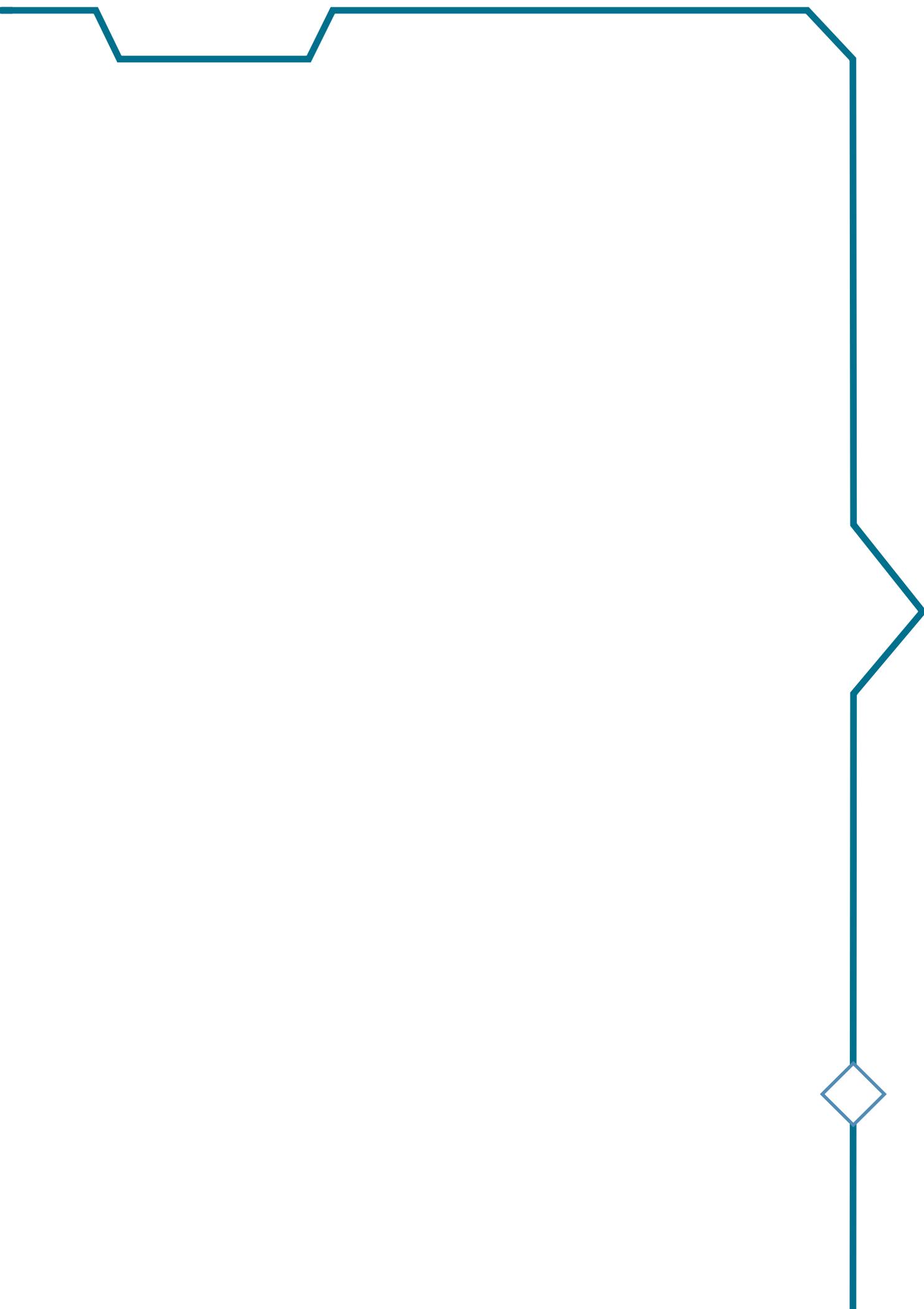


Zusammenfassung
Sicherheitsuntersuchungsbericht
Entgleisung eines Güterzuges
des Eisenbahnunternehmens Lineas
Aubange - 19. Mai 2017

TABELLE DER VERSIONEN DES BERICHTS

<u>Versionsnummer</u>	<u>Grund der Überarbeitung</u>	<u>Datum</u>
1.0	Erste Version	19/07/2018

Jegliche Verwendung dieses eingeschränkten Berichts mit einem anderen Ziel als der Unfallverhütung - zum Beispiel zur Feststellung der Haftung - insbesondere individueller oder kollektiver Schuld - wäre eine vollständige Verzerrung der Ziele dieses Berichts, der zu seiner Zusammensetzung verwendeten Methoden, der Auswahl der gesammelten Fakten, der Art der gestellten Fragen und der sie organisierenden Ideen, zu denen der Begriff der Haftung unbekannt ist. Die Schlussfolgerungen, die daraus abgeleitet werden könnten, wären daher im wörtlichen Sinne missbräuchlich. Im Falle eines Widerspruchs zwischen bestimmten Wörtern und Begriffen ist die französische Version maßgebend.



1. ZUSAMMENFASSUNG

Sachverhalt

Am 19. Mai 2017, kurz vor 3 Uhr morgens, fährt der Güterzug 40378 des Eisenbahnunternehmens Lineas in Virton ab und bewegt sich auf der Linie 165. Er besteht aus einer elektrischen Lokomotive vom Typ 13 und 25 Güterwagen.

Nachdem er eine Strecke von ungefähr 6 km zurückgelegt hat, kurz vor dem unbesetzten Haltepunkt von Halanzy, bricht das rechte Rad des Radsatzes 3-3' (Mitteldrehgestell auf einem Gelenkwagen) des 24. Güterwagens und ein Bruchstück des Rads löst sich vom Rad, gefolgt von einem zweiten Bruchstück.

Kein Element des Führerstands zeigt dem Triebfahrzeugführer den Bruch des Rads an und der Zug setzt seine Fahrt fort.

Das Mitteldrehgestell des 24. Güterwagens entgleist und begibt sich in eine „Krebsposition“, was zu Schäden an der Infrastruktur und diversen Signalisierungselementen führt.

Die Entgleisung des 24. Güterwagens (Nr. 3368 4952 072-9) ist die Folge des Bruchs des rechten Rads des Radsatzes 3-3' des Güterwagens (siehe nachstehende Abbildung).



Illustration of a Sggmrs-type wagon, showing the 3-3' axle.

Der Block 23 von Bertrix stellt diverse Störungen im Bereich der Infrastruktur und der Signalisierung des Streckenabschnitts zwischen Halanzy und Aubange nach der Vorbeifahrt des Zugs 40378 fest: unnormale Belegungen und Freimachung von Gleisstromkreisen, die die Anwesenheit von Zügen in den Abschnitten, Kontrollverluste mehrerer Weichen sowie Notsignale auf Bahnübergängen registrierten.

Das Personal des Blocks 23 kontaktiert den Triebfahrzeugführer, um bei ihm zu erfragen, ob er Probleme mit seinem Zug erfährt: Dieser hat kein Problem bemerkt und setzt seine Fahrt fort.

Überzeugt davon, dass das Problem vom Zug kommt, nimmt der Block erneut Kontakt mit dem Führer auf und fordert diesen auf, seinen Zug anzuhalten und zu einer Kontrolle überzugehen. Der Führer bringt den Zug auf der Höhe von Kilometerstein 141200 zum Stehen. Dieser Kontakt wird vom Alarm unterbrochen, den Traffic Control über GSM-R auslöst, der gleichzeitig den Verkehr unterbricht.

Durch die Kontrolle des Zuges durch den Führer wird festgestellt, dass die zwei letzten Güterwagen des Zuges entgleist sind. Die ersten Kontrollen des Rollmaterials, der Gleise und der Gleisumgebung zeigten, dass eines der Räder des vorletzten Güterwagens ungefähr 17 km vor dem Haltepunkt des Zuges gebrochen war, was zu einer Entgleisung dieses Güterwagens führte.



Gutachten bezüglich des gebrochenen Rades und der Drehgestellachsen

Die Stücke des gebrochenen Rades sowie der betreffende Radsatz und die zweite Drehgestellachse wurden im Labor untersucht, um den Grund für den Bruch des Rades zu bestimmen.

Daraus ging hervor, dass aufgrund einer Bremsstörung, einer zu energischen Bremsung oder die Anwendung von aggressiven Bremsklotzsohlen, wie beispielsweise gewissen LL-Verbundstoffsohlen, es zu Mängeln an der Lauffläche, wie etwa zu Wärmerissen und Haarrissen, und zu bedeutenden Erwärmungen der Radfelge kommen kann.

Die im Bereich der Verbindung Radsteg/Radfelge auf den Stücken des gebrochenen Rads beobachteten Beschädigungen an der Farbe, bestätigen diese Tatsache.

Diese Mängel haben sich im Laufe des Betriebs als Ermüdung in radialer Richtung ausgebreitet, unter der Einwirkung der thermischen Beanspruchung.

Das Gutachten kommt auf der Grundlage der Laboranalyse zu dem Schluss, dass:

- Die beobachteten Phänomene die deutliche Erhöhung der Temperatur der Radfelge im Laufe des vom Güterwagen durchgeführten Betriebs bestätigen;
- Das am gebrochenen Rad aufgetretene Problem nicht so sehr ein Problem des Radprofils (Höhe des Spurkranzes oder Wert der äquivalenten Konizität) ist, sondern vielmehr ein Problem der Beständigkeit gegen thermische Beanspruchungen und der Kreisläufe dieser Beanspruchungen, denen das Rad ausgesetzt ist;
- Die Erwärmung auf die Gesamtheit der Räder des Drehgestells wirkte und mit zu intensiven Bremsfolgen und/oder einer Verwendung eines unangepassten Rad/Sohlen-Paares in Verbindung stehen.



Fragment n°	Borne Kilométrique (BK)	
1	127.800	
2	127.000	
3	124.000	
4	124.000	

Wem gehört der Güterwagen?

Der Güterwagen wurde im Jahr 2003 hergestellt von der Gesellschaft LOSTR im Auftrag der Gesellschaft für den Erwerb und die Verwaltung von Eisenbahngüterwagen „Ahaus Alstätter Eisenbahn Cargo AG“ (AAE abgekürzt).

Der Güterwagen wurde zugelassen und registriert im NFR (Nationales Fahrzeugregister) von der deutschen Nationalen Sicherheitsbehörde (Eisenbahn-Bundesamt).

Gemäß dem Anhang CUV¹ des COTIF² von 1999 ist der Halter nicht mehr dazu verpflichtet seine Güterwagen bei einem Eisenbahnunternehmen registrieren zu lassen.

Die Verwendung von Güterwagen als Beförderungsmittel durch Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) erfordert die Schaffung von Vertragsbestimmungen, die die Rechte und Pflichten der Vertragspartner festlegen.

Um die Vielzahl der bilateralen Abkommen zu beschränken, die zwischen den Benutzern/Haltern der Güterwagen und allen Eisenbahnunternehmen geschlossen werden mussten, haben die Akteure des Sektors ab 2002/2003 Versammlungen abgehalten, um den Allgemeinen Vertrag für die Verwendung von Güterwagen (AVV oder GCU auf Englisch) festzulegen.

Diese Akteure sind:

- Die alteingesessenen Eisenbahngesellschaften (über die UIC);
- Die neuen Marktteilnehmer (über die ERFA³);
- Die Eigentümer der Güterwagen (über die UIP).

Zum Zwecke der Steigerung der Effizienz und der Wettbewerbsfähigkeit des Schienengüterverkehrs vereinbarten die dem AVV (Allgemeinen Vertrag für die Verwendung von Güterwagen) beigetretenen Halter und EVU die Anwendung der Bestimmungen dieses Vertrags.

Beim AVV handelt es sich um ein bilaterales Abkommen, das sich auf das internationale Übereinkommen COTIF 1999 und seinen Anhang CUV stützt. Der AVV legt die gegenseitigen Rechte und Pflichten der Güterwagenhalter (K) und Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) bei der Verwendung der Güterwagen als Beförderungsmittel innerhalb und außerhalb Europas fest.

Im Jahr 2015 übernimmt die Gruppe VTG die Aktivitäten der Gesellschaft AAE: VTG wird der neue Eigentümer der von AAE besessenen Güterwagen und folglich auch vom Güterwagen 33 68 4952 072-9.

Eine einzelne Instanz trägt die Verantwortung für die Instandhaltung und die Verwaltung des Instandhaltungsplans.

Die Gesellschaft VTG verfügt über eine Zertifizierung als eine für die Instandhaltung zuständige Stelle (ECM).

Die Gesellschaft VTG ist gleichzeitig Eigentümer und ECM des Güterwagens 33 68 4952 072-9.

LINEAS ist ein europäisches Schienengüterverkehrsunternehmen, das Züge mit offenem Zugang in Belgien, Luxemburg, den Niederlanden, Frankreich und Deutschland betreibt. Es verfügt über seine eigenen Güterwagen, ist jedoch auch EVU und somit „Benutzer“ von Güterwagen, die unterschiedlichen Haltern gehören, darunter die Güterwagen der VTG.

¹ CUV = Vertrag über die Verwendung von Wagen im internationalen Eisenbahnverkehr.

² COTIF = Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr.

³ ERFA = European Rail Freight Association. Die ERFA wurde im Jahr 2002 in Brüssel gegründet durch einige neue Schienengüterverkehrsunternehmen (private und unabhängige europäische Gesellschaften), mit dem Ziel die europäische Vision eines liberalisierten Eisenbahnmarktes zu unterstützen.



Während einer Instandhaltung des Güterwagens 33 68 4952 073-9 im November 2015 wurden die Bremsklotzsohlen aus Gusseisen durch LL-Verbundstoffsohlen durch VTG ersetzt.

Warum LL-Verbundstoffsohlen?

Lärm ist seit langem ein Schwerpunkt des Eisenbahnsektors. Es gibt ein wachsendes Bewusstsein bezüglich des Einflusses von Schienenlärm auf die Volksgesundheit. Dies führte zu:

- Einem Druck seitens Anwohner der Eisenbahnlinien, der Regierungen und der Gesundheitsorganisationen für eine erhöhte Schalldämpfung;
- Zusatzkosten für die Isolierung der Gleisumgebung (Lärminderung);
- Beantragungen von Verfügbarkeits-/Kapazitätsgrenzen;
- Widerstände gegen die Netzausweitung.

Entwicklungen neuer Strategien und Technologien für die Lärmverwaltung sind innerhalb des Sektors entstanden. Eine davon besteht in der Dämpfung des Schienen/Rad-Kontakts („glatte Räder auf glatten Schienen“-Prinzip).

Seit Jahrzehnten bestehen die Bremsklotzsohlen von Güterwagen aus Gusseisen: Ihr Einfluss auf den Stahl der Räder ist zwar wenig schädlich, jedoch verschleißten sie schnell und verändern damit die Lauffläche der Räder auf denen sie angebracht sind.

Studien zeigen den Vorzug anderer Materialien auf, worunter Verbundwerkstoffe. Die betreffenden Sohlen werden aus einer Mischung aus Metallpulver und anderen Zusatzstoffen gefertigt. Die Studien zielen auf den Erhalt leistungsstärkerer Bremsklotzsohlen ab, die das Rad während der Bremsung polieren. In Kombination mit glatten Schienen ermöglicht dies die Rollgeräusche um ungefähr 10dB zu reduzieren, was eine Reduzierung des empfundenen Lärms um die Hälfte bedeutet.

Zwei technische Lösungen wurden entwickelt: die K-Verbundstoffsohlen und die LL-Verbundstoffsohlen⁴.

Zulassung von LL-Sohlen

Eine Arbeitsgruppe der UIC erstellt ein technisches Gutachten zur Freigabe einer oder mehrerer LL-Sohlen.

Eine neue Ausgabe des UIC Merkblattes 541-4 wurde erstellt, in denen zusätzliche Tests aufgenommen sind.

Die UIC empfiehlt,

- dass das Zulassungsverfahren der Arten von Bremseinheiten auf die kommenden drei Jahre ausgeweitet wird;
- dass für jede Kombination vom Typ Güterwagen und Bremseinheit, Gleitprüfungen durchgeführt werden, um die Bremsleistung zu bestätigen;
- dass die äquivalente Konizität der Räder im Betrieb überwacht werden;
- dass alle Prüfdaten hinsichtlich der Sicherheit, der Rentabilität und der Leistung der UIC geliefert werden.

Im Dezember 2010 beginnt die UIC das „EuropeTrain“-Projekt, mit dem Ziel das langfristige Verhalten unterschiedlicher Zusammensetzungen von LL-Bremsklotzsohlen zu untersuchen und das Zulassungsverfahren von LL-Sohlen zu beschleunigen.

⁴ LL = Low friction Low noise.

Die Messmaßnahmen des „EuropeTrain“-Projekts sind seit Ende September 2012 beendet: mehr als 200.000 km wurden von 16 Zügen zurückgelegt auf der Grundlage von 5 unterschiedlichen Schleifen unter sehr unterschiedlichen klimatischen, topografischen und betrieblichen Bedingungen. Statische und dynamische Messungen zur Festlegung der Stabilität gewisser Güterwagen wurden durchgeführt.

LL-Sohlen wurden im Laufe des Jahres 2013 zugelassen⁵.

Aus den Tests des „EuropeTrain“ gezogene Schlussfolgerungen sowie gefolgerte Maßnahmen und Bestimmungen wurden in mehreren Dokumenten zusammengeführt, worunter:

- Das Dokument V-BKS(LL), gültig ab 1. August 2013, Anwendungsrichtlinie V-BKS (LL), die die Auslegung (Teil 1) festlegt, den Betrieb, die Überwachung und Instandhaltung (Teil 2) der Güterwagen, die mit LL-Verbundstoffsohlen, im Sinne des UIC-Merkblattes 541-4, zertifiziert gemäß dem UIC-Merkblatt 540-00, ausgerüstet sind.
- Das UIC-Merkblatt 518 „Fahrtechnische Prüfung und Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Fahrsicherheit, Fahrwegbeanspruchung und Fahrverhalten“.

Das Dokument V-BKS(LL) legt die vom Rollmaterial zu erfüllenden Bedingungen fest, damit die Sohlen aus Gusseisen durch LL-Sohlen ersetzt werden können. Es sammelt ebenfalls die Überwachungs- und Betriebsmaßnahmen des Rollmaterials.

Verfahren zur Änderung von Güterwagen

Die Umgestaltung von Güterwagen unterliegt den Bedingungen der Richtlinie 2008/57/EG (Art. 20). Der Mitgliedstaat muss folglich unter Berücksichtigung der TSI entscheiden, ob der Umfang der Arbeiten die Notwendigkeit einer neuen Inbetriebnahme begründet. Eine solche neue Inbetriebnahme ist immer dann erforderlich, wenn durch die geplanten Arbeiten die Gefahr einer Beeinträchtigung des Sicherheitsniveaus besteht.

Im Rahmen der Änderung der Sohlen des Güterwagens hat sich die Gesellschaft VTG auf das Dokument V-BKS (LL), gültig ab 1. August 2013, basiert⁶.

Das Dokument V-BKS (LL) legt den Anwendungsbereich der Güterwagen fest, die für den Ersatz der Sohlen aus Gusseisen durch LL-Sohlen in Frage kommen.

Dieses Dokument beschreibt die Bedingungen, die der Güterwagen für diese Änderung erfüllen muss. Es wurde festgestellt, dass der Güterwagen 33 68 4952 072-9 alle Anforderungen von V-BKS(LL) erfüllte.

Im Jahr 2015 hat die ECM VTG, in dem sie sich für gewisse Punkte auf die im Dokument „V-BKS (LL)“ genannten Bedingungen und für einen anderen Punkt auf die vom „EuropeTrain“-Projekt erzielten Ergebnisse basierte, die Sohlen aus Gusseisen durch LL-Verbundstoffsohlen ersetzt.

⁵ Die interoperablen Bremsen sind in der Liste G im Anhang der TSI WAG aufgeführt (siehe <http://www.era.europa.eu/Document-Register/Pages/CR-WAG-TSI.aspx>)

⁶ Die Anwendungsrichtlinie V-BKS (LL) (UIC), die die Auslegung (Teil 1) festlegt, den Betrieb, die Überwachung und Instandhaltung (Teil 2) der Güterwagen, die mit LL-Verbundstoffsohlen im Sinne des UIC-Merkblattes 541-4, zertifiziert gemäß dem UIC-Merkblatt 540-00, ausgerüstet sind.

Überwachung der Räder und Radsätze der Güterwagen

Es sind in Übereinstimmung mit UIC-Merkblatt 510-2 für die Räder nachfolgende Bestimmungen einzuhalten:

- Die Überwachung der Räder im Betrieb werden gemäß den Bestimmungen des AVV durchgeführt.
- Alle Radsätze der mit LL-Verbundstoffsohlen ausgerüsteten Wagen unterliegen bei jeder Werkstattzuführung einer besonderen Überprüfung. Die Beurteilung des Zustandes und die Behandlung der Räder erfolgen gemäß AVV oder UIC-Merkblatt 510-2 und in Übereinstimmung mit den in der Baurichtlinie V-BKS (K) beschriebenen Verfahren:
 - sichtbare Merkmale thermischer Überbeanspruchung (z. B. deutlicher, scharf abgegrenzter Farbabbrand unter dem Radkranz, blau gefärbte Radkränze, Materialauftragungen),
 - starker bzw. ungleichmäßiger Verschleiß, Lauffläschenschäden und Wärmerisse.

Gemäß den Bestimmungen des AVV finden vor jeder Abfahrt des Zuges „technische Übergangsuntersuchungen“ des Zuges statt. Der Güterwagen 33 68 4952 072-9 wurde folglich mehrmals zwischen März 2017 (Datum der Zuführung des Güterwagens in die Werkstatt der ECM) und dem 19. Mai 2017 (Datum des Unfalls) überprüft.

Die Überprüfung des Rades wurde jedoch durch dessen Design erschwert: Das nachstehende Foto liefert einen Anhaltspunkt des sichtbaren Teils vom Rad eines Güterwagens desselben Typs wie der Güterwagen 33 68 4952 072-9.



Nach Einbau der LL-Sohlen im November 2015 wurde der Güterwagen 33 68 4952 072-9 mehrmals der Werkstatt für präventive Wartungen zugeführt, insbesondere im Oktober 2016 und März 2017.

Im Dezember 2016 wurden die Bremsklotzsohlen des Güterwagens 33 68 4952 072-9 ausgetauscht.

Keine der uns zur Verfügung stehenden Information zeigt die sichtbaren Merkmale thermischer Überbeanspruchung, Lauffläschenschäden oder Wärmerisse.

Weder die unterschiedlichen technischen Übergangsuntersuchungen, noch die Wartungen von März 2017 des Güterwagens 33 68 4952 072-9 haben Unregelmäßigkeiten auf den Rädern des Güterwagens aufgezeigt.

Überwachung der Radprofile

Es wurde festgestellt, dass die Verwendung von LL-Bremseinheiten einen schnelleren Anstieg der äquivalenten Konizität hervorruft, als mit Bremseinheiten aus Gusseisen (linearer Verlauf, selbst bei einer erhöhten Laufleistung).

Dies würde eine 2-mal häufigere Profilberichtigung erfordern, d. h. alle 100.000 km (wenngleich auch diese Zahlen von den Verwendungsbedingungen abhängen).

Die UIC empfiehlt eine Kontrolle alle 50.000 km und eine Profilberichtigung alle 150.000 bis 200.000 Kilometer.

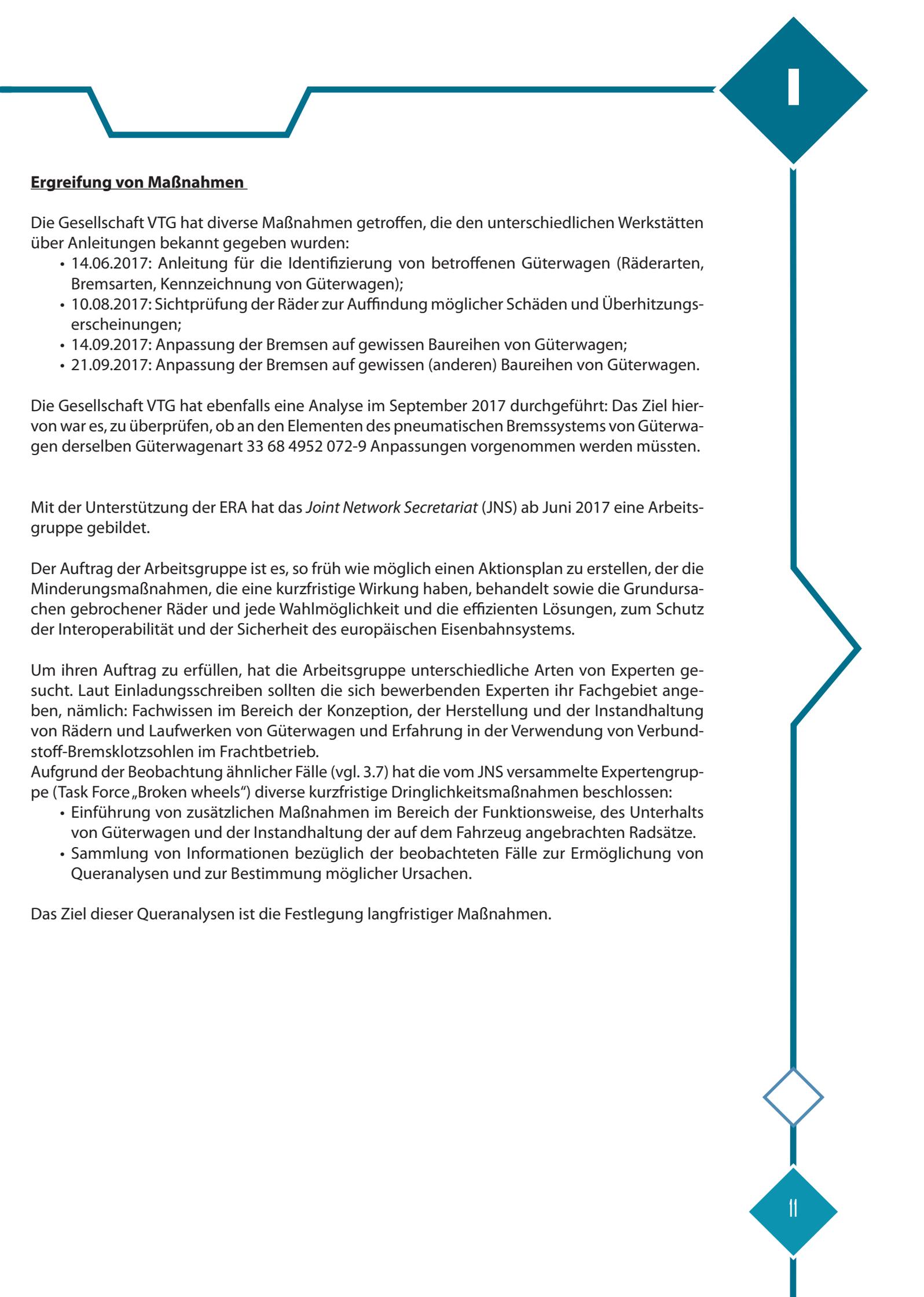
Ferner sieht das Dokument „V-BKS (LL)“ vor, dass basierend auf ihre spezifischen und im Rahmen einer entsprechenden Risikobewertung nachgewiesenen Erfahrungen, die ECM die Anforderungen an die Überwachung der Radprofile eines Güterwagens, auf dem die LL-Sohlen installiert wurden, anpassen kann.

Aufgrund von während Prüfungen gesammelten Erfahrungswerten, hätte die Gesellschaft VTG eine erste Instandhaltung vorgesehen, sobald der Güterwagen 3368 4952 072-9 nach der Profilberichtigung der Räder des Güterwagens 200.000 km gefahren hätte.

Die Prüfungen und die gesammelten Erfahrungswerte hatten es VTG erlaubt, festzulegen, dass weder die Höhe des Spurkranzes noch die äquivalente Konizität die kritischen Werte während der Verwendung der LL-Bremssklotzsohlen überschritten hatten, selbst nach einer Laufleistung von über 200.000 km.

Gemäß den für diesen Güterwagen verfügbaren Daten, hatte der Güterwagen zum Zeitpunkt des Unfalls ungefähr 193.000 km seit der letzten Profilberichtigung der Räder im Oktober 2015 gelaufen.





Ergreifung von Maßnahmen

Die Gesellschaft VTG hat diverse Maßnahmen getroffen, die den unterschiedlichen Werkstätten über Anleitungen bekannt gegeben wurden:

- 14.06.2017: Anleitung für die Identifizierung von betroffenen Güterwagen (Räderarten, Bremsarten, Kennzeichnung von Güterwagen);
- 10.08.2017: Sichtprüfung der Räder zur Auffindung möglicher Schäden und Überhitzungserscheinungen;
- 14.09.2017: Anpassung der Bremsen auf gewissen Baureihen von Güterwagen;
- 21.09.2017: Anpassung der Bremsen auf gewissen (anderen) Baureihen von Güterwagen.

Die Gesellschaft VTG hat ebenfalls eine Analyse im September 2017 durchgeführt: Das Ziel hiervon war es, zu überprüfen, ob an den Elementen des pneumatischen Bremssystems von Güterwagen derselben Güterwagenart 33 68 4952 072-9 Anpassungen vorgenommen werden müssten.

Mit der Unterstützung der ERA hat das *Joint Network Secretariat* (JNS) ab Juni 2017 eine Arbeitsgruppe gebildet.

Der Auftrag der Arbeitsgruppe ist es, so früh wie möglich einen Aktionsplan zu erstellen, der die Minderungsmaßnahmen, die eine kurzfristige Wirkung haben, behandelt sowie die Grundursachen gebrochener Räder und jede Wahlmöglichkeit und die effizienten Lösungen, zum Schutz der Interoperabilität und der Sicherheit des europäischen Eisenbahnsystems.

Um ihren Auftrag zu erfüllen, hat die Arbeitsgruppe unterschiedliche Arten von Experten gesucht. Laut Einladungsschreiben sollten die sich bewerbenden Experten ihr Fachgebiet angeben, nämlich: Fachwissen im Bereich der Konzeption, der Herstellung und der Instandhaltung von Rädern und Laufwerken von Güterwagen und Erfahrung in der Verwendung von Verbundstoff-Bremsklotzsohlen im Frachtbetrieb.

Aufgrund der Beobachtung ähnlicher Fälle (vgl. 3.7) hat die vom JNS versammelte Expertengruppe (Task Force „Broken wheels“) diverse kurzfristige Dringlichkeitsmaßnahmen beschlossen:

- Einführung von zusätzlichen Maßnahmen im Bereich der Funktionsweise, des Unterhalts von Güterwagen und der Instandhaltung der auf dem Fahrzeug angebrachten Radsätze.
- Sammlung von Informationen bezüglich der beobachteten Fälle zur Ermöglichung von Queranalysen und zur Bestimmung möglicher Ursachen.

Das Ziel dieser Queranalysen ist die Festlegung langfristiger Maßnahmen.

Untersuchungsstelle für Eisenbahnunfälle und -vorfälle
<http://www.mobilit.belgium.be>

