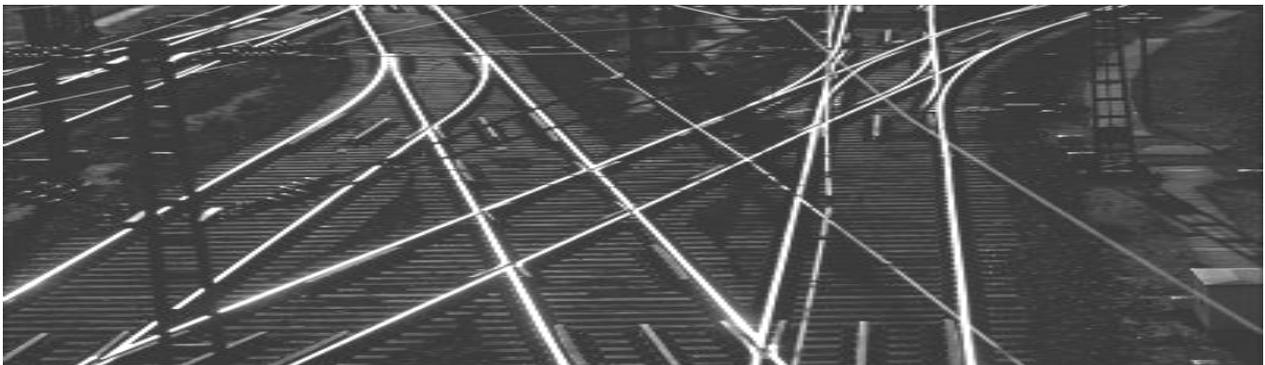




Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: 60uu2015-07/013-3323

Stand: 10.03.2017 Version: 1.0



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugkollision
Datum:	25.07.2015
Zeit:	19:11 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Himmelsthür (Abzw) - Hildesheim Hbf
Streckennummer:	1770
Kilometer:	43,200

Veröffentlicht durch:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1 Zusammenfassung	8
1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses	8
1.2 Folgen	8
1.3 Ursachen	8
2 Vorbemerkungen	10
2.1 Organisatorischer Hinweis	10
2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung.....	10
2.3 Beteiligte und Mitwirkende	11
3 Ereignis.....	11
3.1 Hergang	11
3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	15
3.3 Wetterbedingungen	15
4 Untersuchungsprotokoll	15
4.1 Zusammenfassung von Aussagen	15
4.2 Notfallmanagement.....	15
4.3 Untersuchung der Infrastruktur	16
4.4 Untersuchung der betrieblichen Handlungen	16
4.5 Vegetationskontrolle	16
4.6 Bahnstrom	17
4.6.1 Zentrale Schaltstelle (ZES).....	17
4.7 Untersuchung von Fahrzeugen	20
4.7.1 Fahrzeug 9580 0622 201-1	20
4.7.2 EFR Daten	22
4.8 Fahrzeugbrand (sekundäres Ereignis)	22
4.9 Brandschutzkonzept BR 622	27

Untersuchungsbericht

Zugkollision, 25.07.2015, Himmelsthür (Abzw) - Hildesheim Hbf

4.10	Interpretation der Unfallspuren	28
5	Auswertung und Schlussfolgerungen.....	28

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Einbrandspuren am Scheibenwischerantrieb und Fahrzeugdach	9
Abb. 2: flächiger Hitzeeintrag auf dem Fahrzeugdach	9
Abb. 3: IVL Pla	13
Abb. 4: zerstörter Führerraum DPN 83719	14
Abb. 5: zerstörte Decke im Fahrgastraum.....	14
Abb. 6: Einbrandstelle an der Dachaußenhaut	18
Abb. 7: zerstörte Dachinnenkonstruktion	18
Abb. 8 Zeitschrieb der Schaltzustände.....	19
Abb. 9: Ansichten LINT 54	20
Abb. 10: EFR Daten BR 622 201-1	22
Abb. 11: Schadensbild auf dem Dach Höhe 1. Klasse.....	23
Abb. 12: Schadensbild auf dem Dach Höhe Führerraum.....	23
Abb. 13: Einbrandspuren auf dem Fahrzeugdach.....	23
Abb. 14: Potenzialverhältnisse bei Fahrdrahtkontakt	24
Abb. 15: Stromfluss-Schema bei Fahrdrahtkontakt.....	25
Abb. 16: parallele Strompfade.....	25
Abb. 17: Spuren lokaler Wärmefreisetzung.....	25
Abb. 18: Anschmelzung der Kabelpritsche	25
Abb. 19: Feuerdreieck nach Emmons	27
Tabelle 1: Dauerbremszettel LINT 54	21
Tabelle 2: Hinweise zu den Bremsberechnungen.....	21

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Abzw	Abzweigstelle
Bft	Beaufortskala (13-teilige Skala zur Messung der Windgeschwindigkeit)
Bf	Bahnhof
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BPol	Bundespolizei
Bz	Betriebszentrale
BÜ	Bahnübergang
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBL	Eisenbahnbetriebsleiter
EBO	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERA	Europäische Eisenbahn Agentur
ESO	Eisenbahnsignalordnung
ESTW	Elektronisches Stellwerk
EUB	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Fdl	Fahrdienstleiter
Gbf	Güterbahnhof
GSM-R	Global System Mobile-Rail
kV	Kilovolt
LNVG	Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen
L.ü.P.	Länge über Puffer
NE	Nichtbundeseigene Eisenbahn
Nmg	Notfallmanager

Untersuchungsbericht

Zugkollision, 25.07.2015, Himmelsthür (Abzw) - Hildesheim Hbf

Ril	Richtlinie
SB	Sicherheitsbehörde
SdL	Schaltdienstleiter
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
Tf	Triebfahrzeugführer
ZES	Zentrale Schaltstelle (Bahnstromversorgung)
Zub	Zugbegleiter
özF	örtlich zuständiger Fahrdienstleiter

1 Zusammenfassung

1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 25.07.2015 um ca. 19:11 Uhr kam es auf der VzG-Strecke 1770 des EVU DB Netz AG zwischen Himmelsthür (Abzw) und Hildesheim Hbf zu einer Zugkollision. In km 43,200 prallte Zug DPN 83719 des EVU Erixx GmbH auf einen von der Oberleitung herabhängenden Ast.

1.2 Folgen

Durch das rasche Handeln des Zugpersonals konnten Personenschäden vermieden werden.

Auf Grund der sehr geringen Aufprallgeschwindigkeit des Zuges auf das Geäst waren keine Beschädigungen am Eisenbahnfahrzeug entstanden.

Bedingt durch einen herabhängenden Ast, der eine Verbindung zwischen dem spannungsführendem Fahrdrabt und dem Fahrzeugdach herstellte, kam es zu wiederholten Spannungsüberschlägen. Dadurch konnte ein Fahrzeugbrand entstehen der zu einem Sachschaden von ca. 2.500.000 € führte.

1.3 Ursachen

Wegen des zum Ereigniszeitpunkt herrschenden Sturmes brach ein massiver Ast aus der Vegetation seitlich der Strecke heraus und verfang sich in der Oberleitung.



Abb. 1: Einbrandspuren am Scheibenwischerantrieb und Fahrzeugdach



Abb. 2: flächiger Hitzeeintrag auf dem Fahrzeugdach

Quelle: Erix GmbH

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 << 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 Beteiligte und Mitwirkende

Am Ereignis waren beteiligt:

- DB Netz AG (EIU)
- DB Energie GmbH
- Erixx GmbH (EVU)

Im Rahmen der Sachverhaltsermittlung wurde folgende externe Stelle einbezogen:

- TÜV Süd Rail GmbH, Brandsachverständiger
- Fa. Alstom, Transport Live Services

3 Ereignis

3.1 Hergang

Am 25.07.2015 kam es auf der VzG-Strecke 1770 in km 43,200 zwischen Himmelsthür (Abzw) und Hildesheim Hbf zu einer Kollision zwischen dem Zug DPN 83719 und einem ins Gleisprofil hineinragenden Ast. Die Zugfahrt wurde durch das EVU Erixx GmbH auf der Infrastruktur der DB Netz AG durchgeführt. Der Streckenabschnitt war als zweigleisige Hauptbahn ausgeführt und wurde nach dem Betriebsverfahren der Ril 408 „Züge fahren und Rangieren“ befahren.

Der Zug DPN 83719 bestand aus dem führenden Fahrzeug 95 80 0622 01-1. und dem geführten Fahrzeug 95 80 0622 217-7. Jeder Zugteil bestand aus einem A- und einem B- Wagen.

Die Zugfahrt führte von Hannover Hbf nach Bf Bad Harzburg. Kurz vor dem Bf Hildesheim kam es zur Kollision. Auf Grund des schon seit einigen Stunden herrschenden Sturms, der Deutsche Wetterdienst hatte eine entsprechende Sturmwarnung ausgegeben, war ein massiver Ast aus der Vegetation der rechten Böschungsseite herausgebrochen und lag auf dem spannungsführenden Tragseil und Fahrdraht.

Auf diesem Streckenabschnitt beträgt die Höchstgeschwindigkeit 120 km/h. Doch aufgrund einer bevorstehenden Geschwindigkeitsreduzierung auf 80 km/h in km 42,700 befand sich der Zug bereits in der Auslaufphase. Schlechte Sicht führte dazu, dass der Tf den herabhängenden Ast erst spät erkannte. Bei einer Geschwindigkeit von ca. 88 km/h leitete der Tf eine Schnellbremsung ein ohne jedoch die Kollision verhindern zu können. Die Aufprallgeschwin-

digkeit war jedoch so gering, dass es zu keinen Aufprallschäden am Eisenbahnfahrzeug kam.

Erheblicher Sachschaden entstand dagegen im Anschluss an die Kollision. Der in der Oberleitung verhakte Ast ragte soweit ins Gleisprofil hinunter, dass dadurch eine Verbindung zwischen spannungsführendem Fahrdrabt und dem Antrieb des Scheibenwischers am Übergang vom Stirnfenster zum Fahrzeugdach hergestellt wurde.

Durch diesen Kontakt kam es zu einem Spannungsüberschlag und erheblicher Hitzeentwicklung auf dem Fahrzeugdach oberhalb des Führerraumes. In Folge wurde der Führerraum völlig zerstört. Weiteres Geäst sorgte für wiederholte Spannungsüberschläge auf Höhe des Fahrgastraumes. Dies führte zu einer unbestimmten Anzahl von Kurzschlüssen im Fahrzeug woraufhin die Ummantelung der in der Zwischendecke verbauten Verkabelung in Brand geriet und den Fahrgastraum massiv beschädigte.

Zum Zeitpunkt des Ereignisses befanden sich ca. 200 Personen im Zug, die durch die umsichtige Handlungsweise des Fahrpersonals ohne Schaden zu nehmen evakuiert werden konnten.



Abb. 4: zerstörter Führerraum DPN 83719



Abb. 5: zerstörte Decke im Fahrgastraum

3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Es sind weder verletzte Personen noch Todesopfer zu beklagen. Die Sachschäden betragen:

- Triebzug ca. 2.500.000 €

3.3 Wetterbedingungen

Zum Zeitpunkt des Ereignisses gab der Deutsche Wetterdienst für das betroffene Gebiet eine Unwetterwarnung aus:

„Weiterhin Gefahr von Gewittern, dabei Sturmböen mit Geschwindigkeiten zwischen 65 km/h und 100 km/h (8 bis 10 Bft) aus Südwest sowie Starkregen mit Mengen um 20 Liter pro Quadratmeter in einer Stunde.“

4 Untersuchungsprotokoll

Zur Unterstützung bei der Sachverhaltsermittlung wurde durch die EUB ein Gutachten beim TÜV Süd Rail GmbH in Auftrag gegeben. Inhalte dieses Gutachtens sind in die nachfolgenden Kapitel eingearbeitet und nicht gesondert gekennzeichnet. Das vollständige Gutachten liegt der EUB vor.

4.1 Zusammenfassung von Aussagen

Nach Aussage des Triebfahrzeugführers DPN 83719 herrschten auf der Fahrt nach Bad Harzburg widrige Wetterbedingungen. Bedingt durch Regen und die eintretende Dunkelheit hätte er den herabhängenden Ast erst unmittelbar vor dem Aufprall erkennen können. Nach eigener Aussage sei der Aufprall trotz eingeleiteter Schnellbremsung nicht mehr zu vermeiden gewesen. In Folge sei es zu einem lauten Knall und weißem Licht gekommen woraufhin er gemeinsam mit einem Zugbegleiter die Reisenden evakuierte.

4.2 Notfallmanagement

Nach § 4 Abs. 3 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brandschutzes und der technischen Hilfeleistung mitzuwirken. In einer Vereinbarung zwischen den Innenministerien der Länder und der DB AG hat man sich auf eine Verfahrensweise verständigt. Für die DB Netz AG gelten die entsprechenden Brand- und Katastrophenschutzgesetze der Länder. Das Notfallmanagement der DB AG ist in der Richtlinie (Ril) 423 näher beschrieben und geregelt. Bei diesem Ereignis erfolgte die Benachrichtigung der Erstrettungskräfte (Feuerwehr, Notarzt) durch Augenzeugen. Das Notfallmanagement der DB AG wurde durch das beteiligte EVU Erix GmbH über das Ereignis infor-

miert. Eine Beeinträchtigung des Notfallmanagements aufgrund dieser Vorgehensweise war nicht zu erkennen.

4.3 Untersuchung der Infrastruktur

Die Kollision ereignete sich auf der VzG-Strecke 1770 in km 43,200 zwischen den Betriebsstellen Himmelsthür (Abzw) und Hildesheim Hbf des EIU DB Netz AG. Bei dem Streckenabschnitt handelte es sich um eine zweigleisige, mit Ks-Signalen und induktiver Zugsicherung ausgerüstete Hauptbahn. Unregelmäßigkeiten und Störungen der Leit- und Sicherungstechnik wurden im Zusammenhang mit dem Ereignis nicht erkannt.

4.4 Untersuchung der betrieblichen Handlungen

Bis zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschte auf der VzG-Strecke 1770 Regelbetrieb nach Ril 408 „Züge fahren und Rangieren“. Himmelsthür (Abzw) und Hildesheim Hbf sowie die dazwischenliegende freie Strecke befanden sich in der Zuständigkeit özF Bf Hildesheim-West mit Sitz in der Bz Hannover. Das ESTW selbst befand sich im Bf Hildesheim. Ein Zusammenhang zwischen den betrieblichen Handlungen des özF und dem Ereignis bestand nicht.

4.5 Vegetationskontrolle

Gemäß AEG §4 (3) ist der Eisenbahninfrastrukturbetreiber verpflichtet die Eisenbahninfrastruktur sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Dies schließt eine Vegetationskontrolle zur Gewährleistung freier Sicht auf die zu befahrene Strecke mit ein.

Der Ereignisort befindet sich in einem Einschnitt und ist von beiderseitigen Streckenbegrünungen mit so genanntem Bestandsgehölz umgeben. Das Bestandsgehölz besteht aus niedrig bis mittelhoch wachsenden Büschen unmittelbar neben der Trasse worauf anschließend Baumbewuchs in weiterem Abstand von der Trasse folgt. Die Ril 882.0220 „Rückschnittzone“ sieht vor, dass bei dieser Art von Bewuchs lediglich ein Rückschnitt im Bereich des Regellichtraumes von 2,5 m, entsprechend EBO §9 (1) und zusätzlich, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, ein Wachstumszuschlag von 3 m durchgeführt wird.

Laut Informationen des Eisenbahninfrastrukturbetreiber DB Netz AG wurde der Grünschnitt einmal jährlich im Monat März durchgeführt, letztmalig im März 2015. Bei der Ortsbesichtigung unmittelbar nach dem Ereignis wurde festgestellt, dass der Wachstumszuschlag von 3 m teilweise aufgebraucht war und vereinzelt Geäst bis an Signalträger heran ragte. Der Regellichraum war jedoch frei. Der betroffene Baum war ca. 15 m hoch und stand ca. 7 m vom betroffenen Gleis entfernt und, aufgrund des Einschnittes, in etwa 5 m Höhe zur Schie-

nenoberkante. Der Baum befand sich außerhalb des Geländes der DB Netz AG. Vorschädigungen des Baumes waren nicht bekannt.

Zur Zeit des Ereignisses herrschten stürmische Windverhältnisse im Bereich von 8-10 Bft. Dadurch brach ein massiver Ast im oberen Teil des Baumes ab, stürzte in Richtung Gleiskörper und verfang sich dabei im spannungsführenden Tragseil und dem Fahrdraht. Das Geäst ragte dabei soweit herunter, dass es zu einem Kontakt zwischen dem nassen Geäst und dem betroffenen Zug kam.

4.6 Bahnstrom

Die Bahnstromversorgung im Gebiet der DB Netz AG wird durch das Energieunternehmen DB Energie GmbH realisiert.

Um die bundesweite 110kV/15kV Bahnstromversorgung rund um die Uhr sicherzustellen betreibt DB Energie GmbH eine technisch hochkomplexe Infrastruktur. Zentrale Schaltstellen dienen zur Überwachung des gesamten Bahnstromversorgungsnetzes.

4.6.1 Zentrale Schaltstelle (ZES)

Zum fraglichen Zeitpunkt herrschte im norddeutschen Raum das Sturmtief „Zjelko“, welches zu einer Vielzahl von Leistungsschaltauslösungen führte. Die ZES Lehrte ist unter anderem für die Betriebsführung von ca. 6000 km Oberleitung zuständig die von drei Schaltendienstleitern (SdL) rund um die Uhr überwacht wird.

Kommt es, wie im vorliegenden Fall gegeben, zu einer Verbindung zwischen spannungsführender Oberleitung und geerdetem Fahrzeug lösen immer die den betreffenden Speiseabschnitt speisenden Leistungsschalter in den Bahnstromschaltanlagen aus. Im Nachgang hierzu startet eine Automatik in den Bahnstromschaltanlagen. Diese beaufschlagt den betroffenen Streckenabschnitt mit einer Prüfspannung und einem Prüfstrom. Wenn die Verbindung zwischen spannungsführend und geerdet nicht mehr erkannt wird, schaltet die Automatik die speisenden Leistungsschalter in den Bahnstromschaltanlagen wieder EIN. Ist nach wie vor eine Verbindung zwischen spannungsführend und geerdet gegeben, bleiben die speisenden Leistungsschalter AUS. Dann muss der SdL in der ZES eine s.g. Handprüfung durchführen. Hierzu hebt er die Querschaltung der Oberleitung auf (Oberleitungsmasttrennschalter werden in AUS geschaltet), schaltet dann in den Bahnstromschaltanlagen die Prüfspannung zu und beobachtet den Messwert. Wird für die Prüfspannung > 8 kV angezeigt, kann er davon ausgehen, dass es keine Verbindung mehr zwischen spannungsfüh-

rend und geerdet gibt, der Streckenabschnitt also für den elektrischen Zugbetrieb wieder nutzbar ist.

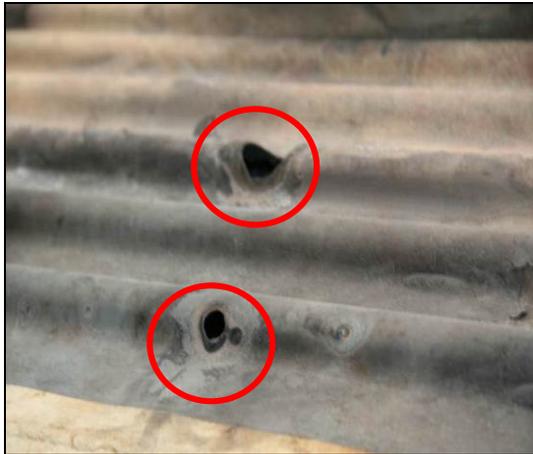


Abb. 6: Einbrandstelle an der Dachaußenhaut
Quelle: TÜV Rail Süd

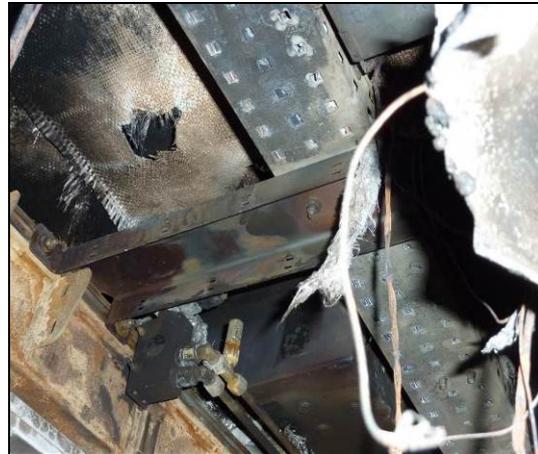


Abb. 7: zerstörte Dachinnenkonstruktion
Quelle: TÜV Rail Süd

Bei dem vorliegenden Ereignis wurden die Leistungsschalter erstmalig durch einen Spannungsüberschlag zwischen Fahrdrabt und Scheibenwischerantrieb ausgelöst. Wegen des Sturms waren das herabhängende Geäst sowie die Oberleitung in ständiger Bewegung, so dass es nur zu kurzzeitigen Berührungen durch das Geäst kam. Dies erklärt warum die Einschaltautomatik griff und die Spannung wieder eingeschaltet werden konnte. Die dann folgende Auslösung der Leistungsschalter, vermutlich wieder wegen des Kontaktes des Geästes mit dem Scheibenwischerantrieb, geschah abermals durch die starke Bewegung der Oberleitung. Regelkonform setzte sich der Schaldienstleiter mit dem özF des Bf Hildesheim in Verbindung um eine Informationen von der Situation vor Ort zu erhalten. Da der Bf Hildesheim über ein ESTW verfügt und dessen özF sich in der Bz Hannover befindet, war eine persönliche Einschätzung der Situation nicht möglich. Ob noch ein Gespräch zwischen betroffenem Tf und der ZES stattgefunden hat konnte nicht ermittelt werden.

Vom Ereigniszeitraum liegt ein Protokollauszug der ZES vor der belegt, dass es zu wiederholten Aus- und Einschaltungen der Leistungsschalter kam. Dies kann durch die sich in Bewegung befindliche Vegetation und der Oberleitung erklärt werden. Die erste und zweite Auslösung wurde dabei durch die Einschaltautomatik zurückgestellt. Alle weiteren Auslösungen sind der Eingrenzung der Störung durch den verantwortlichen SdL zuzuschreiben. Durch DB Energie wurde bestätigt das diese Verfahrensweise der gängigen Praxis entspricht.

Untersuchungsbericht

Zugkollision, 25.07.2015, Himmelsthür (Abzw) - Hildesheim Hbf

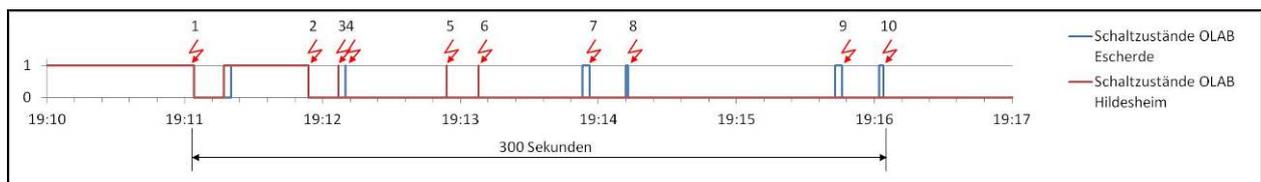


Abb. 8 Zeitschrieb der Schaltzustände

Quelle: TÜV Süd Rail

Insgesamt hat es im Zeitraum 19:11:04 Uhr bis 19:16:04 Uhr neun Auslösungen der Leistungsschalter für den betroffenen Streckenabschnitt gegeben. Zwei davon sind als satte Kurzschlüsse, der Rest als widerstandsbehaftete Kurzschlüsse (Impedanzstufe) dokumentiert. Diese Auslösungen waren als Einschläge am Fahrzeug wiederzufinden und sind geeignete Zündquellen.

Ab 19:16:04 Uhr hat der Schaltdienstleiter den betroffenen Streckenabschnitt ausgeschaltet, ab 19:21 Uhr wurde die Schaltung auf dessen Schaltantrag an den Notfallmanager übergeben. Die Ausschaltung wurde um 00:53 Uhr aufgehoben.

Aus den Aufzeichnungen ist kein technisches Versagen der bahnstromseitigen Schutzvorrichtungen zu erkennen.

4.7 Untersuchung von Fahrzeugen

Das verunfallte Eisenbahnfahrzeug gehört zur Fahrzeugfamilie Alstom Coradia LINT. Das Akronym LINT steht dabei für „leichter innovativer Nahverkehrstriebwagen“. Dabei kommt der mit zwei Dieselmotoren ausgestattete und mit hydromechanischem Antrieb versehene Triebzug oftmals im Rahmen von Flügelzugkonzepten zum Einsatz. Züge vom Typ LINT 54 können mit maximal vier Zugeinheiten zu einem Zug zusammengeführt werden.

Das Fahrzeug verfügt über Zugfunk GSM-R und eine induktive Zugsicherung mit dem Betriebsprogramm PZB 90. Dieseltriebwagen des Typs Coradia LINT 54 Baureihe 622 bestehen aus zwei Wagenkästen, die jeweils auf zwei Enddrehgestellen ruhen. Sie sind u. a. mit Klimaanlage, Notsprecheinrichtung zum Tf und einer Videoüberwachung ausgestattet

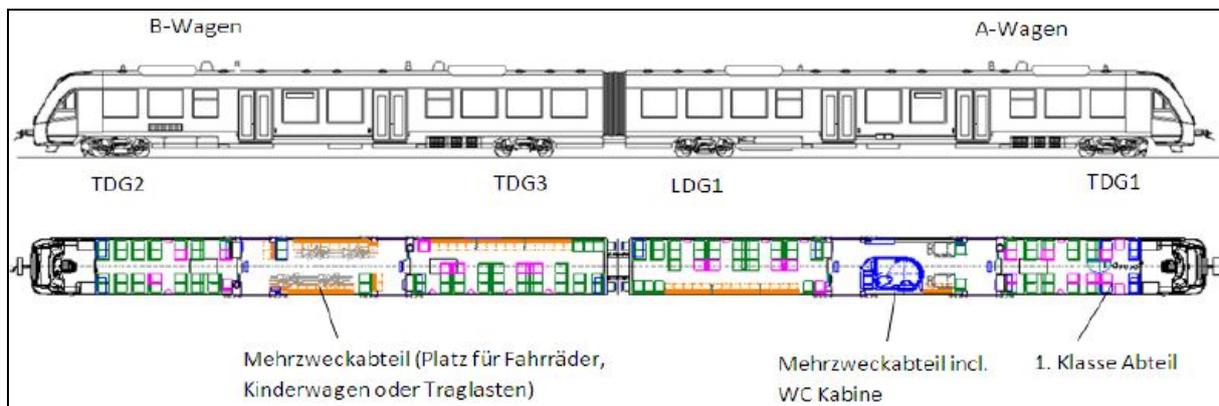


Abb. 9: Ansichten LINT 54

Quelle: TÜV Süd Rail

4.7.1 Fahrzeug 9580 0622 201-1

Zum Zeitpunkt des Ereignisses bestand Zug DPN 83719 aus, zwei durch Mittelpufferkuppung, verbundenen Einheiten vom Typ Coradia LINT 54 des Herstellers Alstom.

Bei dem verunfallten Eisenbahnfahrzeug der Baureihe 622 (Fzgnr. 9580 0622 201-1) handelte es sich um einen zweiteiligen Dieseltriebzug mit zwei Triebdrehgestellen und zwei Laufdrehgestellen. Der Antrieb bestand aus zwei unterflur angeordneten Antriebsanlagen welche jeweils auf die beiden Radsätze eines Triebdrehgestells wirkten. Das Fahrzeug führte an den Fahrzeugenden automatische Mittelpufferkuppungen, welche die elektrischen Kontakte sowie die Hauptluftleitung (HL) und die Hauptluftbehälterleitung (HBL) kuppelte.

Das Fahrzeug wurde von der Firma Alstom gebaut und erhielt die Zulassung am 17.07.2014. Halter des Fahrzeuges ist die Verkehrsgesellschaft LNVG. Der Betreiber des Fahrzeuges ist das Eisenbahnverkehrsunternehmen ErixX GmbH. Anhand der durch den Betreiber bereitgestellten Fahrzeugunterlagen konnten keine Unregelmäßigkeiten am Fahrzeug die im Zusammenhang mit dem Ereignis stehen festgestellt werden.



Dauerbremszettel Lint54 – LNVG VII

Zeile	Angaben		1 Fach-Traktion	2 Fach-Traktion	3 Fach-Traktion	4 Fach-Traktion
1	Gesamtzuggewicht in t		104	208	312	416
2	Bremsgewicht in t ($R_{(el)}+Mg$)		187	374	561	748
3	Anzahl der Achsen		8	16	24	32
4	Länge in m		54	108	162	216
5	Bremsstellung	Bremsgewicht in t				Vorhandene Brems Hundertstel
		1 Fach-Traktion	2 Fach-Traktion	3 Fach-Traktion	4 Fach-Traktion	
6	$R_{(el)} + Mg$ (a)	187	374	561	748	179
7	$R_{(el)}$ (b)	172	344	516	688	165
8	R (c)	134	268	402	536	128

Tabelle 1: Dauerbremszettel LINT 54

Quelle : EVU ErixX GmbH

Hinweis zum Dauerbremszettel:	
a)	$R_{(el)} + Mg$: direkte Bremse, Schnellbremsung mit Mg Unterstützung, ergänzend wird die HL auf $\leq 2,8$ bar abgesenkt
a)	$R_{(el)}$: direkte Bremse, Schnellbremsung ohne Mg-Bremse, ergänzend wird die HL auf $\leq 2,8$ bar gesenkt
b)	R : indirekte Bremse, pneumatische Steuerung nur über HL

Tabelle 2: Hinweise zu den Bremsberechnungen

4.7.2 EFR Daten

Das Eisenbahnfahrzeug Fzgnr. 9580 0622 201-1 war mit einer induktiven Zugsicherung und dem Betriebsprogramm PZB 90 ausgerüstet. Zum Zeitpunkt des Ereignisses arbeitete das Zugsicherungssystem störungsfrei.

Die Rekonstruktion des Ereignisses ergab, dass der Zug nach dem letzten planmäßigen Halt im Bf Sarstedt eine Strecke von ca. 32,750 km durchfuhr bis, bei einer Geschwindigkeit von ca. 88 km/h, ein Luftverlust von < 2,2 bar verzeichnet wurde. Es ist davon auszugehen, dass der Tf eine Schnellbremsung einleitete worauf ein Bremsweg von ca. 230 m bis zum Stillstand des Fahrzeuges folgte. Die Aufprallgeschwindigkeit lag bei annähernd 12 km/h.

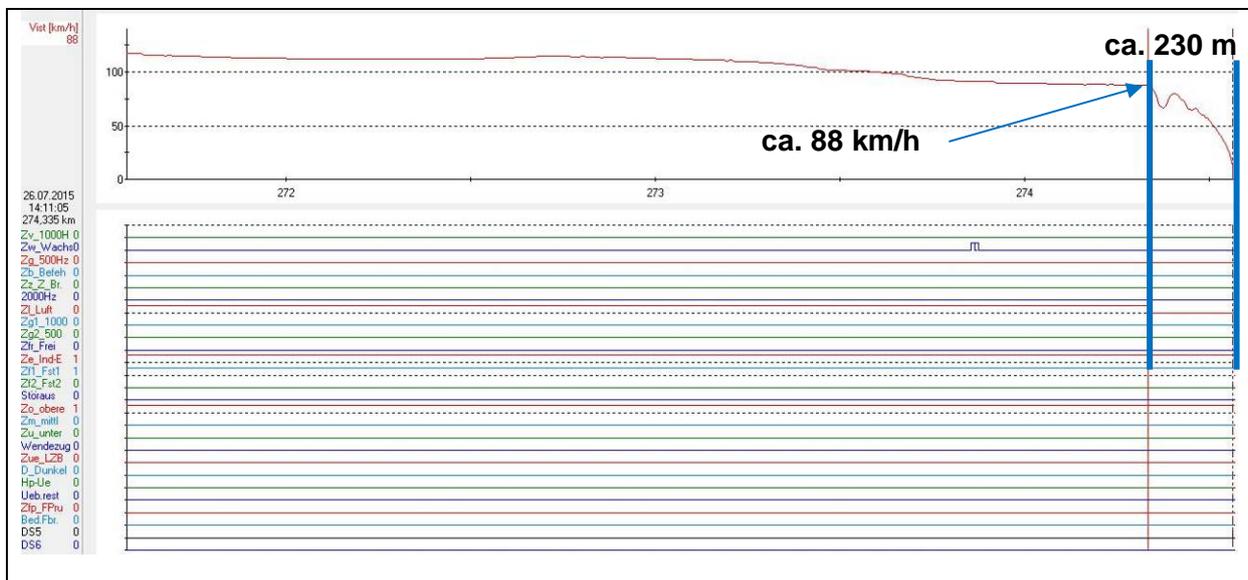


Abb. 10: EFR Daten BR 622 201-1

4.8 Fahrzeugbrand (sekundäres Ereignis)

Als Ursache für den Fahrzeugbrand wurden mehrfache Spannungsüberschläge ermittelt.

In der Oberleitung verfangenes nasses Geäst führte bei Kontakt mit dem Antriebsgestänge des Scheibenwischers von Eisenbahnfahrzeug Fzgnr. 9580 0622 201-1 zu wiederholten Spannungsüberschlägen.

Entzündung im Dachraum des VT 622 201-1

Die auf dem Fahrzeugdach festgestellten Schäden und zusätzlichen Beobachtungen lassen erkennen, dass mehrere elektrische Überschläge zwischen dem 15 kV Potenzial des Fahrdrachts und dem Wagendach stattgefunden haben. Die Überschläge wurden durch den herabhängenden Ast verursacht, der als Folge des Regens nass und elektrisch leitfähig war.

Dadurch wurde über das, auf Erdpotenzial befindliche Triebzug der Stromkreis geschlossen und der Kurzschlussstrom konnte fließen.

Ein derartiges Ereignis ist nicht vollständig auszuschließen und soll durch Schutzmaßnahmen auf der Netzseite beherrscht werden. Bestimmungsgemäß führte ein Fahrdraktkurzschluss zur sofortigen Abschaltung des Oberleitungsversorgungsabschnitts im Unterwerk. Dieser Kurzschlussstrom wurde durch den Wagenkasten und die vorhandenen Erdungsmaßnahmen in die Schienen abgeleitet. Folglich floss bei einem Fahrdraktkontakt des Wagenkastens bestimmungsgemäß ein erheblicher Strom durch den Wagenkasten.



Abb. 11: Schadensbild auf dem Dach Höhe 1. Klasse
Quelle: TÜV Süd Rail



Abb. 12: Schadensbild auf dem Dach Höhe Führerraum
Quelle: TÜV Süd Rail



Abb. 13: Einbrandspuren auf dem Fahrzeugdach
Quelle: TÜV Süd Rail

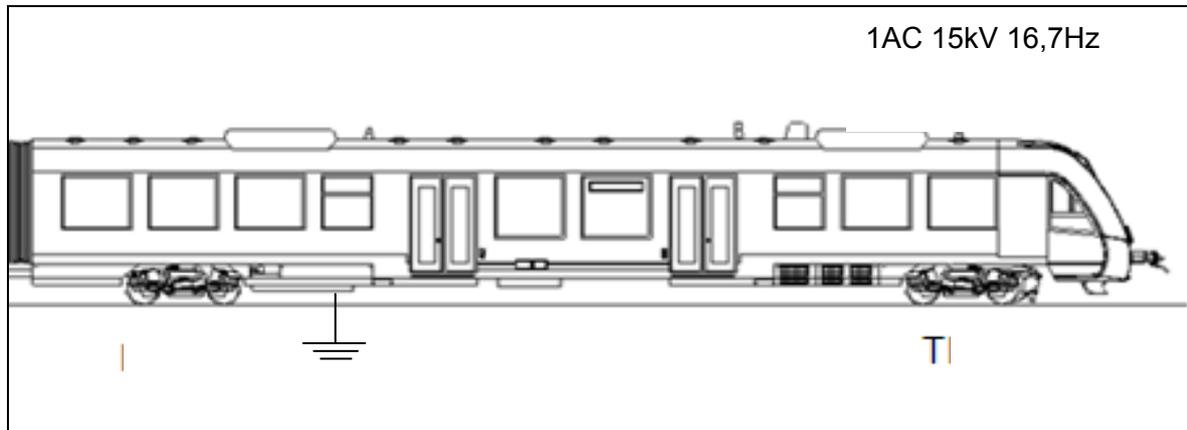


Abb. 14: Potenzialverhältnisse bei Fahrdrähtkontakt

Quelle: TÜV Süd Rail

Thesen zur Entzündung der Brandlasten im Dachbereich:

1. Entzündung von Brandlasten durch sehr hohe Temperatureinwirkung, die als Folge der Lichtbögen entstanden sind.
2. Entzündung durch Stromfluss und anschließende thermische Überlastung der Kabelpritschen, die in das Erdungskonzept eingebunden sind.

Erläuterung und Bewertung der Thesen:

zu 1.

Die Schmelztemperatur von Stahl beträgt je nach Legierung 1350°C bis 1450°C. Die Temperatur von Kurzschluss-Lichtbögen beträgt mehr als 4000°C, daher konnten sich im Dach Löcher einbrennen. Bei derart hohen Temperaturen werden organische Materialien in der Nähe der Einwirkstelle entzündet, unabhängig von ihrer flammenschutztechnischen Ausrüstung. Es ist somit davon auszugehen, dass die Dachisolierung aus Polyesterflies durch die Lichtbogeneinwirkungen lokal entzündet wurde.

zu 2.

Im Erdungskonzept der Fahrzeuge sind die im Dachbereich verlegten Kabelkanäle mehrfach durch massive Erdungslitzen mit dem Wagenkasten verbunden. Wie die nachfolgenden Abbildungen veranschaulichen, können hierdurch, im Falle eines durch den Wagenkasten abgeleiteten Stromes, parallele Strompfade entstehen.

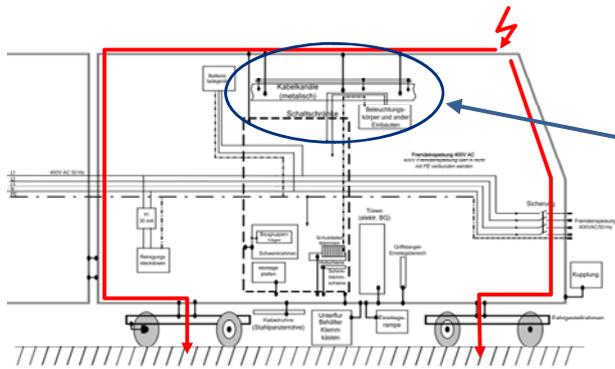


Abb. 15: Stromfluss-Schema bei Fahrdrahtkontakt

Quelle: TÜV Süd Rail

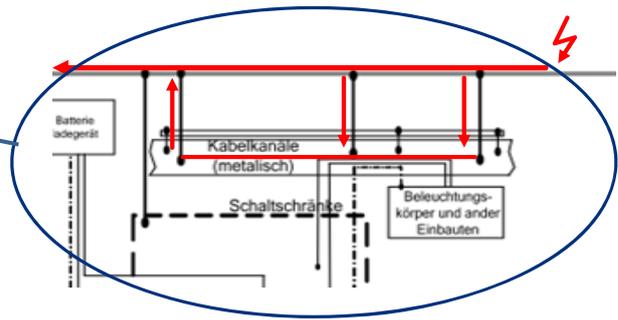


Abb. 16: parallele Strompfade

Quelle: TÜV Süd Rail

In den nachfolgenden Abbildungen wird erkennbar, dass es zu einem hohen Stromeintrag in einer Kabelpritsche oberhalb des 1.Klasse-Bereiches gekommen war. Der in Abbildung 17 mit A gekennzeichnete Bereich zeigte einen matten, weißlich-grauen Niederschlag. Dieser Bereich wurde gegenüber den angrenzenden Bereichen, welche über schwarze Anhaftungen verfügten, stärker erwärmt. Dies war ein Indiz für einen hohen Stromeintrag in die Kabelpritsche durch die Klemmstelle des Erdkabels. Die Temperatur im Bereich der Klemmstelle war derart hoch, dass es hier auch zur Erweichung und Anschmelzung der Kabelpritsche kam. (Abb. 18)

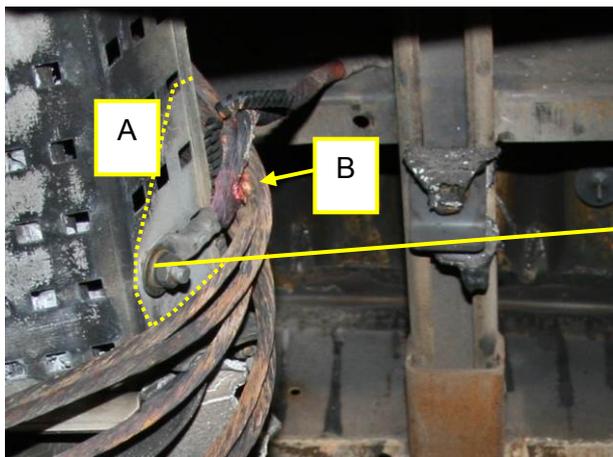


Abb. 17: Spuren lokaler Wärmefreisetzung

Quelle: TÜV Süd Rail



Abb. 18: Anschmelzung der Kabelpritsche

TÜV Süd Rail

A = Bereich der Klemmstelle

B = elektrisches Kontaktband

Die Bilder belegten, dass es in den Erdungsseilen zwischen der Kabelpritsche und dem Fahrzeugdach und in der Kabelpritsche selbst zu einem hohen Stromfluss kam. Die daraus resultierende starke Erwärmung führte zwangsläufig zur Entzündung der Leitungsisolierungen entlang der Kabelpritsche. Im vorliegenden Fall hatte der Stromfluss in den Kabelpritschen zur Entzündung der Leitungen und Kabel geführt. In der Folge wurden die angrenzenden Bauteile entzündet.

Anhand der festgestellten Spuren war es offensichtlich, dass beide Zündmechanismen unabhängig voneinander einen Beitrag zur Brandentstehung geleistet haben. Erhörend ist die Tatsache zu bewerten, dass es über einen Zeitraum von fünf Minuten zu wiederholten Berührungen zwischen spannungsleitendem Geäst und Wagenkastendach kam. Somit wurde wiederholt Zündenergie in den späteren Brandort eingebracht. Kleine Entstehungsbrände konnten hierdurch immer wieder durch Energiezufuhr gestützt werden und wurden am selbstständigen Verlöschen gehindert. Erst fünf Minuten nach der ersten Unterwerksauslösung wurde die Energiezufuhr nachhaltig unterbrochen.

4.9 Brandschutzkonzept BR 622

Grundlagen

Ein Verbrennungsprozess setzt ein, wenn gleichzeitig Brennstoff und Oxydationsmittel in einem zündfähigen Mischungsverhältnis vorhanden sind und durch Energiezufuhr zu einer exothermen chemischen Reaktion angeregt werden. Der Brandprozess wird in der Literatur durch das Feuerdreieck nach Emmons dargestellt:

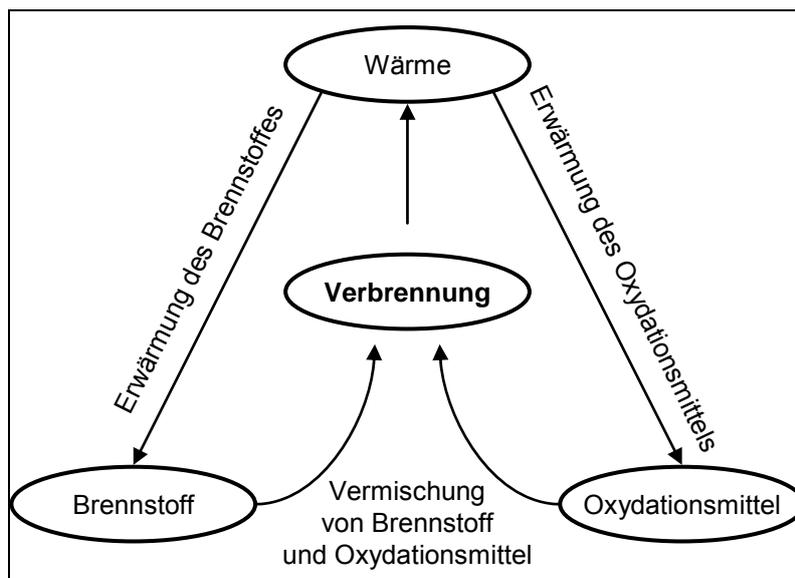


Abb. 19: Feuerdreieck nach Emmons

Quelle: TÜV Süd Rail

Eine Entzündung und weitere Brandentwicklung kann nur dann erfolgen, wenn alle drei Zündvoraussetzungen gleichzeitig erfüllt werden. In Schienenfahrzeugen kommen als Brennstoffe vorrangig brennbare Bauteile, Kraft- und Betriebsstoffe, Schmiermittel in Betracht. Weitere Brandlasten bestehen in Kleidungs- und Gepäckstücken. Als Oxydationsmittel steht der in der Luft befindliche Sauerstoff zur Verfügung. Die für die Entzündung erforderliche Energie kann in Form von Wärme an stark erwärmten Oberflächen – z.B. Abgas führende Bauteile des Dieselmotors – oder an mangelhaften elektrischen Kontakten – z.B. elektrischen Steck-, Schleif- oder Klemmverbindungen auftreten. Die unzulässig hohe Erwärmung elektrischer Leitungen und Kabel stellt hingegen im Bereich Schienenfahrzeuge keine häufige Zündursache dar, sofern die der Dimensionierung zugrunde liegenden Stromstärken nicht überschritten werden.

Brandschutztechnische Auslegung

Die Fahrzeuge vom Typ CORADIA LINT sind hinsichtlich der betrieblichen Einsatzform der Betriebsklasse 2 der DIN EN 45545 Teil 1 zugeordnet. Der brandschutztechnischen Auslegung und Nachweisführung liegen folgende Regelwerke zugrunde:

- Brandschutztechnische Klassifizierung nach DIN CEN/TS 45545-1: Betriebsklasse 2;
- Auslegung und Nachweisführung der Werkstoffe und Materialien gemäß DIN 5510-2:2009;
- Übrige Auslegung und Dokumentation gemäß „Regelungen für die brandschutztechnische Beurteilung spurgeführter Fahrzeuge in Deutschland“, Rev. 02 (2010);
- Funktionsnachweis der Brandmeldeanlage gemäß ARGE-Richtlinie Teil 1 (Rev. 4.0) und Teil 3 (Rev 2.0).

4.10 Interpretation der Unfallspuren

Die Rekonstruktion des Ereignisses ergab, dass die eigentliche Zugkollision mit dem ins Profil ragenden Geäst aufgrund der niedrigen Aufprallgeschwindigkeit ohne nennenswerte Schäden verlaufen ist. Bedingt durch widrige Wetterverhältnisse kam es dann zum Sekundärereignis mit hohem Sachschaden.

5 Auswertung und Schlussfolgerungen

Die bis zum Ereignis durchgeführte Zugfahrt ergab keinen Mangel. Der Tf konnte wegen der schlechten Sichtverhältnisse den blockierten Fahrweg erst spät erkennen. Dass der Zug wegen der geringen Aufprallgeschwindigkeit kaum beschädigt wurde kann als glücklicher Umstand gewertet werden.

Die Ursache des Brandereignisses war kein Einzelfehler, sondern eine Verkettung mehrerer Umstände. Jeder einzelne Umstand für sich genommen hätte das Ereignis nicht ohne die zeitgleiche Verkettung mit den übrigen Umständen verursacht.

1. Am Ereignistag herrschte ein starkes Unwetter mit Sturmspitzen von 100 km/h und ergiebigem Regen. Diese Wetterlage führte immer wiederkehrend zu Schäden an der Vegetation. Auch im betroffenen Streckenabschnitt wurden Bäume entwurzelt und Äste abgerissen.
2. Der Tf hatte bei der Beobachtung des Fahrweges den herabhängenden Ast als Hindernis in der Oberleitung erkannt. Als Reaktion leitete er eine Schnellbremsung ein und kam zufällig unmittelbar unter dem herabhängenden Geäst zum Stehen. Hierdurch kam es über

das Geäst zum Kontakt zwischen der spannungsführenden Oberleitung und dem Wagenkastendach. Schon die flüchtige Berührung mit spannungsführenden Teilen der Oberleitung und einem Eisenbahnfahrzeug führt bei einem Einzelereignis zur unverzüglichen Abschaltung des Oberleitungsabschnittes durch das Unterwerk.

3. Durch die Unwettersituation kam es in der Bahnstromversorgung 15 kV/16,7Hz zu einer Vielzahl von Abschaltungen, welche in der überwiegenden Zahl durch flüchtige Berührungen des Fahrdrachts verursacht wurden. Bedingt durch den Sturm befand sich die Vegetation in Bewegung was zu wiederkehrenden Kontakten zwischen Vegetation und Fahrzeugdach führte. Zahlreiche Einbrandspuren im Fahrzeugdach belegen dies.
4. Im betroffenen Streckenabschnitt reichte die Vegetation rechts und links bis dicht an den Gleiskörper heran. Die Nähe von Bäumen und Sträuchern zum Gleiskörper und zur Oberleitung hatte die Astberührung zwar nicht alleinig verursacht, jedoch begünstigt.
5. Die brandschutztechnische Auslegung des Fahrzeuges hat entsprechend der betrieblichen Einsatzform gegriffen.