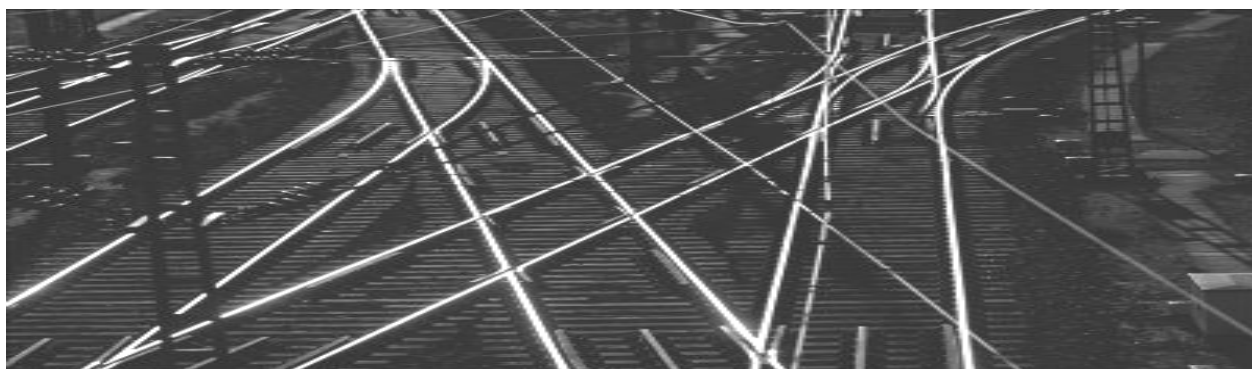




# Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: 60uu2014-06/002-3323

Stand: 03.09.2015 Version: 1.0



## **Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb**

Ereignisart:	Fahrzeugbrand
Datum:	04.06.2014
Zeit:	23:10 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Kamen - Üst Nordböge
Streckennummer:	2650
Kilometer:	137,800

**Veröffentlicht durch:**

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

## Inhaltsverzeichnis:

	<b>Seite</b>
<b>1 Zusammenfassung .....</b>	<b>6</b>
1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses .....	6
1.2 Folgen .....	6
1.3 Ursachen .....	6
<b>2 Vorbemerkungen .....</b>	<b>6</b>
2.1 Organisatorischer Hinweis .....	6
2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung.....	7
2.3 Mitwirkende.....	7
<b>3 Ereignis.....</b>	<b>8</b>
3.1 Hergang .....	8
3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	9
<b>4 Untersuchungsprotokoll .....</b>	<b>9</b>
4.1 Notfallmanagement.....	9
4.2 Untersuchung von Fahrzeugen .....	10
4.2.1 Erstbesichtigung des Triebfahrzeugs .....	10
4.2.2 Fahrzeuguntersuchung.....	12
4.3 Interpretation der Unfallspuren / Schadensentwicklung .....	16
4.4 Vergleichbare Ereignisse - bisher getroffene Maßnahmen .....	17
<b>5 Auswertung und Schlussfolgerungen.....</b>	<b>22</b>

## Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Lageplan .....	9
Abb. 2: beschädigte Klemmschuhe / Klemmstelle .....	10
Abb. 3: abgebrannte Fahrmotorkabel.....	11
Abb. 4: Abbrandspuren Fahr-/ Bremswender.....	11
Abb. 5: Übergabebuch, Störmeldung .....	12
Abb. 6: Übergabebuch, Erledigungsvermerk .....	12
Abb. 7: Anschlussleitungen am ausgebauten FM .....	14
Abb. 8: Eindruckstellen Aluminiumstromschiene .....	15

## Abkürzungsverzeichnis

AA	Arbeitsanweisung
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BPol	Bundespolizei
BÜ	Bahnübergang
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBL	Eisenbahnbetriebsleiter
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERA	Europäische Eisenbahn Agentur
ESO	Eisenbahn-Signalordnung
EUB	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FM	Fahrmotor
IHB	Instandhaltungshandbuch
NE	Nichtbundeseigene Eisenbahn
Nmg	Notfallmanager
Pbf	Personenbahnhof
Ril	Richtlinie
SB	Sicherheitsbehörde
Sbk	Selbstblocksignal
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
Tf	Triebfahrzeugführer
Tfz	Triebfahrzeug
Üst	Überleitstelle

## **1 Zusammenfassung**

### **1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses**

Am 04.06.2014 gegen 23:10 Uhr blieb der Regionalexpress (RE) 10637 des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) DB Regio AG auf dem Laufweg Düsseldorf Abstellbahnhof – Hamm(Westf.) Pbf, zwischen Kamen und der Überleitstelle (Üst) Nordbögge, aufgrund eines Kabelbrandes am Triebfahrzeug (Tfz) etwa in Streckenkilometer 137,800 liegen.

### **1.2 Folgen**

Am Tfz der Baureihe 112 134 (91 80 6112 134-2) kam es zu einem Kabelbrand am Kabelbündel D1 des Fahrmotors (FM) 1. Nach vollständiger Kabelunterbrechung kam es zusätzlich zu einem Überschlag zwischen den Stromschienen AW 10 und FW 10 sowie an weiteren Stellen des Stromkreises.

Der Tf wurde aufgrund des Verdachts auf Rauchgasvergiftung dem örtlichen Krankenhaus zugeführt. Die etwa 40 Reisenden blieben unverletzt.

Es entstand ein geschätzter Sachschaden in Höhe von 10.000 €. Die Weiterfahrt des Zuges verzögerte sich bis zur Gestellung eines Hilfs-Tfz bis um 2:02 Uhr des Folgetages. Eine Evakuierung der Reisenden hat nicht stattgefunden.

### **1.3 Ursachen**

Die mangelhafte Arbeitsausführung durch die Nichtbeachtung von vorgeschriebenen Instandhaltungsanweisungen durch die Mitarbeiter der zuständigen Werkstatt Dortmund führte letztendlich zum Brand des Tfz.

Begünstigt wurde dies durch die konstruktive Ausführung der Aluminiumstromschienen mit den vier einzeln geklemmten Leitungen je Fahrmotoranschluss in Verbindung mit dem begrenzten Einbauraum und den dadurch erforderlichen erhöhten Instandhaltungsaufwand.

## **2 Vorbemerkungen**

### **2.1 Organisatorischer Hinweis**

Mit der Richtlinie 2004/49/EG zur Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft (Eisenbahnsicherheitsrichtlinie) wurden die Mitgliedstaaten der europäischen Union verpflichtet, unabhängige Untersuchungsstellen für die Untersuchung bestimmter gefährlicher Ereignisse einzurichten.

Diese Richtlinie wurde mit dem 5. Gesetz zur Änderung eisenbahnrechtlicher Vorschriften vom 16. April 2007 umgesetzt und die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) eingerichtet. Die weitere Umsetzung der Sicherheitsrichtlinie erfolgte durch die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) vom 05.07.2007.

Die Leitung der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) liegt beim Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). Zur Durchführung der Untersuchungen greift die Leitung der EUB auf die Untersuchungszentrale beim Eisenbahn-Bundesamt - die fachlich ausschließlich und unmittelbar dem Leiter der EUB untersteht - zurück.

Näheres hierzu ist im Internet unter >> [www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de](http://www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de) << eingestellt.

## **2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung**

Ziel und Zweck der Untersuchungen ist es, die Ursachen von gefährlichen Ereignissen aufzuklären und hieraus Hinweise zur Verbesserung der Sicherheit abzuleiten. Untersuchungen der EUB dienen nicht dazu, ein Verschulden festzustellen oder Fragen der Haftung oder sonstiger zivilrechtlicher Ansprüche zu klären und werden unabhängig von jeder gerichtlichen Untersuchung durchgeführt.

Die Untersuchung umfasst die Sammlung und Auswertung von Informationen, die Erarbeitung von Schlussfolgerungen einschließlich der Feststellung der Ursachen und gegebenenfalls die Abgabe von Sicherheitsempfehlungen. Die Vorschläge der Untersuchungsstelle zur Vermeidung von Unfällen und Verbesserung der Sicherheit im Eisenbahnverkehr werden der Sicherheitsbehörde und, soweit erforderlich, anderen Stellen und Behörden oder anderen Mitgliedstaaten der EU in Form von Sicherheitsempfehlungen mitgeteilt.

## **2.3 Mitwirkende**

Im Rahmen der Sachverhaltsermittlung und Ursachenerforschung wurden folgende externe Stellen einbezogen:

- DB Regio AG, Region NRW
- DB Regio AG, Baureihenmanagement

### **3 Ereignis**

#### Vorbemerkung:

Durch die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes (EUB) wurde unmittelbar nach dem Ereigniseintritt keine Sachverhaltsermittlung vor Ort durchgeführt. Der Abschlussbericht basiert auf den Untersuchungsergebnissen einer durch die EUB nachträglich durchgeführten Fahrzeugbesichtigung und auf Informationen, die gemäß § 2 Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) von der EUB bei den beteiligten Eisenbahnen abgefordert wurden.

Die zu diesem Ereignis zur Verfügung gestellten Informationen sind grundsätzlich plausibel und lassen Schlussfolgerungen in Bezug auf die Unfallursache zu.

#### **3.1 Hergang**

Am 04.06.2014 verkehrte der Zug RE-D 10637 bestehend aus dem Tfz 112 134 und fünf Doppelstockreisezugwagen. Gemäß Fahrplan sollte der Zug von Düsseldorf Abstellbahnhof nach Hamm(Westf.) Pbf laufen. Nach den Angaben des Tf verlief die Zugfahrt bis zum Ereigniseintritt ohne nennenswerte Besonderheiten.

Der Tf brachte den Zug aufgrund des planmäßigen Verkehrshalts im Bahnhof Kamen am Bahnsteig zum Halten. Während er seinen Zug nach dem Halt wieder beschleunigte, kam es auf dem besetzten Führerstand 1 zu einer Explosion im Bereich der Fahrmotorklemmstellen mit Stichflamme in den Führerraum. In der Folge entstand eine starke Rauchentwicklung. Der Tf brachte daraufhin den Zug vor dem Selbstblocksignal (Sbk) 55 in Streckenkilometer 137,8 zum Stehen und verständigte den Fdl. Der relativ kleine Brandherd wurde durch die herbeigerufene Feuerwehr gelöscht.





Todesopfer sind keine zu beklagen. Der Triebfahrzeugführer wird bei dem Ereignis leicht verletzt und erleidet einen Schock. Der Sachschaden beläuft sich auf mehrere 1.000 Euro.

Der EUB wurden keine Umstände bekannt, die das Einleiten und Abarbeiten der Notfallmeldenkette verzögert oder maßgeblich beeinträchtigt hätten.

## 4.2 Untersuchung von Fahrzeugen

### 4.2.1 Erstbesichtigung des Triebfahrzeugs

Im Rahmen der Voruntersuchung wurde am 05.06.2014 das Tfz durch die EUB in Dortmund Bbf besichtigt. Dabei wurde folgender Sachverhalt festgestellt:

Das Tfz befand sich abgerüstet abgestellt im Betriebsbahnhof Dortmund. Im Führerraum auf der Beimannseite, hinter einer Klappe in der Führerraumrückwand verborgen, befinden sich die Klemmstellen des betroffenen FM. Das vorgefundene Schadbild an den Klemmstellen zwischen der Aluminiumstromschiene und den Fahrmotoranschlussleitungen wird auf den folgenden Abbildungen deutlich.

In Abbildung 3 ist im hinteren Bereich eine bis zum Kabelschuh durchgebrannte Fahrmotoranschlussleitung zu erkennen. Der Kabelschuh ist noch an der Aluminiumstromschiene verschraubt. An den anderen Kabelschuhen im Vordergrund sind ebenfalls Rußablagerungen zu finden. Die durchgebrannten Fahrmotoranschlussleitungen und die weitgehend unbeschädigte Klemmleiste sind auf Abbildung 4 zu erkennen.

Es fanden sich außerdem Abbrandspuren auf den Wenderelementen der Fahr-/ Bremswendern bzw. den Richtungswendern, welche in der Abbildung 5 erkennbar sind.



Abb. 2: beschädigte Klemmschuhe / Klemmstelle



Abb. 3: abgebrannte Fahrmotorkabel



Abb. 4: Abbrandspuren Fahr-/ Bremswender

30.05	3292		E2D	A1B 24 <sup>00</sup> C	voller Massenschuß -	FZB	
30.05.	2052		HM		<del>Füß 1 nicht zeitweise nach angebrannten Kiebln</del>		(A04)

Am 30.05. wurde durch einen Tf ein voller Masseschluss, sowie im Führerraum 1 zeitweiser Geruch nach angebrannten Kabeln festgestellt. Die eingetragene Feststellung wurde durch den Tf wie vorgesehen an die zuständige Stelle gemeldet (EZB-Meldung). Nach weiteren zwei Betriebstagen wurde im Rahmen der anschließend durchgeführten Nachschau am 03.06.2014 der oben genannte Eintrag im Übergabebuch durch die Werkstatt gestrichen und mit o.B. (ohne Befund) gekennzeichnet.

01.06.	3675		100			14	Führungskraft 2f. Gerät Klimastörung Kanal	FE3
03.06	3258		F019	1/2	2300	11	N Nachschau ausgeführt Datum 03.06.2002 17:00 Uhr Werk Dortmund Bbf	
03.06	9524		EL	Nn	400	10	DR2 NW 200-005 430	
04.06	2002		HT			5	Unterschrift	

#### 4.2.2 Fahrzeuguntersuchung

Dieser Termin fand am 18.06.2014 im DB Regio Werk Dortmund statt. Aus den durchgeführten Untersuchungen ließen sich weitere Erkenntnisse, welche im Folgenden aufgeführt sind, sammeln.

Seite 12 von 23

### 30.05.2014 - Erste dokumentierte Störungsoffenbarung

Am 30.05.2014 meldet ein Tf Geruch von verbranntem Kabel im Führerraum 1 (EZB-Meldung) sowie einen vollen Masseschluss Minus und nimmt entsprechende Einträge im Übergabebuch vor (Abb.6).

Die Schadensbehebung wurde zur nächsten Nachschau, die kurz nach der Meldung terminiert war, geplant. Bis zu diesem Termin wurde das Fahrzeug weiter eingesetzt (wie bereits oben beschrieben).

### 03.06.2014 - Störungssuche

Nachschau IS 200 in Werkstatt Dortmund und zusätzliche Aufträge

1. Auf dem Führerstand 1 riecht es zeitweise recht streng nach angebrannter Kabelisolierung,
2. Lok hat vollen Masseschluss minusseitig.

Gemäß dem Arbeitsschein wurden zur Störungsbeseitigung folgende Arbeiten durchgeführt:

- zu 1.: Das Führerpult wurde geöffnet und die Isolierungen wurden überprüft. Der Arbeitsumfang wurde mit 90 Minuten angegeben und ohne Befund abgeschlossen.
- zu 2.: Die Fehlersuche zum Masseschluss wurde nach angegebenen 30 Minuten Arbeitsumfang ebenfalls ohne Befund abgeschlossen.

Hinweis: Die Minusseite des 110V-Bordnetzes ist bei der BR 112 mit der „Lokmasse“ verbunden, weshalb der Tf immer einen vollen Masseschluss erkennt. Die Feststellung ohne Befund ist somit als korrekt zu bewerten.

### 04.06.2014 - Ereignistag

Am 04.06.2014 blieb der RE 10637 gegen 23:18 Uhr zwischen Kamen und Nordbögge Üst aufgrund des Brandes liegen.

Zuvor vernahm der Tf im besetzten Führerstand 1 eine Explosion mit Stichflamme sowie eine starke Rauchentwicklung und brachte den Zug daraufhin zum Stehen. Er verständigte daraufhin den Fdl, welcher die Feuerwehr alarmierte. Der relativ kleine Brandherd konnte durch Feuerwehr gelöscht werden. Der Zug inklusive des Tfz wurde am 05.06.2014 durch ein Hilfs-Tfz nach Dortmund Bbf geschleppt.

Durch die EUB wurde am 05.06.2014 folgendes Schadbild aufgenommen (siehe auch 4.2.1 Erstbesichtigung des Fahrzeuges).

Am Anschluss „D1“ des FM 1 waren alle vier Kabel abgebrannt (Abb.3 und Abb. 4). Am An-



schluss „A1“ sind Spuren eines oder mehrerer Überschlüge zu verzeichnen. An den Kontakten der Wenderelemente des Fahrbremswenders sowie des Richtungswenders sind Brandstellen vorhanden (Abb. 5). Die Werkstatt erhielt die Zustimmung zum Fahrmotortausch.

#### 18.06.2014 - Fahrzeuguntersuchungstermin

Die Situation in der Werkstatt am 18.06.2014 gestaltete sich wie folgt. Der neu verbaute FM 1 (485 0475) war bereits eingesenkt, jedoch noch nicht angeklemt.

Am schadhaften FM (485 0429) fehlten an allen vier Leitungen „D1“ die Kabelschuhe. Die Kabelschuhe „A1“ wurden durch die Werkstattpersonale abgesägt, da Muttern festgebrannt waren (Abb. 8).

An den Aluminiumstromschienen „D1“ (EW 10) waren die Kabelschuhe tief eingedrückt und Brandlöcher zu erkennen (Abb. 9). An den anderen Stromschienen waren leichte Korrosionslöcher (z.B. HW 10) und Spuren von Stromüberschlägen zu verzeichnen. Der Zustand der Stromschienen erfordert vor Wiederverwendung Bearbeitung. Beispielsweise muss D1 (EW) aufgrund der Art und Umfang der Beschädigungen getauscht werden.



Abb. 7: Anschlussleitungen am ausgebauten FM

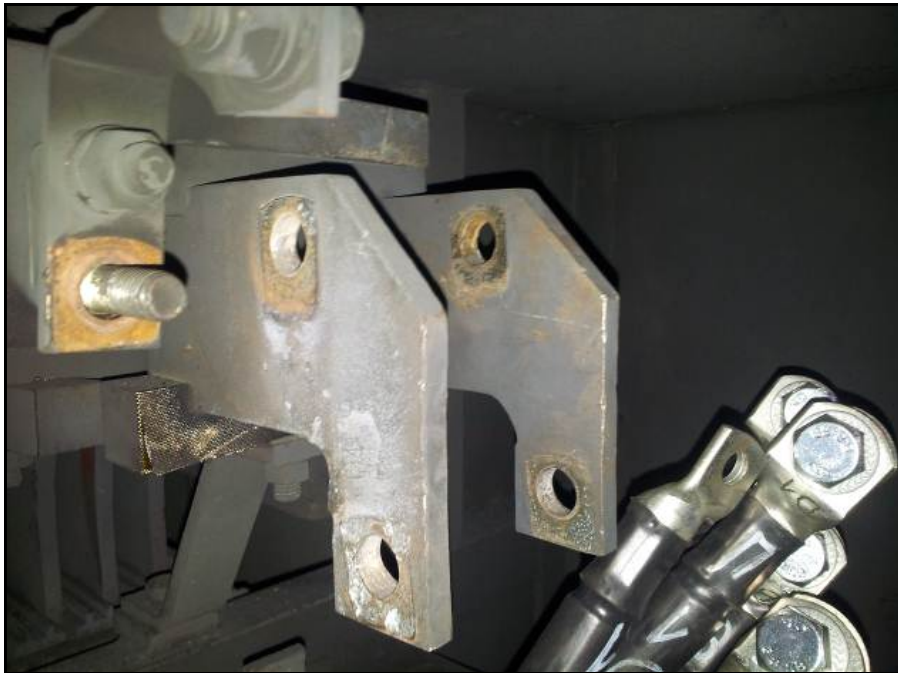


Abb. 8: Eindruckstellen Aluminiumstromschiene

Weiter wurden folgende Feststellungen allgemeiner Art dokumentiert.

Die Historie des FM:

Der schadhaften FM 1 hatte die Ordnungs-Nr. 485 0429 und war am 13.01.2009 in Dessau zur Hauptuntersuchung (H8.1 HU). Am 14.01.2009 wurde dieser dann in die Lok 112 134-2 verbaut. In Dessau bekam das Fahrzeug am 30.01.2009 eine IS 630. Der FM wurde in Rostock wegen eines Radsatztausches Triebradsatz (TR) 1 (274 0229) am 19.03.2014 aus- und wieder eingebaut. Weitere Besonderheiten wurden der EUB über den FM nicht bekannt.

Der Maschinenraum des Tzf war sehr stark verschmutzt. Es befand sich viel Bremsstaub auf den Bauteilen und Gestellen.

Unstimmigkeiten wurden am FM 4 deutlich. Dieser FM (485 0049) wurde am 17.07.2013 in Rostock eingebaut. Das Klemmholz für die Fahrmotoranschlussleitungen war noch aus unzulässigem Material (Holz). Außerdem waren die Klemmlöcher zu groß bemessen. Schmutz hatte sich bereits zwischen die Klemmstellen und den Leitungen angesammelt. Des Weiteren war ein Druckstück lose und die zugehörige Mutter fehlte. Aufgrund der oben genannten Feststellungen vermittelte das Tzf einen wartungsbedürftigen Zustand.

Zur Durchführung der Fahrzeuguntersuchung wurden einige mit der Wartung und Betreuung der Baureihe 112 betraute Handwerker durch das DB Regio Werk Dortmund bereitgestellt. Durch die notwendigen Gespräche und Fragestellungen an die Mitarbeiter ergaben sich sehr bemerkenswerte Feststellungen. Den Mitarbeitern waren einige entscheidende und zur In-

standhaltung sowie zur Vermeidung von Störungen notwendige Weisungen nicht bekannt. Dies offenbarte sich beispielsweise durch folgende Tatsachen:

Mit der Weisung IW-P (T) 146/2012 „Fahrmotor, erweiterte Sichtprüfung“ an die mit der Instandhaltung dieser Baureihe betrauten Werke vom 27.06.2012 wurde im Instandhaltungshandbuch (IHB) 901 10, Arbeitsanweisung (AA) 0000.0092 der Arbeitsschritt 7.10 beispielsweise neu eingefügt:

*„Alle Leitungsklemmhölzer und Kabelschuhe der Fahrmotorklemmstellen im Führerstand und Maschinenraum: Sichtprüfung durchführen“.*

Die Mitarbeiter der Werkstatt führten aus, dass Ihnen diese nicht bekannt sei.

Im vorgefundenen Zustand war das Anklemmen des neu verbauten FM 1 nicht zulässig.

Mit IW-P (T) 309/2013 „Ausführung und Behandlung der Stromschienenanschlüsse und Wender“ wurden ebenfalls Hinweise zum Anklemmen der FM gegeben, die unbedingt zur Vermeidung von Bränden zu beachten sind.

Unter anderem müssen vor dem Anklemmen der Motoren die Stromschienen mit Farbeindringverfahren geprüft werden (siehe auch 907.0635V19). Die Mitarbeiter der Werkstatt führten hierzu ebenfalls aus, dass dies nicht bekannt sei.

Ein weiterer Punkt ist die Dokumentation der durchgeführten Tätigkeiten. In den im Werk Dortmund geführten Checklisten zur Nachschau wurden nur Hauptarbeitsschritte bestätigt und dokumentiert. Somit werden die einzelnen Arbeits- und Prüfschritte aus der AA nicht erfasst. Es entsteht lediglich eine grobe Dokumentation aus welchen der Mitarbeiter nicht unmittelbar ersehen kann, welche einzelnen Unterpunkte er bei der Verrichtung des Hauptschrittes durchzuführen hat.

### **4.3 Interpretation der Unfallspuren / Schadensentwicklung**

Der Schaden entwickelt sich langsam. Die Stromverteilung auf die je vier Einzelleitungen ist durch gegenseitige Beeinflussung unterschiedlich, je nach Stromrichtung (Fahrtrichtung). Erhöht sich innerhalb der Betriebszeit der Übergangswiderstand der Einzelleitungen, verschiebt sich die Strombelastung innerhalb der vier Leitungen weiter. Es kommt zu Erwärmungsanzeichen an Einzelleitungen. Wird dies nicht rechtzeitig erkannt, kommt es zu Leitungsunterbrechungen. Der weiter fließende Strom überlastet die restlichen Leitungen bis letztendlich alle Leitungen unterbrochen sind. Da der Strom die normale Betriebsgröße nicht übersteigt, kommt es zu keiner Auslösung einer Sicherheitseinrichtung. Durch die schlagartige Unterbrechung erzeugt die große Induktivität des FM eine hohe Spannungsspitze, die dann zum Überschlag (hier A1 (AW10) und D2 (FW10)) zwischen den Stromschienen und erfahrungsgemäß auch bei anderen Bauteilen im Stromkreis, wie den Wendern, führt.



#### 4.4 Vergleichbare Ereignisse - bisher getroffene Maßnahmen

Aufgrund vergleichbarer Ereignisse in der Vergangenheit ist die Brandursache bekannt. Bereits im Jahre 2008 (Dortmund) sowie im Jahre 2011 (Berlin Ostbahnhof) kam es zu Fahrzeugbränden an den Baureihen 112 / 114.

Zum Fahrzeugbrand am 26.07.2011 in Berlin Ostbahnhof wurde durch die EUB ein Untersuchungsbericht mit dem Aktenzeichen: 60uu2011-07/178 veröffentlicht. Der Tenor des Berichts zur Störungsentwicklung damals deckt sich mit der bereits oben beschriebenen des aktuellen Falls. Weiter werden folgende Einflussfaktoren aufgezeigt:

*„Einflussfaktoren für die Erhöhung des Übergangswiderstandes an den jeweiligen Verbindungen und der daraus resultierenden unterschiedlichen Stromaufteilungen in den Aluminiumstromschienen sind folgende Punkte:*

- Oxidation der Alustromschiene durch elektrochemische Reaktion mit den Kupferkabelschuhen, den flexiblen Kupferverbindungselementen der Stromschienen im Maschinenraum, bzw. den Kupferpartikeln in der Kupferleitpaste,*
- Unterschiedliche Anzugsmomente (Klemmstellen und Stromschienenverbindungen),*
- Kein vollflächiger Kontakt zwischen Kabelschuh und Stromschiene (nicht plane Oberfläche der Stromschiene z.B. in Form von Einpressspuren oder falsche Behandlung der Stromschienen (konisches Abschleifen um die Bohrung),*
- Zu geringer Querschnitt des Anschlusszapfens der vorderen/ unteren Schienenanschlüsse,*
- Haarrisse in der Schweißverbindung des Anschlusszapfens der vorderen/ unteren Schienenanschlüsse,*
- Verschmutzung der Klemmstelle durch z.B. Bremsstaub (mit Eisenoxidanteilen),*
- Beschädigungen an bzw. nicht vorhandene/ nicht ordnungsgemäß montierte Schrumpfschläuche am Übergang Kabelschuh/ Kabel und Eindringen von Feuchtigkeit/ Bremsstaub,*
- Differenzen der Kabelschuhpressungen,*
- Fehlerhafte Quetschung durch Verwendung von Kabelschuhen anderer Hersteller,*
- Materialversagen durch Fertigungsfehler/ Materialfehler der Kabelschuhe.*

*Die Entstehung des Brandes in der Lok ist auf mehrere der oben aufgeführten Einflussfaktoren zurückzuführen.“*

DB Regio als Fahrzeughalter hat basierend auf der Untersuchung des Fahrzeugbrandes vom 26.07.2011 in Berlin Ostbahnhof reagiert und folgende Maßnahmen, u.a. basierend auf aus Empfehlungen aus Gutachten, dem Bericht der EUB und weitergehenden Untersuchungen, entwickelt.

<b>lfd. Nr.</b>	<b>Empfehlung zur Fahrmotorkabeleinführung</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Datum</b>
1.1	Änderung der Zeichnung 3Fle143.0.76.081.017; Distanzstück-Kabelbaum zu den Fahrmotoren: Änderung der Bohrung Ø=26 mm auf Ø=28 mm.	Zeichnung 3Fle143.0.76.081.017 wurde mit Ausgabe 02 geändert und mit IW-P (T) 050/2014 angewiesen.	03.02.14
1.2	Änderung der Zeichnung 3Fle143.0.76.081.020 Klemmstück-Starkstrom Lok vorn, hinten und Mitte: Änderung der Bohrung Ø=26 mm auf Ø=28 mm.	Zeichnung 3Fle143.0.76.081.020 wurde mit Ausgabe 02 geändert und mit IW-P (T) 050/2014 angewiesen.	03.02.14
1.3	Den Schrumpfschlauch weiterhin auf einer gesamten Länge von 200 mm auf die Kabel aufziehen.	Der Schrumpfschlauch wird weiterhin auf einer gesamten Länge von 200 mm auf die Kabel aufgezogen (unverändert), mit IW-P (T) 050/2014 angewiesen.	03.02.14
1.4	Die Ausfüllung mit Acryl sollte nicht nach der Montage der Fahrmotorkabel und der Klemmstücke erfolgen, sondern das Acryl sollte vor der Montage auf die Klemmstücke einzeln aufgebracht werden, so dass es durch das Verspannen der Klemmstücke zum Verteilen des Acryls kommen kann. Überprüfung Alternative Einsatz von Moosgummi 3 mm.	weiterhin Verwendung von Acryl	

<b>lfd. Nr.</b>	<b>Empfehlung zur Fahrmotorklemm- stelle zur Minderung der elektro- chemischen Einflüsse bzgl. der Zu- sammenstellung der Fahrmotor- klemmstelle</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>Datum</b>
2.1	Bei der nächsten Frist am Tfz sind alle elektrischen Verbindungen an den Fahrmotorklemmstellen zu öffnen.	Keine generelle Realisierung, nur bei Befund bzw. bei Notwendigkeit aus anderen Gründen (Fahrmotor- oder Radsatztausch).	
2.2	Zwischen den Kabelschuh und der Stromschiene ist eine Al / Cu-Unterlegscheibe (für Bohrung M16; Weitkowitz) zu platzieren.	Keine Realisierung entsprechend TÜV-Bericht Ermittlung - Brandursache BR-Familie 112 / 143. Siehe auch weitergehende Untersuchungen Fahrmotorklemmstellen DB Systemtechnik Bericht 13-16567-ITVI 33(2) vom 13.03.2014.	
2.3	Vor Wiederinbetriebnahme der Fahrmotorklemmstelle ist die entsprechende Stromschiene zu reinigen und mit einer „hauchdünnen“ Schicht Kontaktfett zu versehen (keine Kupferpaste verwenden).	In Zeichnung 0Fle143.0.76.000.007, Ausgabe 02 eingearbeitet. Mit IW-P 309/2013 angewiesen.	21.10.13
2.4	Das Umfeld der Fahrmotorklemmstelle ist mittels Industriestaubsauger und ggf. Pinsel zu reinigen.	Reinigung der Klemmstellen ist im IHB 901 10, AA 4410.0100 vorgegeben und wurde von 360 Tkm auf 120 Tkm als Planarbeit vorgezogen. Mit IW-P (T) 146/2012 angewiesen.	27.06.12

lfd. Nr.	weitere Empfehlung des Brand- schadensgutachtens TÜV-Nord (0091436BS36710, 08.08.2012)	Umsetzung	Datum
3.1	Die Anschlusszapfen (angeschweißte Endstücke) der vorderen / unteren Stromschienenanschlüsse in den Fahrmotorklemmstellen 1 und 4 sind vor Wiedermontage auf Haarrisse in der Schweißverbindung zu untersuchen. Bei festgestellten Haarrissen ist der Stromschienenabschnitt zu erneuern.	Mit 907.0635V19 Farbeindringprüfung an den Fahrmotorklemmstellen 1 und 4 der BR 112, 114 und 143 wird die Rissprüfung vorgegeben und mit IW-P (T) 309/2014 angewiesen.	21.10.13
3.2	Sensibilisierung des Werkstattpersonals auf Einhaltung der erforderlichen Anzugsmomente für die Schraubverbindungen der Stromschienen- und Kabelschuhanschlüsse.	Mit IW-P (T) 309/2013 wird wiederholt auf die Notwendigkeit hingewiesen, die Zeichnungsvorgaben, so auch das Drehmoment, genauestens einzuhalten.	21.10.13
3.3	Ausschließliche Verwendung der festgelegten Originalkabelschuhe und der dafür vorgesehenen Presswerkzeuge.	In IW-P (T) 050/2014 werden die Kabelschuhe in einer Materialliste eindeutig ausgegeben. Die Fertigung wurde in der Werkstatt Dessau wiederholt überprüft (u.a. Verwendung des richtigen Presswerkzeuges).	03.02.14
3.4	Durchführung von Laboruntersuchungen zur: <ul style="list-style-type: none"><li>- Strombelastbarkeit des „neuen“ Klemmstellenaufbaus (schmale Kabelschuhe)</li><li>- Strombelastbarkeit des „neuen“ Klemmstellenaufbaus (breite</li></ul>	Es erfolgten weitere Untersuchungen der Klemmstellenver-	

	Kabelschuhe)	bindungen sowohl in den Prüffeldern des Werkes Dessau, in München-Freiman, in Kirchmöser und im Betrieb der Fahrzeuge.	
	- Ermittlung des erforderlichen Anzugsdrehmoments		
	Untersuchen der Temperaturen / Ströme in den Fahrmotorklemmstellen		16.12.13
	- Untersuchen der Eigenschaften der Kabelschuhe	Es wurden drei Messberichte erstellt.	14.03.14
	- Untersuchen, welche Temperaturen an den Kontaktflächen auftreten können	(12-16567-I.TVI53-BE285 Teil 1,	17.03.14
	- Untersuchen, ob die Stromschienenenden ausreichend dimensioniert sind	13-16567-I.TVI 33 (2), 12-15676-ITVI53-UB-285 Teil 2 V02)	
	- Untersuchen, welchen Einfluss die Veränderung des Anzugsmoment hat	Deren Kernaussage ist im Anschluss beschrieben.	
	- Untersuchen, wie sich das Kontaktfett bei den festgestellten Temperaturen verhält.		

Die Kernaussage der Berichte zu den Untersuchungen der Klemmstellen wurde durch DB Regio wie folgt zusammengefasst:

- Die Verbindung mit breiten Kabelschuhen und Vaseline hat den kleinsten Übergangswiderstand.
- Vaseline ist besser geeignet als Kupferpaste.
  - Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass Vaseline aus brandschutztechnischer Sicht besser zur Vorbehandlung der Fahrmotorklemmstellen geeignet ist als Kupferpaste. Es bleibt jedoch anzumerken, dass an den Klemmstellen im Fahrzeug die brandfördernde Wirkung von Kupferpaste und der Vaseline als Brandlast selbst nicht zu berücksichtigen ist, da diese üblicherweise nur mit minimalen Schichtdicken aufgetragen werden. Eine Selbstentzündung

beider Werkstoffe erfolgt erst bei Temperaturen über 240 °C.

Die Temperatur der Fahrmotorklemmstellen darf maximal 200 °C betragen, ohne eine erhöhte Brandentstehungsgefahr an den um die Klemmstellen der FM 1 und FM 4 liegende Werkstoffe zu riskieren.

- Die Verwendung von Al / Cu-Scheiben vergrößern den Übergangswiderstand.
- Die Stromverteilung in den Einzelleitungen ist abhängig von der Fahrtrichtung und den Übergangswiderständen, diese wiederum vom Reinigungszustand.
- Eine Leitung der vier parallelen Kabel muss betriebliche nicht nur 25 % sondern 40 % des Gesamtstromes führen können, nach verschiedenen realistischen Simulationen wurden Temperaturunterschiede von 37 K bis 44 K Übertemperatur gemessen, bei unrealistischen Strömen bis zu 147 K Übertemperatur.
- Ein Einfluss des Anzugsmomentes auf die Stromverteilung konnte nicht nachgewiesen werden.

## 5 Auswertung und Schlussfolgerungen

In der Werkstatt Dortmund wurde die Kontrolle der Fahrmotorklemmstellen an den Stromschienen bei der Nachschau IS 200 am 03.06.2014 nicht durchgeführt. Die EZB-Meldung des Tf vom 30.05.2014 „Geruch angebrannter Kabelisolierung“ führte zum Auftrag an die Werkstatt zur Fehlersuche. Da sich das Werkstattpersonal ausschließlich mit der Fehlersuche im Führerpultbereich beschäftigte, wurde die eigentliche Störungsursache nicht erkannt. Daraufhin wurde das Fahrzeug ohne Befund wieder dem Betrieb übergeben.

Ursächlich für eine Geruchsentwicklung nach angebrannter Kabelisolierung im Führerraum 1 könnten folgende Einrichtungen in Frage kommen:

- Anschluss FM 1 (wurde durch die Werkstatt nicht betrachtet)
- Elektrik im Pult, (war ohne Befund)
- Elektrik im Elektronikschrank 1 (wurde durch die Werkstatt nicht betrachtet)
- Umformererregergerät (wurde durch die Werkstatt ebenfalls nicht betrachtet).

Da der Umbau der Klemmleiste vom ehemals verwendeten Klemmholz auf die neue „rote Ausführung“ wie vorgesehen Anwendung fand, wirkte sich dieses positiv auf die Brandeindämmung aus. Der Brand konnte sich so nur auf die Kabelisolation oberhalb des Klemmholzes ausbreiten.

Der Fahrzeughalter teilte mit, dass die konstruktive Ausführung der Aluminiumstromschienen mit den vier einzeln geklemmten Leitungen je Fahrmotoranschluss in Verbindung mit dem beengten Einbauraum einen erhöhten Instandhaltungsaufwand erfordert.

Daher ist die genaueste Einhaltung der Vorgaben des IHB 901 10, der Arbeitsanweisungen, der IW-P (z.B. 146/2012, 309/2013) bzw. der Zeichnungsdokumentation notwendig, um zukünftig derartige Ereignisse vermeiden zu können.

In der Werkstatt Dortmund wurde die Kontrolle der Fahrmotorklemmstellen an den Stromschienen bei der Nachschau IS 200 am 03.06.2014 nicht durchgeführt.

Die mangelhafte Arbeitsausführung durch die Nichtbeachtung der vorgeschriebenen Instandhaltungsanweisungen führte so letztendlich zum Brand.

Insgesamt entstand von der Werkstatt Dortmund der Eindruck einer defizitären Instandhaltung der BR 112. Dieser wird nicht ausschließlich aufgrund des (bereits zweiten) Fahrzeugbrandes, sondern auch aufgrund der geführten Gespräche mit den Mitarbeitern vor Ort bezüglich der mangelhaften Fach- und Handlungskompetenz sowie des stellenweise stark verschmutzten Maschinenraumes des Tzf bestärkt. Die Mitarbeiter waren gemäß den vorgelegten Unterlagen zwar über die Änderungen im Instandhaltungswesen unterrichtet, die Einhaltung und Umsetzung der Vorgaben erfolgte jedoch nicht. Der Instandhaltungsallgemeinzustand des Tzf war nicht ordentlich.

Dennoch sollte eine Überprüfung der elektrotechnischen Konstruktion, wie beispielsweise dem Austausch der Aluminiumstromschienen gegen Kupferstromschienen, in Erwägung gezogen werden. Durch die unveränderbaren chemischen Gesetzmäßigkeiten wird es zwangsläufig bei direktem Kontakt zwischen den beiden Metallen Aluminium und Kupfer immer zu Kontaktkorrosion aufgrund des bestehenden elektrochemischen Spannungsgefälles („Redoxreihe“) kommen.