



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST  
Service suisse d'enquête de sécurité SESE  
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI  
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

# **Zwischenbericht der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST**

über die Entgleisung eines Güterzuges  
im Gotthard-Basistunnel

vom 10. August 2023

in Faido (TI)

Reg.-Nr. 2023081002

## Allgemeine Hinweise zu diesem Zwischenbericht

Dieser Zwischenbericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Gemäss Artikel 15 des Eisenbahngesetzes (EBG, SR 742.101) vom 20. Dezember 1957 (Stand am 1. Januar 2022) sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

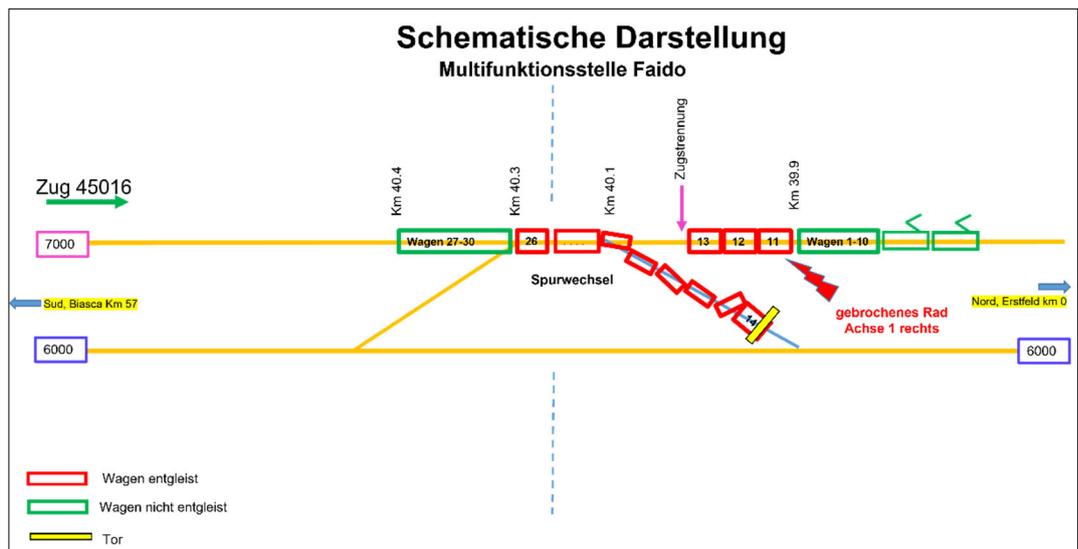
Es ist daher auch nicht Zweck dieses Zwischenberichts, Schuld- und Haftungsfragen zu klären.

Alle Personenbezeichnungen in diesem Bericht sind in der männlichen Form gehalten und gelten für die die Funktion ausübende Person, ungeachtet ihres Geschlechts.

# 1 Sachverhalt

## 1.1 Ablauf des Ereignisses

Der Güterzug 45016, geführt von SBB Cargo, war am 10. August 2023 mit zwei Lokomotiven (BR 185) und 30 Güterwagen unterschiedlicher Bauart von Chiasso nach Basel unterwegs. Ca. 10 km nach Einfahrt in das Südportal des Gotthard-Basistunnels, bei Bahn-km 47, brach ein Fragment der Radscheibe (Abbildung 2) der in Fahrrichtung ersten Achse des 11. Wagens weg. Kurz darauf lösten sich noch weitere Fragmente aus dem Rad (Abbildungen 3–4). An der Infrastruktur waren in diesem Bereich leichte Beschädigungen an den Bi-Block Betonschwellen sichtbar. Die Achse hing ab diesem Zeitpunkt schräg unter dem Wagen. Der Güterzug fuhr dann ca. 4 km weiter, ohne grosse Spuren an der Infrastruktur zu hinterlassen. Kurz vor der Multifunktionsstelle Faido beim Bahn-km 40.4, ca. 17 km nach dem Tunnelportal, brach ein letztes Radfragment weg. Die Achse, die schräg unter dem Wagen hing, schlug vor der Weiche des Spurwechsels Faido auf die durchgehenden Betonschwellen und zerstörte alle Weichenantriebe. Infolgedessen entgleisten die nachfolgenden sechzehn Güterwagen und kippten teilweise im Tunnel um. Der Zug wurde zwischen dem 13. und 14. Wagen getrennt und gewisse Wagen gerieten auf das ablenkende Gleis (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung der Fahrzeugpositionen nach Entgleisung und Stillstand des Güterzuges.

## 1.2 Allgemeines

Am 15. August 2023 informierte die SUST offiziell die direkt betroffenen Unternehmen über die Eröffnung einer Untersuchung mittels Vorbericht.

In Anlehnung an Art. 23 Abs. 1 Bst. b der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2016 über die Eisenbahnsicherheit informierte die SUST am 17. August 2023 ebenfalls die Untersuchungsstelle von Schweden (NIB-SE) des Immatrikulationsstaates des entgleisten Wagens und die ERA<sup>1</sup> über die Eröffnung einer Untersuchung.

## 1.3 Spurensicherung im Tunnel

Ca. 10 km nach dem Südportal (Bahn-km 47) wurde ein erstes Radscheibenfragment neben dem Gleis gefunden (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Erstes gebrochenes Radscheibenfragment (Aufnahme ausserhalb des Tunnels).

Kurz nach der Fundstelle des ersten Fragmentes wurden weitere vom Rad weggebrochene Fragmente gefunden (Abbildung 3).



**Abbildung 3:** Ein weiteres Radscheibenfragment (Foto: Im Tunnel).

Kurz vor der Multifunktionsstelle Faido (ca. Bahn-km 40.4) wurde das letzte Radscheibenfragment gefunden (Abbildung 4).

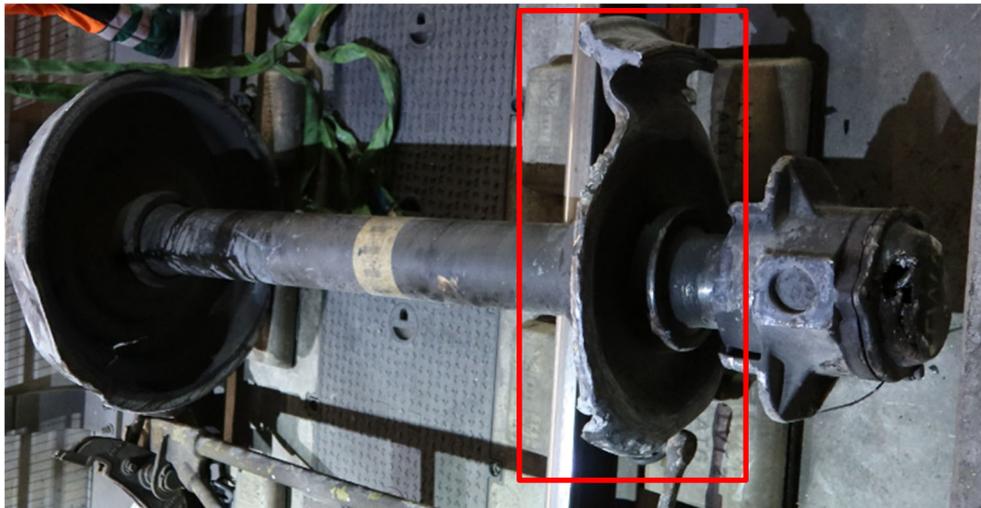
---

<sup>1</sup> ERA: European Union Agency for Railways



**Abbildung 4:** Letztes Radscheibenfragment (Foto: Im Tunnel).

Nach dem Stillstand des Zuges befand sich der Wagen 11 bei Bahn-km 39.9. Die Achse 1 (Abbildung 5) des Wagens 11 hing immer noch schräg unter dem Wagen.

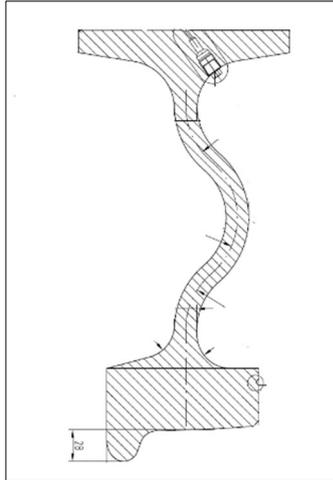


**Abbildung 5:** Achse 1, Wagen 11: Aufnahme nach der Bergung der Achse. Rot: Fehlende Radstücke am rechten Rad.

Es handelt sich um einen Laufradsatz vom Typ BA 390 (Anlage 2, Abbildung 14).

#### 1.4 Radtyp BA 390

Das gebrochene Rad ist ein Vollrad vom Typ BA 390 (Abbildung 6) mit einer Rad-satzlast vom 22.5 t. Die Stahlgüte ist ER7. Das Rad wurde 2008 hergestellt.



**Abbildung 6:** Zeichnung Radtyp BA 390 (Quelle: Typenzeichnung).

Seit der letzten Instandhaltung (IS<sup>2</sup>) der Achse wies diese eine Laufleistung von ca. 140 000 km auf. Der Raddurchmesser betrug 862 cm. Die Bremssohlen sind vom Typ LL (Verbundstoff-Bremssohlen).

## 1.5 Metallurgische Untersuchung

Die Achse 1 und insbesondere die zerstörte Radscheibe sowie die im Tunnel sichergestellten Radscheibenfragmente wurden metallurgisch untersucht.

Die Radscheiben der Achsen 2–4 des Wagens 11 wurden zerstörungsfreien Prüfungen (Ultraschall- und Magnetpulverprüfung) unterzogen.

Die Ergebnisse der metallurgischen Untersuchung zeigen die nachfolgend dargestellten, nicht abschliessenden Ergebnisse.

### 1.5.1 Gebrochenes Rad

Für das gebrochene Rad wurden eine makroskopische Dokumentation erstellt, sowie fraktografische, lichtmikroskopische und rasterelektronische Untersuchungen durchgeführt.

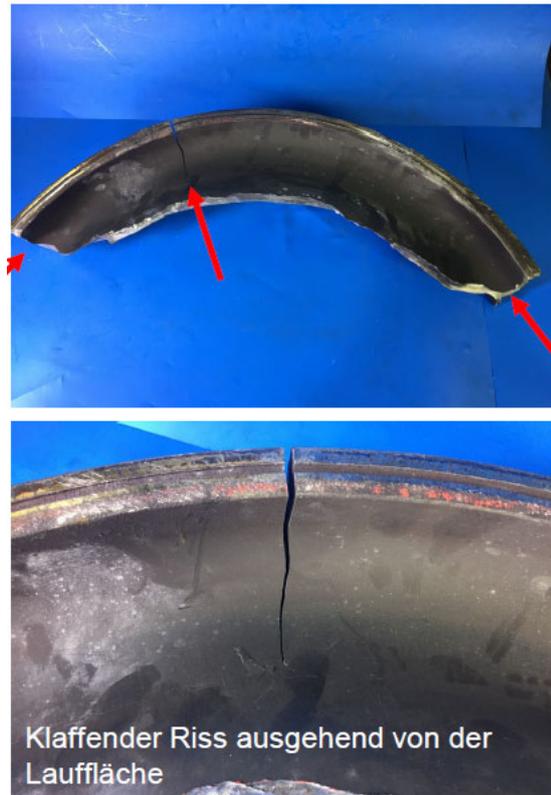
#### 1.5.1.1 Makroskopische Dokumentation

Das grosse Bruchstück (Abbildung 7) weist beidseitig Ermüdungsrisse mit unterschiedlichen Anteilen klaffender Risse, ausgehend von der Lauffläche, auf (Eigenspannungen).

Die Risse wuchsen von der Lauffläche und bis hin zum Radsteg.

---

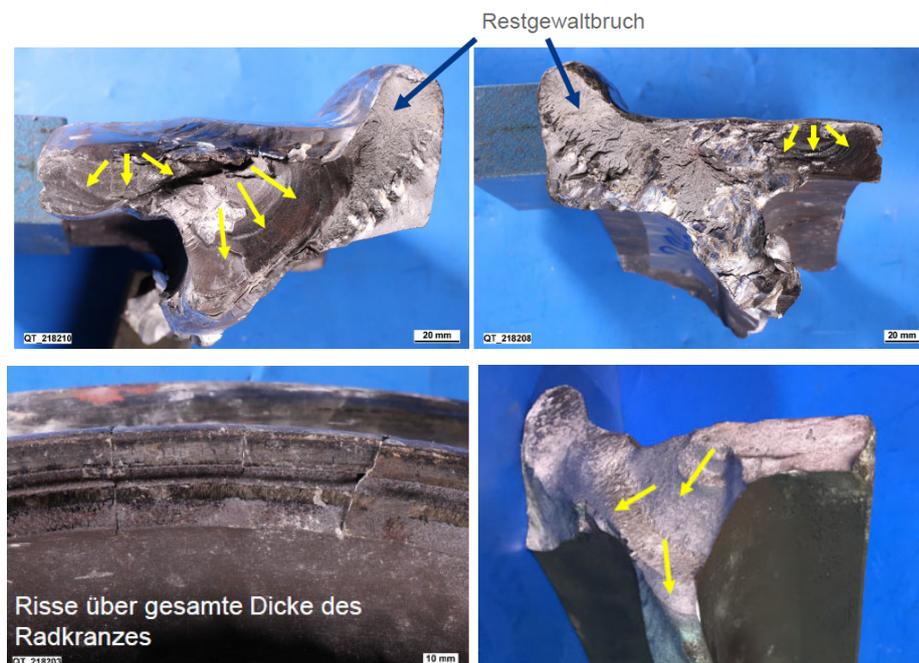
<sup>2</sup> IS2: Instandhaltungsstufe 2, gemäss Instandhaltungsvorgaben VPI 04.



**Abbildung 7:** Klaffender Riss ausgehend von der Lauffläche.

#### 1.5.1.2 Fraktografische Untersuchung

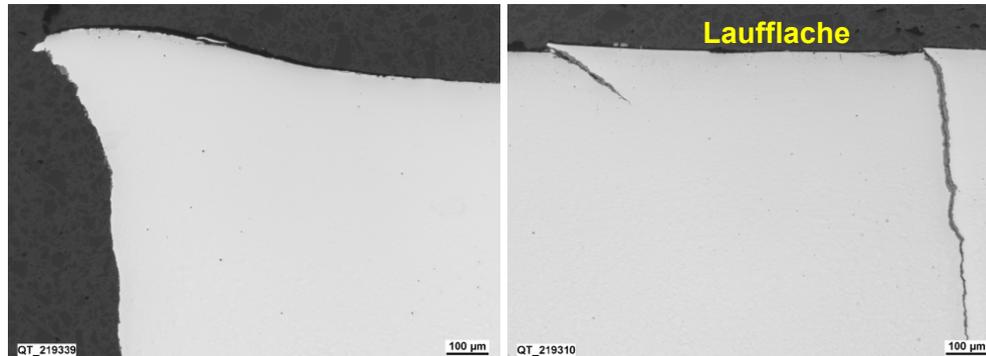
Alle Bruchflächen weisen Ermüdungsrisse ausgehend von den Laufflächen auf.



**Abbildung 8:** Aufnahmen von Bruchflächen. Gelbe Pfeile: Gewachsener Riss, ausgehend von der Lauffläche bis zum Radsteg.

### 1.5.1.3 Lichtmikroskopische Untersuchung

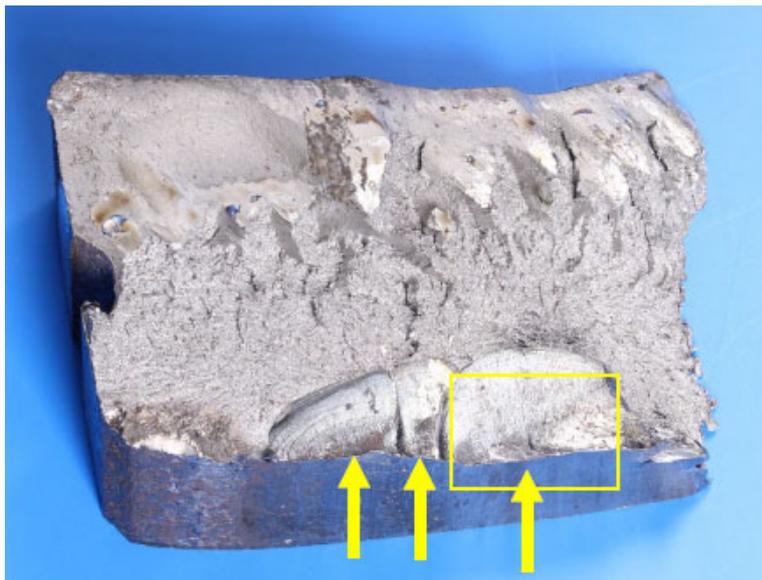
Die lichtmikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Risse sowohl schräg als auch senkrecht zur Lauffläche orientiert sind (Abbildung 9).



**Abbildung 9:** Risse schräg und senkrecht zur Lauffläche orientiert.

### 1.5.1.4 Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop

Mikroskopisch sind mehrere Bruchausgänge bei der Lauffläche erkennbar (Abbildung 10).



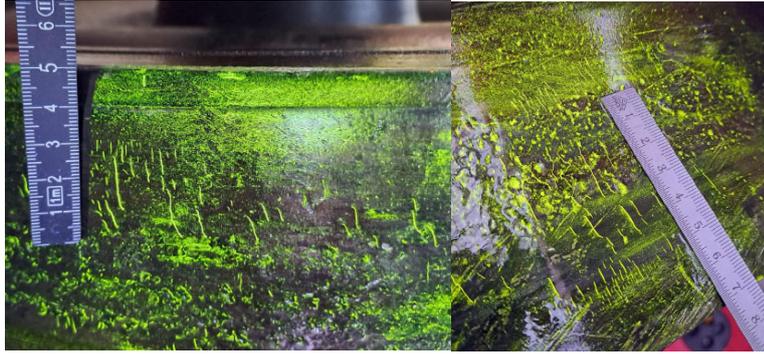
**Abbildung 10:** Bruchausgänge bei der Lauffläche (Gelbe Pfeile).

## 1.5.2 Prüfung der drei anderen Achsen

Bei der Ultraschallprüfung der drei Radsätze 2–4 wurden keine Volumenfehler in den Radkränzen gefunden.

Bei der Magnetpulverprüfung wurden bei den Radsätzen 2 und 3 lineare Rissanzeigen (ca. 25–35 mm Länge) in axialer Richtung auf der Lauffläche über den gesamten Umfang gefunden.

Beim Radsatz 4 wurden vereinzelt lineare Anzeigen (ca. 15 mm Länge) in axialer Richtung auf der Lauffläche gefunden.



**Abbildung 11:** Magnetpulverprüfungen Radsätze 3 und 4.

Diese Rissanzeigen werden später noch einer metallografischen Untersuchung unterzogen. Die Resultate werden im Schlussbericht erwähnt werden.

## **1.6 Safety Alert System, Joint Network Secretariat, JNS Broken Wheels**

### **1.6.1 Safety Alert System**

Das Safety Alert System SIS ist ein System für Aufsichts- und Untersuchungsbehörden, das ermöglicht, untereinander Sicherheitswarnungen auszutauschen.

Die Aufsichts- und Untersuchungsbehörden müssen Informationen über Gefahren melden, die nach ihrer Einschätzung ...

... sich auf Konstruktionsfehler und Nichtkonformität oder Fehlfunktionen beziehen;

... die technische Ausrüstung, einschliesslich diejenigen der strukturellen Subsysteme, betreffen;

... neu oder unerwartet sind und daher das Risiko bergen, dass sie nicht richtig kontrolliert werden;

... zu einem bedeutenden oder gar schweren Zwischenfall oder Unfall führen können;

... für mehr als einen Akteur relevant sein können.

### **1.6.2 Joint Network Secretariat**

Das Joint Network Secretariat (JNS) wurde im Jahr 2012 für die NSA<sup>3</sup>- und NRB<sup>4</sup>-Netzwerke eingerichtet, um die ERA bei der Ermittlung von Problemen und der Organisation des Austauschs von Meinungen und Lösungen innerhalb und zwischen den Netzwerken zu unterstützen.

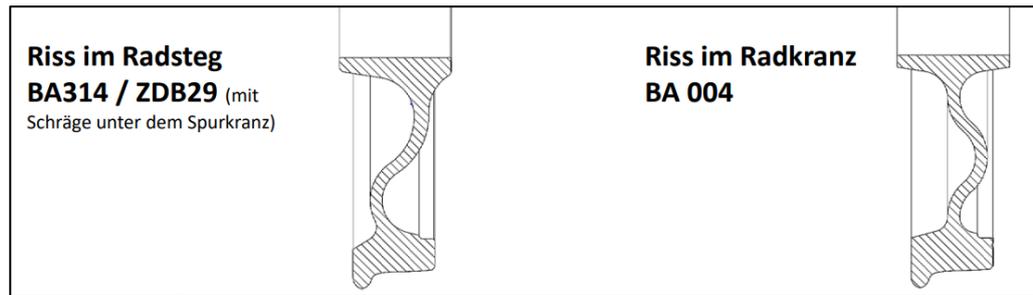
### **1.6.3 Safety Alert und Berufung der JNS Urgent Procedure «Broken Wheels»**

In den Jahren 2016 und 2017 traten in Italien und Belgien bei Güterwagen mit Rädern der Typen BA 314 und BA 004 mehrere Brüche und Risse auf (Abbildung 12).

---

<sup>3</sup> NSA: National Safety Authority

<sup>4</sup> NRB: Network of Representative Bodies



**Abbildung 12:** Von Brüchen und Rissen betroffene Radtypen (Auszug aus dem JNS Dokument).

Nach den verschiedenen Vorfällen lösten die Italienischen sowie die Belgischen Aufsichtsbehörden im Jahr 2017 einen Safety Alert aus.

Die Italienische Aufsichtsbehörde schlug dem JNS eine Urgent Procedure vor.

Das JNS beschloss daraufhin, eine Task Force "Urgent Procedure JNS Broken wheels" zu bilden.

In der Task Force, "Urgent Procedure JNS Broken wheels" wurden die Fälle analysiert.

Am 28. Juli 2017 wurden kurz- und langfristige Massnahmen zur Risikobegrenzung im Betrieb und während der Instandhaltung der Radsätze (Anlage 1) definiert sowie Vorschläge für Änderungen in Normen und Verordnungen unterbreitet.

Für Risse im Radkranz des Radtyps BA 004 erwähnt das Dokument, dass in einigen Anwendungen die Wahrscheinlichkeit für die Entstehung thermisch initiiert Defekte höher ist.

Nach dem Abschluss der "Urgent Procedure JNS Broken wheels" legte das Joint Network Secretariat mit einer "Normal Procedure Task Force Broken wheels" ihre Arbeit wie folgt fest:

- Sammlung des Feedbacks aus den Massnahmen des JNS Abschlussdokuments „Broken wheels“;
- Überwachung des Umsetzungsstands der Langfristmassnahmen;
- Falls erforderlich – Analyse neuer Fälle.

Am 28. November 2019 wurde das Dokument<sup>5</sup> "Normal Procedure Task Force Broken wheels" publiziert.

---

<sup>5</sup> [JNS Broken wheels - Output](#)

## 2 Analyse

### 2.1 Allgemeines

Sicherheitskritische Komponenten sind Komponenten, die bei einem Ausfall zu einem unmittelbaren schwerwiegenden Unfall führen können.

Die Radsätze eines Güterwagens unterliegen dieser Kategorie. Ein Versagen einer Welle oder einer Radscheibe während der Fahrt führt zu einem Führungsverlust der Achse und anschliessend zur Entgleisung des Fahrzeugs.

### 2.2 Technischen Aspekte

Dieser Zwischenbericht enthält keine abschliessende Analyse. Auf Grund der gegenwärtig vorhandenen Fakten kann jedoch Folgendes festgehalten werden:

- Die im Tunnel vor der Multifunktionsstelle Faido gefundenen Radstücke können der Achse 1 (erste in Fahrrichtung) des Wagens 11 (Wagentyp Laaiis Nr. 24 74 4220 466-2 des Wagenhalters TWA<sup>6</sup>) zugeordnet werden.
- Die Radform BA 390 ist vergleichbar mit dem Typ BA 004. Das Radmaterial war bei beiden Radtypen von der Stahlgüte ER7.

### 2.3 Ergebnisse der metallurgischen Untersuchung des gebrochenen Rades

Das gebrochene Rad hat aufgrund von Ermüdung (Schwingungsrisse) ausgehend von Rissen in der Lauffläche versagt. Der Riss entwickelte sich im Rad bis hin zum Gewaltbruch. Mehrere Risse, die ungefähr senkrecht zur Oberfläche orientiert sind, sind parallel gewachsen. Das Risswachstum fand über einen längeren Zeitraum statt. Die Lauffläche weist zahlreiche weitere Anrisse auf.

Detailliertere Angaben zur metallurgischen Untersuchung werden im Schlussbericht enthalten sein.

### 2.4 Betriebliche Aspekte

Bis zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieses Zwischenberichtes liegen keine Anhaltspunkte für vorbestehende betriebliche Mängel vor, die die Entgleisung hätten verursachen können.

---

<sup>6</sup> TWA: Transwaggon AB

### 3 Zwischenbericht

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. September 2023 (SR 742.161) bezüglich möglicher Sofortmassnahmen folgende Regelung vor:

*Art. 44 Zwischenbericht*

*Der Untersuchungsdienst teilt wesentliche Untersuchungsergebnisse, die für die Verhütung von Zwischenfällen von Bedeutung sind und Sofortmassnahmen erfordern könnten, dem zuständigen Departement und dem zuständigen Bundesamt in einem Zwischenbericht mit den entsprechenden Empfehlungen unverzüglich mit.*

Aufgrund der laufenden Untersuchung und den bisher daraus gewonnenen Ergebnissen ist die SUST zum Schluss gekommen, dass Sofortmassnahmen notwendig sein könnten. Sie erstellt deshalb den vorliegenden Zwischenbericht zuhanden der zuständigen Behörden und des Departements.

**Die vorliegenden Ergebnisse sind nicht abschliessend und verlangen weitergehende Untersuchungen zu Umständen und Ursachen des Unfalls.**

Detaillierte Angaben zum Unfallhergang und den Ursachen werden im Schlussbericht dargelegt.

## 4 Sicherheitsempfehlungen

### 4.1 Sicherheitsempfehlungen

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

*Art. 48 Sicherheitsempfehlungen*

*<sup>1</sup> Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.*

*<sup>2</sup> Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.*

*<sup>3</sup> Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.*

Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Sicherheit im öffentlichen Verkehr anzustreben.

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes unter [www.sust.admin.ch](http://www.sust.admin.ch) und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

In Anlehnung an Art. 26 Abs. 2 der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2016 über die Eisenbahnsicherheit empfiehlt die SUST dem Bundesamt für Verkehr (BAV), die folgenden Sicherheitsempfehlungen an die ERA sowie an die Aufsichtsbehörde des Mitgliedstaates (NSA-SE<sup>7</sup>), bei dem der Wagen registriert ist, weiterzuleiten:

#### 4.1.1 Kurzfristige Massnahmen zur Risikobegrenzung

##### 4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Die Radscheiben sind sicherheitskritische Komponenten, die bei einem Ausfall unmittelbar zu einem schwerwiegenden Unfall führen können.

Unabhängig davon, was die ursprüngliche Ursache eines Radscheibenrisses ist, wächst dieser, wenn er einmal initiiert ist, langsam im Rad. Sein Wachstum schreitet in Abhängigkeit der Anzahl Lastzyklen kontinuierlich bis zum Gewaltbruch des Rades im Radkörper fort.

Ein Riss in einer Radscheibe kann bis zum heutigen Zeitpunkt durch den Stand der Technik der heute in der Schweiz infrastrukturseitig vorhandenen Zugkontroll-einrichtungen nicht detektiert werden. Bei technischen Zuguntersuchungen im Betrieb kann ein Riss nur bedingt, abhängig von seiner Ausprägung und nur im sichtbaren Radbereich, festgestellt werden.

---

<sup>7</sup> NSA-SE: National Safety Authority Sweden

Die ersten Ergebnisse der Untersuchung sowie die ersten Resultaten der metallurgischen Untersuchung zeigen eine Ähnlichkeit mit den Radbrüchen, die Gegenstand der ersten «JNS Procedure Broken wheels» waren.

#### 4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 183

Die SUST empfiehlt dem Bundesamt für Verkehr (BAV), eine Ausweitung der Massnahmen, die im Rahmen des ersten JNS Urgent Procedure zur Risikobegrenzung im Betrieb und während der Instandhaltung der Radsätze definiert wurden (siehe Auszug in Anlage 1 dieses Berichtes), auf den Radsatz der Baureihe BA 390 einzuleiten.

### 4.1.2 Abruf einer JNS Procedure

#### 4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Die Radsätze sind austauschbare Komponenten, die nicht einzelnen Wagen zugeordnet werden können. Der Radsatz der Baureihe BA 390 ist bei verschiedenen Wagenhaltern in Europa im Einsatz.

Eine überstaatliche Übersicht über die Anzahl des Achsentyps der Baureihe BA 390, die in Betrieb sind, fehlt.

Wie die ersten Ergebnisse der Untersuchung darlegen, zeigt der Radscheibenbruch im Gotthard-Basistunnel eine Ähnlichkeit mit den Radscheibenbrüchen, die Gegenstand der ersten «JNS Procedure Broken wheels» war. Es zeigt sich ein gewisses systemisches Problem bei den verschiedenen Radscheibenbrüchen.

#### 4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr.184

Die SUST empfiehlt dem Bundesamt für Verkehr (BAV), die Einberufung einer «JNS Procedure» bei der ERA zu beantragen.

### 4.2 Getroffene Massnahmen

- Nach der Vorstellung der ersten Resultate der metallurgischen Untersuchung löste die SUST einen Safety Alert im SIS aus.
- Der Wagenhalter (ECM<sup>8</sup>) hat ebenfalls einen Safety Alert im SAIT<sup>9</sup> betreffend eine mögliche Auswirkung auf die Betriebssicherheit durch einen Ausfall einer sicherheitskritischen Komponente ausgelöst.
- In Anlehnung an Art. 23 Abs. 1 Bst. b der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Mai 2016 über die Eisenbahnsicherheit sendet die SUST eine Kopie dieses Zwischenberichtes zur Kenntnis an die Untersuchungsstelle NIB-SE und die ERA.

---

<sup>8</sup> ECM: Entity in Charge of Maintenance (die für die Instandhaltung zuständige Stelle).

<sup>9</sup> SAIT: Safety Alert Information Tool für EVU - Wagenhalter und ECM.

Dieser Zwischenbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) genehmigt (Art. 10 Bst. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 22. September 2023

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

## Anlage 1

### Sofortmassnahmen – Auszug aus Taskforce Broken wheels Dokument

## Task Force Broken wheels – Proposal Short Term measures Summary

Incidents on wheels BA 314 / ZDB29 (with a slope under the wheel flange) and BA004 in some application show that the actual maintenance plan and operational schemes have to be better kept under control the affected wheelsets.



#### **Solution:**

Introduction of additional measures in operation, wagon maintenance and off vehicle wheelset maintenance.

#### **Operation and wagon maintenance**

- Visual inspection of the wheels before departure
- Inspection of the wheels during change of brake blocks
- Visual inspection of the wheels in workshops (complementary to EVIC)
- Elimination of the marking for thermostable wheels (removal of white stripes on axle box)

#### **Off vehicle wheelset maintenance**

- Intensified measures after findings in operation and wagon maintenance
- Stronger criteria for residual stress measurements

**Abbildung 13:** Auszug aus dem Dokument «Taskforce Broken wheels».

