen Bewertungen der Expertengruppe und Revision der Schlussfolgerungen auf der Grundlage der Prinzipien nach CEN/TC256/WG48 „Guide for identification and management of Safety Critical Component for railway vehicle“ [5] rechtfertigen.

## Referenzen

1. Europäische Eisenbahnagentur (ERA), *Report on safety and interoperability 2020*, Juni 2020
2. Eisenbahnbundesamt (EBA), *Bericht des Eisenbahn-Bundesamts gemäß Artikel 18 der Richtlinie über Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft (Richtlinie 2004/49/EG, „Sicherheitsrichtlinie“) über die Tätigkeiten als Sicherheitsbehörde*, 15. November 2019
3. Bundesamt für Verkehr (BAV), *Bericht über die Sicherheit im öffentlichen Verkehr*, 2019
4. Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes (SUB), *Sicherheitsbericht 2019 gemäß § 19 UUG 2005*, 2019
5. Giuseppe Ragusa *Guide for identification and management of Safety Critical Component for railway vehicle*, 2020
6. Juraj Grenčík<sup>1</sup>, Roman Poprocký, Jana Galliková, Peter Volna, *Use of risk assessment methods in maintenance for more reliable rolling stock operation* Department of Transport and Handling Machines, Faculty of Mechanical Engineering, University of Žilina, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slowakische Republik (2018)

Anhang A – Bewertungsmatrix für die Häufigkeit und den Schweregrad nach DIN EN 50126.

| Häufigkeit der Gefahr | Schweregrad der Gefahr               |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                       | Keine                                |              | Sehr gering  |              | Gering       |              | Moderat      |              | Hoch         |              | Extrem       |              |
|                       | 1                                    | 2            | 3            | 4            | 5            | 6            | 7            | 8            | 9            | 10           |              |              |
| Extrem                | 10 <sup>0</sup> Stunde <sup>1</sup>  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel |
|                       | 10 <sup>-1</sup> Stunde <sup>1</sup> | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel |
| Hoch                  | 10 <sup>-2</sup> Stunde <sup>1</sup> | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel |
|                       | 10 <sup>-3</sup> Stunde <sup>1</sup> | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel |
| Moderat               | 10 <sup>-4</sup> Stunde <sup>1</sup> | akzeptabel   | akzeptabel   | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel |
|                       | 10 <sup>-5</sup> Stunde <sup>1</sup> | akzeptabel   | akzeptabel   | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel | inakzeptabel |
| Gering                | 10 <sup>-6</sup> Stunde <sup>1</sup> | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | unernwünscht | unernwünscht | unernwünscht |
|                       | 10 <sup>-7</sup> Stunde <sup>1</sup> | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | akzeptabel   | tolerierbar  | tolerierbar  | unernwünscht | unernwünscht | unernwünscht |
| Sehr gering           | 10 <sup>-9</sup> Stunde <sup>1</sup> | akzeptabel   |

## Anhang B - Vorlage für die ECM-Risikobeurteilung

|                          | Häufigkeit | Schweregrad | Häufigkeit (ECM) | Schweregrad (ECM) | ECM-Beurteilung | Risikobewertung | SR C | SC C |
|--------------------------|------------|-------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------|------|
| Untergestell             | 4          | 6           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Drehgestelle             | 2          | 9           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Aufbau                   | 4          | 6           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Radsätze                 | 4          | 10          |                  |                   |                 | unerwünscht     |      | x    |
| Achse                    | 3          | 10          |                  |                   |                 | unerwünscht     |      | x    |
| Rad                      | 4          | 9           |                  |                   |                 | unerwünscht     |      | x    |
| Lager                    | 4          | 6           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Achshäuse                | 3          | 7           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Federn                   | 5          | 4           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Zug- & Stoßeinrichtungen | 5          | 4           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |
| Bremsen                  | 3          | 8           |                  |                   |                 | tolerierbar     | x    |      |