

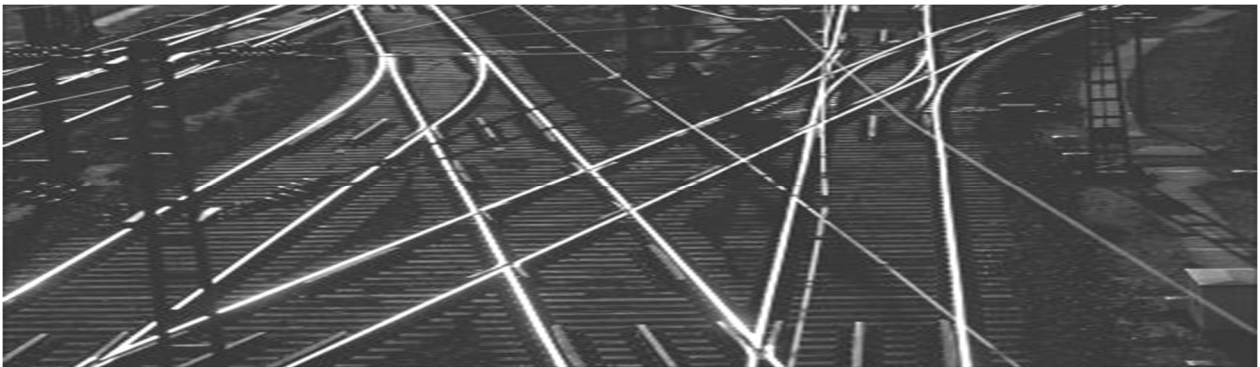


Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: BEU-uu2019-10/003-3323

Stand: 27.10.2022 Version: 1.0

Erstveröffentlichung: 02.11.2022



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Fahrzeugbrand
Datum:	19.10.2019
Zeit:	20:04 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Berlin Zoologischer Garten - Berlin Hbf
Streckennummer:	6109
Kilometer:	7,10

Veröffentlicht durch:

Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung

Heinemannstraße 6

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis

I.	Änderungsverzeichnis:	II
II.	Abbildungsverzeichnis:	III
III.	Tabellenverzeichnis:	III
IV.	Abkürzungsverzeichnis:	IV
1	Vorbemerkungen	1
1.1	Organisatorischer Hinweis	1
1.2	Ziel der Eisenbahnunfalluntersuchung.....	1
2	Zusammenfassung	3
2.1	Kurzbeschreibung des Ereignisses.....	3
2.2	Folgen	3
2.3	Ursachen.....	3
2.4	Sicherheitsempfehlungen	3
3	Allgemeine Angaben	4
3.1	Lage und Beschreibung des Ereignisortes	4
3.2	Beteiligte und Mitwirkende.....	6
3.3	Äußere Bedingungen	6
3.4	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	7
4	Untersuchungsprotokoll	9
4.1	Zusammenfassung von Aussagen und Stellungnahmen	9
4.1.1	Stellungnahme des Fahrdienstleiters Berlin Westkreuz	9
4.1.2	Stellungnahme des Triebfahrzeugführers und des Zugführers der CB GmbH.....	9
4.2	Notfallmanagement	10
4.3	Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur	11
4.4	Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik	11

4.5	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers.....	12
4.6	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU CB GmbH	13
4.6.1	Regelungen zur Durchführung der Zugvorbereitung	13
4.6.2	Regelungen zur Wagentechnischen Untersuchung	14
4.6.3	Regelungen zu technischen Störungen am Wagen während der Fahrt	15
4.6.4	Auswertung der elektronischen Fahrtenregistrierung.....	17
4.7	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU S-Bahn Berlin.....	18
4.8	Untersuchung von Fahrzeugen	19
4.8.1	Besichtigung des Brandfahrzeuges am 22.10.2019	20
4.8.2	Aufbau und Funktionsweise der Warmwasserheizung.....	22
4.8.3	Technische Wagenuntersuchung am 17.12.2019	24
4.8.4	Analyse der Instandhaltungsunterlagen	27
4.8.5	Maßgebliche Erkenntnisse des Gutachters zur Brandursache	29
5	Auswertung	36
5.1	Ereignisrekonstruktion	36
5.2	Bewertung und Schlussfolgerung.....	37
6	Bisher getroffene Maßnahmen	40
7	Sicherheitsempfehlungen	41

I. Änderungsverzeichnis:

Änderung	Stand

II. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Lageplan	4
Abbildung 2: Gleislageskizze	5
Abbildung 3: Luftaufnahme Unfallstelle	5
Abbildung 4: Beschädigter Wagen	8
Abbildung 5: Abteil im Mittelbereich des Wagens unterhalb der Brandquelle	8
Abbildung 6: Grafik EFR Daten des Tfz 110 278-9.....	17
Abbildung 7: Übersichtszeichnung Am ²⁰⁸ Schnellzugwagen 1.Klasse	20
Abbildung 8: Gangseite des beschädigten Wagens	21
Abbildung 9: Abteilseite des beschädigten Wagens	21
Abbildung 10: Schema Warmwasserheizung.....	22
Abbildung 11: Geöffneter Wärmetauscher mit Heizstäben	25
Abbildung 12: Heizschütz mit Funkenkammer und Überschlagspuren.....	26
Abbildung 13: Heizschütz mit Strommarken an Gerätekastentrückwand.....	27
Abbildung 14: Instandhaltungsplan der Centralbahn AG	28

III. Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Übersicht der äußeren Bedingungen	6
Tabelle 2: Übersicht der Personenschäden	7
Tabelle 3: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe	7
Tabelle 4: Technische Daten Wagen 56 80 10-40 122-8.....	19

IV. Abkürzungsverzeichnis:

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
BEU	Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung
BEVVG	Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetz
BRW	Betriebsregelwerk
BZ	Betriebszentrale
BPol	Bundespolizei
CB AG	Centralbahn Aktiengesellschaft
CB GmbH	Centralbahn GmbH
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBL	Eisenbahnbetriebsleiter
ECM	Entity in Charge of Maintenance
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ESTW	Elektronisches Stellwerk
EU	Europäische Union
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Fdl	Fahrdienstleiter / Fahrdienstleiterin
Fz	Fahrzeug
GSM-R	Global System for Mobile Communications Railway
Hbf	Hauptbahnhof
Hp	Haltepunkt
Ks	Kombinationssignale
Ril	Richtlinie
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
Tf	Triebfahrzeugführer
Tfz	Triebfahrzeug

VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VzG	Verzeichnis der zugelassenen Geschwindigkeiten
WTU	Wagentechnische Untersuchung
Zf	Zugführer
ZS	Zugsammelschiene

1 Vorbemerkungen

Das Kapitel Vorbemerkungen befasst sich mit allgemeinen Informationen zur Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU). Dabei wird die gesetzliche Grundlage genannt und die Aufbauorganisation kurz umrissen.

1.1 Organisatorischer Hinweis

Mit der Richtlinie (EU) 2016/798 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Eisenbahnsicherheit in der Gemeinschaft (Eisenbahnsicherheitsrichtlinie) wurden die Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) verpflichtet, unabhängige Untersuchungsstellen für die Untersuchung bestimmter gefährlicher Ereignisse einzurichten.

Diese Richtlinie wurde mit dem Gesetz zur Neuordnung der Eisenbahnunfalluntersuchung vom 27. Juni 2017 und der Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung vom 05.07.2007, die durch Artikel 1 der Verordnung vom 26.11.2019 geändert worden ist, umgesetzt. Die BEU ist eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr.

Gemäß § 6 Abs. 2 des Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetzes (BEVVG) wurde der Sitz und Aufbau der BEU im „Organisationserlass zur Errichtung der Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur festgelegt und die BEU zum 14.07.2017 errichtet.

Näheres hierzu ist im Internet unter www.beu.bund.de eingestellt.

1.2 Ziel der Eisenbahnunfalluntersuchung

Ziel und Zweck der Untersuchungen ist es, die Ursachen von gefährlichen Ereignissen aufzuklären und hieraus Hinweise zur Verbesserung der Sicherheit abzuleiten. Untersuchungen der BEU 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 Vermei-

derung 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 Zusammenfassung

Das Kapitel befasst sich mit einer kurzen Darstellung des Ereignisherganges, den Folgen und den Primärursachen. Abschließend wird die erteilte Sicherheitsempfehlung vom 17.01.2020 aufgeführt.

2.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 19.10.2019 gegen 20:04 Uhr ereignete sich im Reisezug DPE 86363 (Fußballsonderzug) auf der Fahrt von Berlin-Charlottenburg nach Freiburg im Breisgau zwischen Berlin Zoologischer Garten und Berlin Hauptbahnhof (Hbf) ein Fahrzeugbrand.

2.2 Folgen

Vier Personen wurden leicht verletzt. Der zweite Wagen des Zuges mit der UIC-Fahrzeugkennzeichnung 56 80 10-40 122-8 brannte vollständig aus. Es entstanden an den Fahrzeugen (Fz) und an der Infrastruktur Schäden in Höhe von ca. 162.000 Euro. Auf den benachbarten S-Bahngleisen wurde der Betrieb vorübergehend eingestellt.

2.3 Ursachen

Als primäre Ursache für die Entstehung des Fahrzeugbrandes wurde eine Funktionsstörung des Heizschützes der Warmwasserheizung ermittelt, in deren Folge es zur Überhitzung der Heizungsanlage und der damit verbundenen Verdampfung des Heizwassers kam.

2.4 Sicherheitsempfehlungen

Im Zwischenbericht vom 17.01.2020 wurde die Sicherheitsempfehlung 1/2020 zum Betrieb von Heizungsanlagen der Bauart Whzdes und solcher in analoger technischer Ausführung ohne Übertemperaturschutz mit direkt wirkender und autarker Energieabschaltung ausgesprochen. Näheres ist dem Kapitel 7 Sicherheitsempfehlungen zu entnehmen.

3 Allgemeine Angaben

Das Kapitel beinhaltet allgemeine Angaben zur Beschreibung des Ereignisortes und der relevanten Bahnanlagen. Des Weiteren werden die an der Unfalluntersuchung beteiligten und mitwirkenden Stellen, die äußeren Bedingungen, die Anzahl der bei dem Ereignis verletzten und getöteten Personen sowie Art und Höhe der Folgeschäden benannt.

3.1 Lage und Beschreibung des Ereignisortes

Der Ereignisort befindet sich auf einer zweimal eingleisigen Hauptbahn (Berlin-Spandau Ost nach Berlin Ostbahnhof) welche gemäß dem Verzeichnis der zulässigen Geschwindigkeiten (VzG) mit der Streckennummer 6109 geführt wird. Der Zug DPE 86363 befuhr das südlich gelegene Steckengleis in Richtung Berlin Hbf, für das eine maximale Geschwindigkeit von 60 km/h zugelassen ist. Die Strecke ist mit punktförmiger Zugbeeinflussung und digitalem Zugfunk Global System for Mobile Communications Railway (GSM-R) ausgerüstet. Im betroffenen Bereich ist der Bremsweg auf 400 Meter ausgelegt.

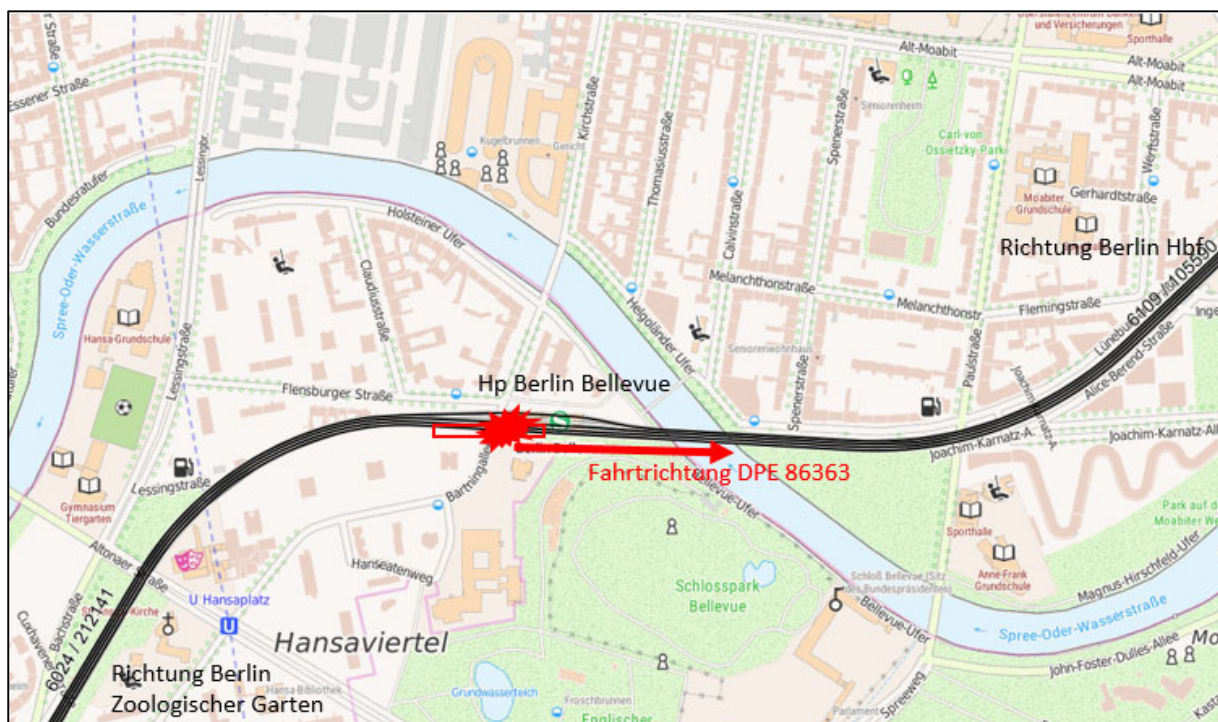


Abbildung 1: Lageplan¹

¹ Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG [2019], bearbeitet durch BEU

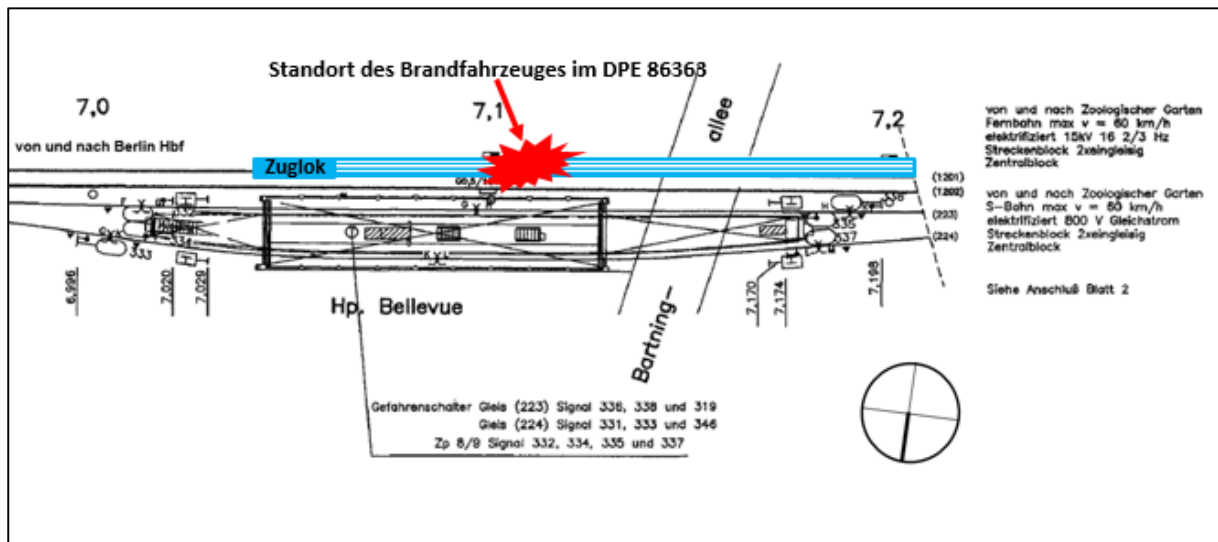


Abbildung 2: Gleislageskizze²

Das befahrene Fernbahngleis liegt parallel zu den S-Bahn-Gleisen der Berliner Stadtbahn und wurde zusammen mit diesen auf einem Viadukt trassiert. Der Zug kam neben dem S-Bahn-Haltepunkt (Hp) Berlin Bellevue zum Halten, der mit Bahnsteiganlagen ausgerüstet ist. Von den Fernbahngleisen gibt es keinen direkten Zugang zu den Bahnsteiganlagen.

Die folgende Abbildung zeigt das Ausmaß des Brandereignisses zum Zeitpunkt des Vollbrandes am 19.10.2019.



Abbildung 3: Luftaufnahme Unfallstelle³

² Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch BEU

³ Quelle: Bundespolizei

3.2 Beteiligte und Mitwirkende

Am Ereignis waren folgende Stellen beteiligt:

- Centralbahn GmbH (CB GmbH) als Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU),
- DB Netz AG als Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU),

Das EVU verfügt über eine Sicherheitsbescheinigung gemäß § 7a AEG mit einer Gültigkeit bis zum 30.04.2023 und war damit zur Teilnahme am Eisenbahnbetrieb berechtigt. Das EVU CB GmbH war zum Ereignispunkt das verantwortliche EVU für die Zugfahrt des DPE 86363.

Für das EIU liegt eine Sicherheitsgenehmigung gemäß § 7c AEG des Eisenbahn-Bundesamt bis zum 19.10.2021 vor.

Im Rahmen der Sachverhaltsermittlung und Ursachenerforschung wurden neben den o. g. Beteiligten folgende weitere Stellen einbezogen:

- TÜV Süd GmbH, Erstellung eines Gutachtens zur Brandursachenermittlung,
- Bundespolizei Berlin,
- Centralbahn AG (CB AG) mit Sitz in Basel (Schweiz) als Wagenhalter/ Entity in Charge of Maintenance (ECM).

3.3 Äußere Bedingungen

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschten folgende Bedingungen:

Lichtverhältnisse	künstliche Beleuchtung <20 Lux
Sicht	klar
Bedeckung	wolkenlos
Temperaturen	13°C
fallender Niederschlag	Nein
Niederschlagshäufigkeit	--
Untergrund / gefallener Niederschlag	trocken

Tabelle 1: Übersicht der äußeren Bedingungen

Feststellung zu den äußeren Bedingungen

Lfd. Nr. 1
Die äußeren Bedingungen, wie z. B. das Wetter, standen in keinem erkennbaren kausalen Zusammenhang mit der Ereignisursache.

3.4 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Nach letzten Erkenntnissen traten nachfolgend aufgeführte Personenschäden ein:

	Anzahl Tote	Anzahl schwer Verletzte	Anzahl leicht Verletzte
Reisende	-	-	4
Mitarbeiter	-	-	-
Benutzer von Bahnübergängen	-	-	-
Dritte	-	-	-
Summe	-	-	4

Tabelle 2: Übersicht der Personenschäden

Bei den vier leicht verletzten Personen waren ausschließlich Fahrgäste betroffen, die sich in unmittelbarer Nähe zum Brandgeschehen befanden und dadurch eine Rauchgasvergiftung erlitten. Drei der verletzten Personen wurden in ein Krankenhaus zur weiteren Behandlung eingeliefert.

Die geschätzte Höhe der Sachschäden in Euro setzt sich wie folgt zusammen:

	geschätzte Kosten in Euro
Fahrzeuge	155.000,00
Infrastruktur	7.000,00
Dritte	-
Gesamtschadenshöhe	162.000,00

Tabelle 3: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe

Beschädigungen am Oberbau und an den LST-Anlagen wurden nicht festgestellt. Durch die Brandeinwirkung wurde jedoch die Oberleitung über eine Länge von ca. 20 Metern beschädigt, so dass diese ausgetauscht werden musste.

Der betroffene Reisezugwagen wieß, wie in den beiden folgenden Abbildungen erkennbar, im Innen- und Außenbereich erhebliche Brandschäden auf. Durch die starke Hitzeentwicklung veränderte sich das Metallgefüge des Fahrzeugrahmens, wodurch eine Rekonstruktion des Wagens nicht mehr möglich war. Die Abbildung 4 zeigt deutlich den durchgebogenen Langträger.



Abbildung 4: Beschädigter Wagen



Abbildung 5: Abteil im Mittelbereich des Wagens unterhalb der Brandquelle

4 Untersuchungsprotokoll

In diesem Kapitel werden die ermittelten Ergebnisse zu einzelnen in Zusammenhang mit dem Ereignis stehenden Teilbereichen des Eisenbahnwesens dargestellt. Insbesondere wurden die betrieblich-technischen Regelwerke des EVU und die Instandhaltungsunterlagen des Wagenhalters ausgewertet. Daneben floss in die Untersuchung eine gutachterliche Stellungnahme zu den kausalen Zusammenhängen der Brandentwicklung, inklusive einer materialtechnischen Analyse von Fahrzeugbestandteilen, ein. Erste Ermittlungsergebnisse wurden bereits in einem Zwischenbericht mit einer Sicherheitsempfehlung (01/2020) am 17.01.2020 veröffentlicht. Die jeweilig relevanten Erkenntnisse werden fortlaufend aufgeführt.

4.1 Zusammenfassung von Aussagen und Stellungnahmen

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Aussagen und Stellungnahmen einiger Beteiligter zusammengefasst dargestellt. Diese wurden dem jeweiligen Arbeitgeber gegenüber abgelegt. Verschiedene Ergänzungen wurden im Rahmen der Unfalluntersuchung im Nachgang bei den Beteiligten abgefragt.

4.1.1 Stellungnahme des Fahrdienstleiters Berlin Westkreuz

Der zuständige Fahrdienstleiter (Fdl) der Unterzentrale (UZ) Westkreuz des Elektronischen Stellwerks (ESTW) in der Betriebszentrale (BZ) Berlin gab an, dass er gegen 20:05 Uhr den Nothaltauftrag des Triebfahrzeugführers (Tf) des Zuges DPE 86363 erhalten habe. Demnach hätte er um 20:08 Uhr die Streckengleise von den Betriebstellen Berlin Zoologischer Garten nach Berlin Hbf und von Berlin Hbf nach Berlin Zoologischer Garten gesperrt. Gleichzeitig wäre von ihm die Notfallleitstelle und die Feuerwehr alarmiert worden. Zwischen 20:09 Uhr und 20:12 Uhr wäre mit der Zentralschaltstelle (ZES) der DB Energie GmbH die Abschaltung der Oberleitung für die betroffenen Streckenabschnitte vereinbart worden. Nach Rücksprache mit dem Fdl Berlin Zoologischer Garten hätte dieser bestätigt, den Nothaltauftrag des Tf erhalten zu haben. Der Zugbetrieb sei um 20:12 Uhr eingestellt und die Stromschiene abgeschaltet worden.

4.1.2 Stellungnahme des Triebfahrzeugführers und des Zugführers der CB GmbH

Sowohl der Tf als auch der Zugführer (Zf) gaben keine Stellungnahme ab. Die betrieblichen Handlungen des Tf waren u. a. anhand der Aufzeichnungen der GSM-R-Gespräche nachzuvollziehen und werden im Kapitel 4.6 beschrieben.

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 Konzernrichtlinie 123, das der DB Netz AG in der Richtlinie (Ril) 423 näher beschrieben und geregelt.

Zur Untersuchung des Notfallmanagements erfolgte eine Auswertung des Ereignisberichtes der Notfallleitstelle. Hieraus konnte eine lückenlose Koordinierung aller Maßnahmen zur Einstellung des Betriebes auf der Fernbahn und der S-Bahn, der Evakuierung des Zuges DPE 86363, der Brandbekämpfung sowie der Maßnahmen der Bundespolizei und des EVU nachvollzogen werden. Die Analyse der Mitschnitte der GSM-R-Gespräche bestätigten die Abfolge der Maßnahmen durch die Notfallleitstelle. Eine Bewertung einzelner Maßnahmen erfolgt im Kapitel 5.

Im Rahmen der Meldekette des Notfallmanagements erfolgte die Verständigung nachfolgend aufgeführter Einsatzkräfte und die Anforderung von Hilfsgeräten:

- des Netzkoordinators gegen 20:08 Uhr,
- die Rettungsleitstelle der Berliner Feuerwehr gegen 20:08 Uhr,
- die BZ gegen 20:08 Uhr,
- der Notfallmanager gegen 20:11 Uhr,
- die Bundespolizei (BPol) gegen 20:11 Uhr,
- das EVU gegen 20:15 Uhr,
- der Eisenbahnbetriebsleiter (EBL) des EIU gegen 20:15 Uhr,
- die BEU Bereitschaft gegen 20:44 Uhr.

Für vier leicht verletzte Personen wurde eine Notarztversorgung organisiert. Etwa 760 Fahrgäste wurden aus dem Zug DPE 86363 und zwei S-Bahnzügen durch Mitarbeiter der BPol über die Bahnsteige des angrenzenden S-Bahn-Hp Berlin Bellevue in den öffentlichen Raum geführt.

Die Löscharbeiten der Feuerwehr waren bis 21:39 Uhr beendet. Gegen 1:55 Uhr wurde die Feuerwehr nochmals angefordert, da eine erneute Rauchentwicklung festgestellt wurde.

Zum Abtransport des beschädigten Wagens wurde ein Hilfszug angefordert. Für den Transport des unbeschädigten Zugteils wurde ein Triebfahrzeug (Tfz) der DB Cargo AG eingesetzt.

Feststellungen zum Notfallmanagement

Lfd. Nr. 2
Die Überprüfung der Maßnahmen des Notfallmanagements gemäß DB Ril 123 ergab keine Hinweise auf Unregelmäßigkeiten.

4.3 Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur

Ein Einfluss der bautechnischen Infrastruktur auf die Entstehung des Fahrzeugbrandes konnte ausgeschlossen werden. Beschädigungen des Oberbaues durch das Brandereignis wurden nicht festgestellt. Im Bereich der unmittelbaren Einwirkung der Flammen auf die Oberleitung wurde diese über eine Länge von ca. 20 Metern beschädigt.

Lfd. Nr. 3
Aufgrund der Feststellungen zur primär fahrzeugbedingten Ursache des Ereignisses wurde auf eine weitere Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur verzichtet.

4.4 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Die Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik des betroffenen Blockabschnitts der Fernbahn lagen im Steuerungsbereich der ESTW-UZ Berlin Westkreuz. Die Hauptsignale sind als Kombinationssignale (Ks)-Signale ausgelegt. Die Streckenblockeinrichtungen für die beiden eingleisigen Strecken werden durch einen Zentralblock von der ESTW-UZ Berlin Westkreuz angestoßen. Beschädigungen an den Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik wurden nicht festgestellt.

Feststellung zur Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Lfd. Nr. 4
Da kein Einfluss der Leit- und Sicherungstechnik in Zusammenhang mit dem Ereignis ermittelt werden konnte, wurden keine weiteren Untersuchungen in diesem Bereich durchgeführt.

4.5 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

An der Gestaltung der betrieblichen Abläufe vor und während des Ereignisses waren die zuständigen Fdl der BZ Berlin in ihrer Zuständigkeit für die Betriebsstellen Berlin Zoologischer Garten (Steuerbereich ESTW-UZ Berlin Westkreuz) und Berlin Hbf (Steuerbereich ESTW-UZ Berlin Ostbahnhof), sowie die Fdl des Bf Berlin Grunewald Gdn beteiligt.

Gemäß dem Fahrplan des Zuges DLr 86363 war vorgesehen, den Zug vor der Abfahrt im Bf Berlin Grunewald Gdn in Gleis 316 abzustellen. Während der Abstellung nahm die Fdl des Bf Berlin Grunewald Gdn durch Augenschein ein Qualmen am betroffenen Wagen wahr. Sie wies den Tf auf diesen Sachverhalt per GSM-R Zugfunk mit der Aufforderung zur Überprüfung hin. Aus den aufgezeichneten GSM-R Zugfunkgesprächen ging hervor, dass der Tf dem Hinweis der Fdl nachging und sich anschließend zurück meldete. Nach seinen Angaben habe es sich nicht um Qualm gehandelt, sondern um Wasserdampf, der aus der Heizungsanlage entwich.

Nach der Abfahrt des Zuges im Bf Berlin-Grunewald Gdn war ein planmäßiger Halt im Bf Berlin-Charlottenburg zur Aufnahme von Fahrgästen vorgesehen. Die Weiterfahrt erfolgte als DPE 86363 und wurde in der Verantwortung des Fdl der ESTW-UZ Westkreuz gesteuert.

Der Fdl der ESTW-UZ Westkreuz veranlasste nach Eingang des Nothaltauftrages durch den Tf und der Meldung über Feuer im Zug DPE 86363 um 20:08 Uhr das Abschalten der Oberleitung und die Anforderung der Berliner Feuerwehr über die Notfalleitstelle. Um 20:10 Uhr wurden beide Fernbahn-Streckengleise im Kontakt mit den Fdl der ESTW-UZ Berlin Ostbahnhof gesperrt. Um 20:12 Uhr erfolgte die Abstimmung mit dem für den relevanten Bereich zuständigen Fdl über die Einstellung des S-Bahnverkehrs und der Abschaltung der Stromschiene. Der zuständige Fdl teilte mit, den Nothaltauftrag erhalten und den Verkehr sofort eingestellt zu haben. Auch das Abschalten der Stromschiene sei bereits veranlasst worden. Die Angaben des Fdl über die Zeiten für die Streckensperrung und die Einleitung der Rettungs- und Brandbekämpfungsmaßnahmen konnten durch die Auswertung der GSM-R Zugfunkgespräche plausibilisiert werden.

Von der Einstellung des Verkehrs waren zwei S-Bahn-Züge betroffen, die zur Evakuierung an den Bahnsteig des Hp Berlin Bellevue fuhren. Zum Zeitpunkt der Fahrt der S-Bahnzüge an den Bahnsteig hatten einige Fahrgäste den Zug DPE 86363 bereits verlassen. Eine Meldung, dass sich bereits Fahrgäste außerhalb des Zuges befinden würden, erfolgte um 20:16 Uhr vom Tf an den Fdl ESTW-UZ Berlin Westkreuz .

Feststellung zur Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

Lfd. Nr. 5

Aus der Analyse der GSM-R-Gespräche der an der Zugfahrt beteiligten Fdl, dem Aufnahmeprotokoll des Notfallmanagers und dem Ereignisprotokoll der Notfalleitstelle gingen keine Hinweise auf Unregelmäßigkeiten bei der Betriebsdurchführung gemäß DB-Ril 408 und der Abwicklung von Ereignissen gemäß DB-Ril 423 hervor.

Auf weitere Untersuchungen wie der Tauglichkeit, Eignung und Qualifikation der beteiligten Fdl wurde aufgrund der beanstandungsfreien Feststellungen verzichtet.

4.6 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU CB GmbH

Die Untersuchungsschwerpunkte zu den betrieblichen Abläufen der CB GmbH bezogen sich auf die Regelungen zur Zugvorbereitung, der Durchführung einer Zugfahrt, der Durchführung von wagentechnischen Untersuchungen (WTU) und Regelungen zum Umgang mit technischen Störungen durch das Betriebspersonal. Die CB GmbH wendet als nichtbundeseigenes EVU hierzu das Betriebsregelwerk (BRW) des Verbandes Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) und in Ergänzung dazu eigene Regelungen aus dem BRW CB an.

4.6.1 Regelungen zur Durchführung der Zugvorbereitung

Grundsätzlich haben gemäß DB-Ril 408 die Tf den Fdl zu melden, dass der Zug vorbereitet ist. Es ist den Tf jedoch gestattet, mit der Abgabe dieser Meldung einen anderen Mitarbeiter zu beauftragen. Hierzu sieht das BRW CB GmbH vor, dass der Tf den Zf mit der Abgabe dieser Meldung beauftragen konnte. Im BRW VDV wird für den Vorbereitungsdienst an Zügen durch den Tf oder Zf das Prüfen der Heizung und Lüftung auch in Fahrgasträumen, sowie die wagentechnische Behandlung vorgeschrieben. Im BRW CB GmbH gab es keine ergänzenden Vorschriften, die die Bauart der eingesetzten Reisezugwagen unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Wagenheizung beschrieben.

Zu den Vorbereitungsarbeiten gehörte unter anderem auch die Durchführung der vereinfachten Bremsprobe und das Führen von Bremszettel und Wagenliste. Von der CB GmbH wurde für den DLr 81316 eine Wagenliste und ein Bremszettel vom 15.10.2019 vorgelegt, vom Ereignistag eine vom Zf handgeschriebene Wagenliste und der Bremszettel. Auf der zuletzt genannten Wagenliste war keine Zugnummer eingetragen. Die Regelungen des BRW VDV zum Ausfertigen der Wagenliste beim Abfertigungsverfahren TB 0 wurden

berücksichtigt. Die Wagen, für die das Abfertigungsverfahren TB 0 galt, waren gekennzeichnet.

Gemäß Regelwerk war vor der Abfahrt des DLR 86363 im Bf Berlin Grunewald eine vereinfachte Bremsprobe vorgesehen. Für den Zug konnten von der BEU 154 Bremsleistung ermittelt werden, wodurch der Nachweis der erforderlichen Mindestbremsleistung von 142 erbracht werden konnte.

Gemäß dem Fahrplan befand sich der Zug DLR 86363 vor der Abfahrt als DPE 86363 im Bf Berlin-Charlottenburg in der Abstellung im Bf Berlin-Grunewald Gdn. Die Meldung, dass der Zug vorbereitet ist, erfolgte vom Tf an die FdL. Aus den Aufzeichnungen der GSM-R-Gespräche geht weiterhin hervor, dass der Tf von der FdL auf austretenden Dampf am zweiten Wagen hinter dem Zug aufmerksam gemacht wurde. Der Tf überprüfte den Sachverhalt durch Augenschein und teilte der FdL mit, dass nichts brennen würde, sondern es sich ausschließlich um heißes Wasser aus dem Durchlauferhitzer der Warmwasserheizung handeln würde [red. Anm.: Gemeint ist hier wahrscheinlich der Wasserdampf aus dem Wärmetauscher.

4.6.2 Regelungen zur Wagentechnischen Untersuchung

Gemäß BRW CB GmbH war es Aufgabe des EVU regelmäßig eine WTU an den Fz der Reisezüge durchführen zu lassen. Die Regelungen sehen vor, die WTU am neu gebildeten Zug oder am unverändert gebliebenen Zug nach 3.000 Kilometern, spätestens jedoch nach vier Tagen seit der letzten WTU durchzuführen. Zum Ereigniszeitpunkt war das entsprechende Modul im BRW CB GmbH noch nicht in Kraft. Die WTU wurde stattdessen nach der DB Ril 983 durchgeführt, welche identische Untersuchungszyklen an Reisezugwagen vorsieht.

Entsprechend der als Einsatzhistorie des Wagens vorgelegten Unterlagen vor dem Ereignis konnte die Durchführung der WTU wie folgt rekonstruiert werden:

Vor dem Ereignis startete der Umlauf des Wagenzuges, am 15.10.2019 von Augsburg nach Berlin und zurück nach Augsburg, am 16.10.2019 von Augsburg nach Liberec in Tschechien und am 17.10.2019 zurück nach Basel in der Schweiz. Am 18.10.2019 startete der gereinigte und technisch untersuchte Zug in Richtung Freiburg im Breisgau. Von dort ging die Fahrt am 19.10.2019 nach Berlin.

Am 15.10.2019 erhielt der Wagenzug eine WTU in Mönchengladbach und am 17.10.2019 eine WTU in Basel. Zum Zeitpunkt des Ereignisses war demnach die Frist bis zur nächsten WTU noch nicht erreicht. Für die zuvor erwähnten WTU wurden von der CB GmbH

Dokumentationsunterlagen vorgelegt, die von einem nach dem BRW CB GmbH benannten Wagenuntersuchungsbeamten unterschrieben waren.

Kleinere Reparaturarbeiten die im Rahmen einer WTU ausgeführt wurden, waren in einer Reparaturliste dokumentiert. Arbeiten an der Heizungsanlage wurden nicht nachgewiesen.

4.6.3 Regelungen zu technischen Störungen am Wagen während der Fahrt

Gegenstand weiterer Untersuchungen waren die betrieblichen Handlungen des Tf und des Zf des betroffenen Zuges, die im Sinne des BRW VDV als Betriebsbeamte gemäß § 47 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) bezeichnet sind. Für einen ebenfalls am Prozess beteiligten Notfallmitarbeiter enthält das BRW CB GmbH die Aufgabenbeschreibung, bei Ereignisfällen den Notfallmanager zu beraten und die Maßnahmen des EVU zu veranlassen. Das BRW VDV weist bei den Regelungen zum Notfall- und Störungsmanagement auf grundsätzliche Hinweise und Vorgaben in den Betriebsunfallvorschriften für nichtbundeseigene Eisenbahnen und der Ril 123 der DB Netz AG hin. Neben dem Tf war der Zug mit einem Zf besetzt, der gemäß dem BRW VDV und BRW CB GmbH als Zugbegleiter im Sinne des § 47 EBO als Betriebsbeamter mit betrieblichen Aufgaben betraut war.

Zur Dokumentation von Ereignissen während der Zugfahrt hatte der Zf gemäß BRW CB GmbH einen Fahrtbericht Zf zu führen. Das Regelwerk sieht vor, festgestellte Mängel bei der Zugvorbereitung in den Fahrtbericht einzutragen. Im BRW CB GmbH ist vorgeschrieben, dass sich die Mitarbeiter an die auftraggebende Stelle wenden und dort weitere Weisungen einholen können, wenn aufgrund der festgestellten Mängel Unklarheiten über den sicheren Einsatz des Fz bestehen sollten. Vom Ereignistag liegt nur ein Fahrtbericht vom Zf für den Zug DPE 86362 (Zugnummer bei der Hinfahrt nach Berlin) vor, in dem unter der Rubrik „Mängelliste Lok-Wagen“ ein Eintrag zu einem Fehler der Heizung am betroffenen Reisezugwagen dokumentiert wurde. Dieser Fehler wurde nicht differenziert beschrieben, sondern ausschließlich auf ein Gespräch darüber mit einem verantwortlichen Mitarbeiter hingewiesen. Inwieweit es zur Beseitigung des zuvor besprochenen Fehlers an der Heizungsanlage während der Standzeit des Zuges in der Abstellanlage des Bf Berlin-Grunewald Gdn kam, war nicht erkennbar. Für den Zug DPE 86363 konnte kein Fahrtbericht Zf vorgelegt werden.

Im BRW CB GmbH wird in Bezug auf die Weitergabe des Fahrtberichtes Zf auf eine konkrete Person verwiesen, deren E-Mailanschrift im Regelwerk vermerkt ist. Nach den Fahrten werden die Fahrtberichte gesammelt und ausgewertet. Der Fahrtbericht ersetzt das Bordbuch, dass

für den betroffenen Wagen vor dem Erwerb durch die CB AG vom vorherigen Betreiber geführt wurde. Eingetragene Mängel werden in die Reparaturlisten der Fz übertragen und die Abarbeitung dokumentiert. Die Auswertung der Reparaturliste für den betroffenen Wagen bis zwei Jahre vor dem Ereignis ergab keine dokumentierten Reparaturmaßnahmen an der Heizungsanlage.

Nach Aussage des EBL sei weiterhin allen Mitarbeitern eine Rufnummer bekanntgegeben, über die ein Mitarbeiter erreichbar sei, der Hilfestellung bei der Beurteilung von wagentechnischen Sachverhalten geben könne. Außerdem sei durch eine Rufumleitung sichergestellt, dass jederzeit ein Ansprechpartner erreichbar sei. Die wagentechnische Qualifikation der Ansprechpartner, die über diese Hotline erreichbar waren, wurde nachgewiesen.

Das EVU hat im Falle von technischen Störungen an den Wagen während der Fahrt die Einbeziehung eines Wagenuntersuchungsbeamten vorgesehen.

Im Fahrtbericht des Zf für den Zug DPE 86362 befand sich in der Mängelliste der Hinweis, über die Heizung am betroffenen Wagen mit dem Wagenuntersuchungsbeamten gesprochen zu haben. Zum Zeitpunkt des Ereignisses war eine Kommunikation des Tf oder Zf mit dem EBL oder dem Wagenuntersuchungsbeamten zur Klärung wagentechnischer Fragen nicht erkennbar. Gemäß EBO § 47 sind Betriebsbeamte mit sicherheitsrelevanten Aufgaben und Wagenuntersuchungsbeamte Mitarbeiter, für die gemäß VDV-Schrift 754 und VDV-Schrift 758 Ausbildungsschwerpunkte für das Prüfen von Wagen im Eisenbahnbetrieb vorgesehen sind. Im Rahmen der Ausbildung von Tf und Zf stellen wagentechnische Inhalte eine Zusatzqualifikation dar, die funktional als Wagenprüfer-Qualifikation bezeichnet wird. Für die Hin- und Rückfahrt der Züge nach und von Berlin am 19.10.2019 und 20.10.2019 war jeweils ein Techniker in der Zugbesatzung. Für die benannten Techniker, die ihrer Qualifikation nach Zf waren, konnte eine Zusatzqualifikation als Wagenprüfer nachgewiesen werden.

Gemäß der Regelungen aus dem BRW VDV und der CB GmbH zum Melden von gefährlichen Ereignissen hat sich der Tf regelkonform verhalten. Um 20:06 Uhr wurde ein Nothaltauftrag abgegeben. Auch der Zf hat zeitgleich den FdI über den Brand im Zug und den Ort des Ereignisses verständigt, sowie dringlich die Feuerwehr angefordert.

Gemäß den Aufzeichnungen der GSM-R-Gespräche begann die Evakuierung des Zuges über die S-Bahngleise kurz vor der Einstellung des Verkehrs.

Nachweise für die Qualifikation und uneingeschränkte Tauglichkeit wurden für den Tf und den Zf vorgelegt.

4.6.4 Auswertung der elektronischen Fahrtenregistrierung

Die Aufzeichnung der Daten der elektronischen Fahrtenregistrierung (EFR) auf dem führenden Tzf der Baureihe 110 erfolgte ordnungsgemäß auf einer Datenspeicherkassette der Bauform DSK 10. Die zugelassene Fahrgeschwindigkeit von 60 km/h zwischen den Betriebsstellen Berlin-Charlottenburg, Berlin Zoologischer Garten und Berlin Hbf wurde zu keinem Zeitpunkt überschritten. Die Schnellbremsung in Höhe des Hp Berlin Bellevue ist erkennbar. Etwaige Unregelmäßigkeiten gehen aus den EFR-Daten nicht hervor.

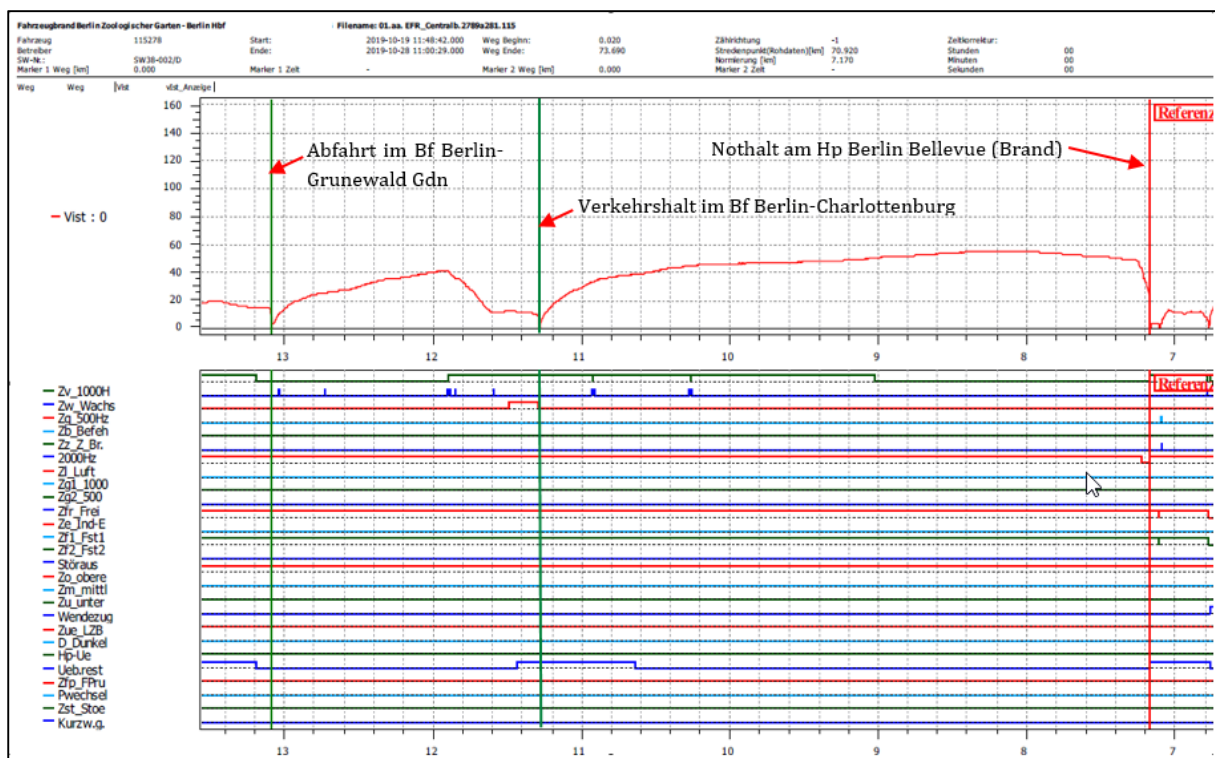


Abbildung 6: Grafik EFR Daten des Tzf 110 278-9

Feststellung zur Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU

Lfd. Nr. 6

Im Rahmen der Zugvorbereitung durch den Tf wurden keine Unregelmäßigkeiten an der Heizungsanlage des betroffenen Wagens festgestellt.

Das BRW der CB GmbH enthielt keine Bestimmungen zum Umgang mit der Wagenheizung der Bauart Whzdes für das Bedienpersonal.

Bei der Durchführung der WTU wurden die Fristen eingehalten und die Durchführung in einem Vordruck „WTU“ dokumentiert. Die dokumentierten Mängel bezogen sich nicht auf die Wagenheizung.

Die Auswertung der EFR-Daten und der Gesprächsaufzeichnungen über den GSM-R Zugfunk ergab keine erkennbaren Regelverstöße im Fahrverhalten bezüglich der Kommunikation des Tf.

4.7 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU S-Bahn Berlin

Zum Zeitpunkt des Ereignisses befanden sich zwei Züge der Berliner S-Bahn in der Anfahrt auf den Hp Berlin Bellevue. Diese Züge wurden über die Bahnsteiganlagen des Hp evakuiert. Die Einstellung des Betriebes erfolgte unverzüglich nach dem Halt der S-Bahnzüge.

Lfd. Nr. 8

Auf die weitere Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU S-Bahn Berlin GmbH wurde verzichtet, da kein unmittelbarer Einfluss auf das Ereignis erkennbar war.

4.8 Untersuchung von Fahrzeugen

Entsprechend den Angaben aus dem Bremszettel und der Wagenliste bestand Zug DPE 86363 aus einer elektrischen Zuglokomotive (110 278-9, Centralbahn AG) und 13 Reisezugwagen der Gattungen Am, Bm und WGMz. Der Zug hatte eine Gesamtlänge von 360 Meter. Das Gesamtzuggewicht lag bei 650 Tonnen, das Gesamtbremsgewicht bei 1.002 Tonnen. Der Zug DPE 86363 verfügte über 154 Brems Hundertstel gegenüber 142 Mindestbrems Hundertstel. Bei dem vom Brand betroffenen Wagen handelte es sich um das Fz mit der UIC-Fahrzeugkennzeichnung 56 80 10-40122-8.

Technische Daten des Wagens:

Wagennummer	56 80 10-40 122-8
Baujahr	1954
Halter	Centralbahn AG, Basel
Für die Instandhaltung zuständige Stelle	Centralbahn AG, Basel (ECM 1 und 2) Centralbahn GmbH, Mönchengladbach (ECM 3 und 4)
Gattungszeichen	Am ²⁰⁸
Eigengewicht	37.000 kg
Länge (LüP)	26.400 mm
Wagenhöhe über SO	4.050 mm
Anzahl der Radsätze	4
Drehzapfenabstand	19.000 mm
Max. zul. Fahrzeuggeschwindigkeit	140 km/h
Bremsbauart	KE-GP
Heizungsbauart	Whzdes
Einsetzbarkeit	RIC-fähig
Anzahl der Abteile	10

Tabelle 4: Technische Daten Wagen 56 80 10-40 122-8

Die CB GmbH veranstaltet Charterzugfahrten mit Zügen, die in der Regel aus älteren Schnellzugwagen der Gattungen Am, Bm, sowie einigen Wagen mit Sonderausstattungen, wie Party- und Speisewagen, gebildet werden. Die Wagen sind für den internationalen Verkehr zugelassen und mit einer Zugsammelschiene (ZS) ausgestattet, die mit 1.000 Volt und

1.500 Volt Wechselspannung oder mit 1.500 Volt und 3.000 Volt Gleichspannung betrieben werden kann.

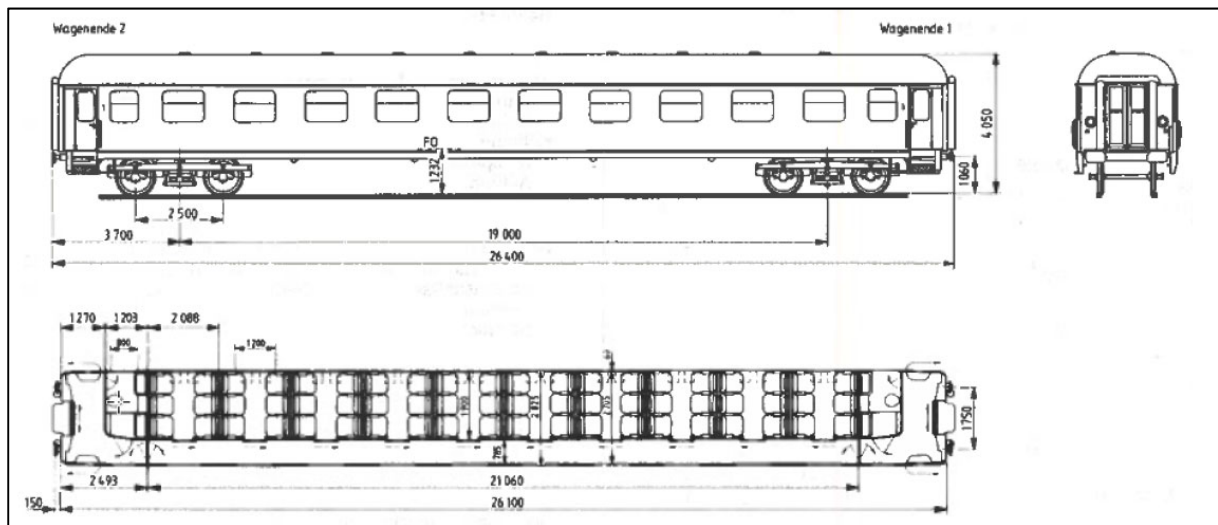


Abbildung 7: Übersichtszeichnung Am²⁰⁸ Schnellzugwagen 1.Klasse⁴

Die Charterzüge sind in der Regel mit älteren Elektrolokomotiven bespannt. Am Ereignistag befand sich das Tfz 110 278-9 mit der UIC-Fahrzeugkennzeichnung 91 80 6115 278-4 im Einsatz vor dem betroffenen Zug.

4.8.1 Besichtigung des Brandfahrzeuges am 22.10.2019

Am 22.10.2019 wurde das Brandfahrzeug von der BEU erstmalig besichtigt. Hierbei wurde das Ausmaß des Brandschadens im Innen- und Außenbereich des Wagens aufgenommen. Augenscheinlich wurde die Konstruktion durch das Brandereignis stark beschädigt, insbesondere kam es zu einer Durchbiegung der Stahlträger im Unterbodenbereich und zur Deformierung des Wagenkastens, vorrangig in der Mitte des Wagens. In den folgenden beiden Abbildungen ist erkennbar, dass sich auf der Gangseite des Wagens stärkere Beschädigungen als auf der Abteilseite zeigten.

⁴ Quelle: Merkbuch Am²⁰⁸ – TÜV Süd Rail GmbH/DB Museum Nürnberg



Abbildung 8: Gangseite des beschädigten Wagens

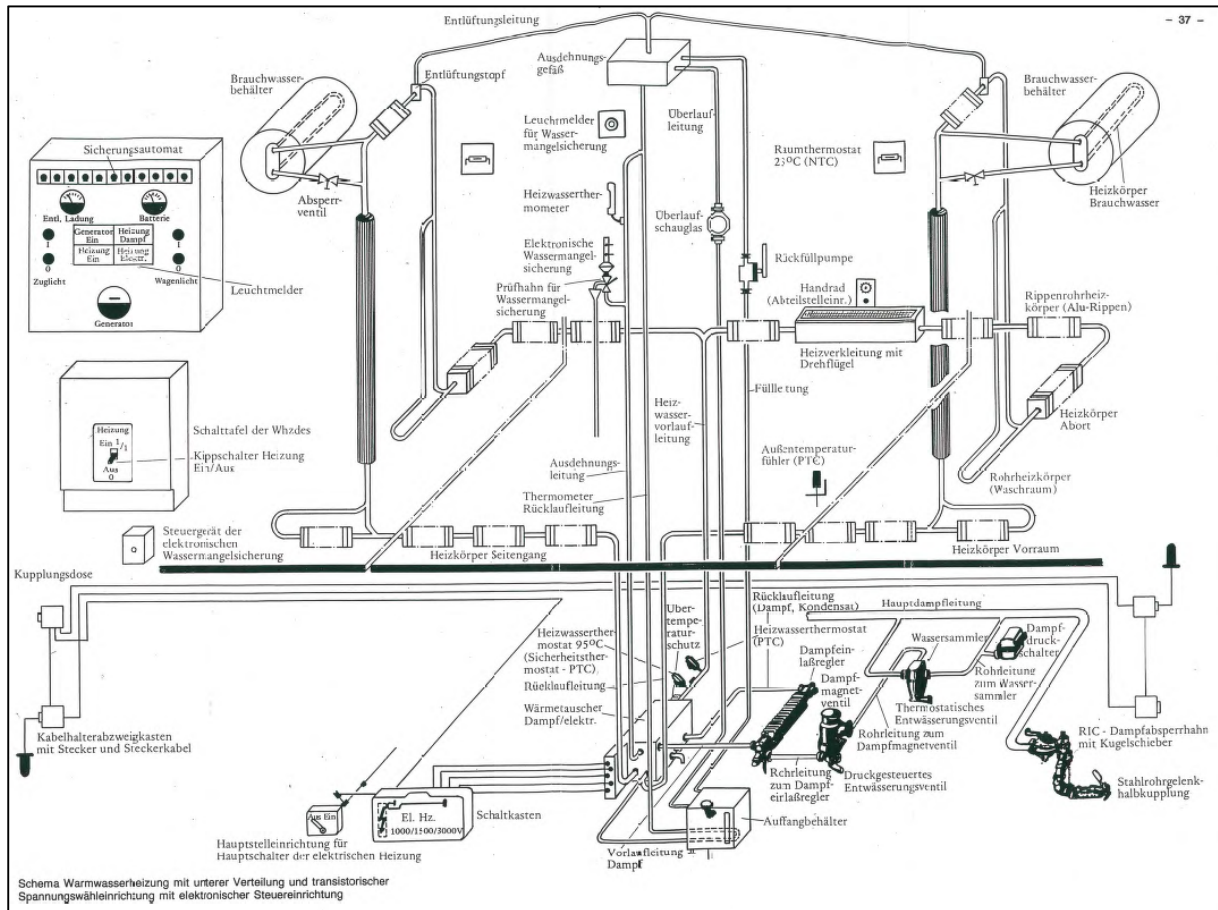


Abbildung 9: Abteilseite des beschädigten Wagens

Im Innenbereich war erkennbar, dass die Einrichtung der Abteile, die sich in der Mitte des Wagens befanden (siehe Abbildung 5), stärker abgebrannt waren als die Abteile an den Wagenenden. Unterhalb der mittleren Abteile befand sich im Unterflurbereich ein Wärmetauscher mit Heizelementen für die Warmwasserheizung.

Im Ergebnis der Besichtigung wurde festgestellt, dass aufgrund der Brandspuren eine Funktionsstörung der Warmwasserheizung nicht ausgeschlossen werden kann. Für den Untersuchungsfortgang wurde eine gutachterliche Untersuchung der elektrotechnischen Bauteile der Heizungsanlage und zur Ermittlung der Brandursache festgelegt.

Der 1954 gebaute Wagen war mit einer Warmwasserheizung der Bauart Whzds ausgerüstet. Eine Heizung dieser Bauart arbeitet nach dem Schwerkraftprinzip. Nachfolgend ist die Funktionsweise in einer Systemskizze dargestellt.

Abbildung 10: Schema Warmwasserheizung⁵

Im Heizkreislauf befindet sich Heizwasser, dem das Frostschutzmittel Glysanthin G 48 im Verhältnis 1:3 beigemischt wird. Im Warmwasserbetrieb wird das Heizwasser in einem Wärmetauscher über 72 Heizstäbe elektrisch erhitzt. Der Wärmetauscher befindet sich im Unterflurbereich des Fz und kann alternativ auch mit Dampf betrieben werden.

Das Heizwasser gelangt durch eine Vorlaufleitung in die Heizkörper der Abteile, des WC und des Seitenganges. Die Wärme des Heizwassers wird über die Heizkörper an die Umgebung abgegeben. Das dadurch abgekühlte Heizwasser wird durch die Schwerkraft über eine

⁵ Quelle: DB, Arbeitsmappe technischer Wagendienst

Rücklaufleitung wieder dem Wärmetauscher zugeführt, um dort erneut erwärmt zu werden. Ein Heizwasserthermostat regelt die Heizwassertemperatur.

Vom Wärmetauscher führt eine weitere Leitung zum Ausdehnungsgefäß. Die durch die Erwärmungs- und Abkühlvorgänge hervorgerufenen Volumenschwankungen des Heizwasseres können hierdurch aufgefangen werden. In dieser sogenannten Ausdehnungsleitung befindet sich eine mechanische Wassermangelsicherung mit Prüfhahn und Thermometer. Die Wassermangelsicherung soll bei größerem Wasserverlust die Energiezufuhr zum Wärmetauscher unterbrechen und somit den Wärmetauscher vor Zerstörung durch Wassermangel schützen. Bei ausreichendem Wasserstand wird zwischen einem Kontaktarm und einem Kontakthebel eine elektrische Verbindung hergestellt, die die Anlage in betriebsbereitem Zustand hält. Bei Wassermangel wird diese Verbindung unterbrochen und die Anlage ausgeschaltet.

Nachfolgende Bauserien von Wagen gleicher Bauart wurden zusätzlich mit einem Übertemperaturschutz ausgerüstet. Wenn bei elektrischem Heizbetrieb Störungen in der Funktion des Heizschützes auftreten und dieses verklebt, würde das Heizwasser auskochen und die Temperatur im Wärmetauscher ansteigen. Wird dort eine Temperatur von 130°C überschritten, verursacht der Übertemperaturschutz einen Hochspannungskurzschluss und die Anlage wird abgeschaltet.

Der betroffene Wagen war nicht mit einem Übertemperaturschutz ausgerüstet.

Vom Ausdehnungsgefäß führen zwei weitere Leitungen in einen Heizwasser-Auffangbehälter. In einer dieser Leitungen, der Überlaufleitung, befindet sich ein Überlauf-Schauglas. Die parallel verlaufende Rückfülleitung ist mit einer Rückfüllpumpe ausgerüstet. Bei Wassermangel kann mit der Rückfüllpumpe Heizwasser aus dem Heizwasser-Auffangbehälter in das Ausdehnungsgefäß zurückgepumpt werden. Vom Heizwasser-Auffangbehälter führt eine Überlaufleitung ins Freie.

Die für den Betrieb der Heizungsanlage benötigte elektrische Energie wurde über die ZS bereitgestellt und zu einer Mehrspannungswähleinrichtung geführt.

Die ZS kann entsprechend des Einsatzgebietes des Fz bei verschiedenen Bahnstromsystemen mit folgenden Spannungen arbeiten:

- 1.000 Volt Wechsellspannung 16 2/3 Hz,
- 1.500 Volt Wechsellspannung 50 Hz,
- 1.500 Volt Gleichspannung,
- 3.000 Volt Gleichspannung.

Über die Hauptsicherung und den Hauptschalter wird die Spannung einer Mehrspannungswähleinrichtung zugeführt. Mit der Mehrspannungswähleinrichtung wird die anliegende Eingangsspannung bestimmt. Entsprechend der Eingangsspannung werden die Heizwiderstände über ein Umschalterschütz in Schaltkammern gruppiert. Die Heizwiderstände sind in drei Gruppen eingeteilt, wobei jede Gruppe je nach Gruppierung mit 6 Ampere- oder 12 Ampere-Sicherungen abgesichert wird. Die Eingangsspannung wird mittels eines Relaisatzes auf Überspannungen überwacht und schaltet bei Spannungspitzen über 3.900 Volt das Heizschütz aus. Über das Heizschütz wird der Arbeitstrom für die Heizung geschaltet und der Wärmetauscher direkt mit elektrischer Energie versorgt. Das Heizschütz ist mit einer Lichtbogenkammer ausgerüstet. Über das Heizschütz werden die Heizstäbe im Wärmetauscher ausgeschaltet, wenn die Heizwasservorlauftemperatur 95°C überschreitet.

Die Heizwiderstände und das Heizschütz sind in Hochspannungsgerätekästen im Unterflurbereich des Wagens angeordnet. Ebenfalls im Hochspannungsgerätekasten befindet sich der Hauptschalter, der durch eine Hauptstelleinrichtung mit Stellhebel an den Wagenaußenseiten vom Zugpersonal bedient werden kann.

4.8.3 Technische Wagenuntersuchung am 17.12.2019

Am 17.12.2019 fand eine Untersuchung des betroffenen Wagens in einer Werkstatt der DB Netz AG in Berlin-Grunewald statt. Neben Untersuchungsbeauftragten der BEU waren Gutachter der TÜV Süd Rail GmbH, Vertreter der BPol und des EVU anwesend. Das EVU war durch den Geschäftsführer vertreten.

Schwerpunkt der Untersuchung war die Heizungsanlage. Dazu wurden der unterflur angeordnete Wärmetauscher inklusive der Heizelemente, die Mehrspannungswähleinrichtung, das Haupt- und die Umschalterschütze (Sicherungen) sowie der Hauptschalter der Warmwasserheizung des Fz visuell begutachtet. Weiterhin wurde der Verlauf und die Ausstattung der ZS analysiert und weitere Bauteile der Warmwasserheizung gesichtet. Soweit

dies im zerstörten Bereich möglich war, wurden Wasserleitungen, die wassertemperaturüberwachenden Einrichtungen sowie die geschädigten Komponenten im Deckenbereich des Wagens in Augenschein genommen. Dabei konnten folgende Feststellungen getroffen werden:

- massiver Wasserverlust im Wärmetauscher,
- ein verklebtes Heizschütz und Strommarken an der Rückwand des Hochspannungsrätekastens,
- vor das Ereignis zu datierende Überschlagsspuren an der Kunststoffabdeckung der Hauptsicherungsaufnahme,
- Andampfung an der Spule vom Steuerrelais mit dem Relaissatz „MZ“,
- ausgelöste Sicherungen des Umschalterschützes,
- kein Übertemperaturschutz vorhanden.

Im Wärmetauscher wurden nur noch Reste des Heizwasseres festgestellt. Die 72 Heizstäbe im Wärmetauscher wiesen Ablagerungen einer Kunststoffummantelung auf, die sich durch die starke Überhitzung ausgedehnt hatte.



Abbildung 11: Geöffneter Wärmetauscher mit Heizstäben⁶

⁶ Quelle: TÜV Süd Rail GmbH

Die Verklebung des Heizschützes und die mit dessen Funktion im Zusammenhang stehenden Strommarken an der Rückwand des Hochspannungsgerätekastens waren auf eine elektrische Überbeanspruchung zurückzuführen. In der Abbildung 12 sind innerhalb der Markierung deutlich Überschlagspuren erkennbar, die auf die elektrische Überbeanspruchung hinweisen. Die Abbildung 13 zeigt innerhalb der Markierung Strommarken an der Gerätekastenvordwand.

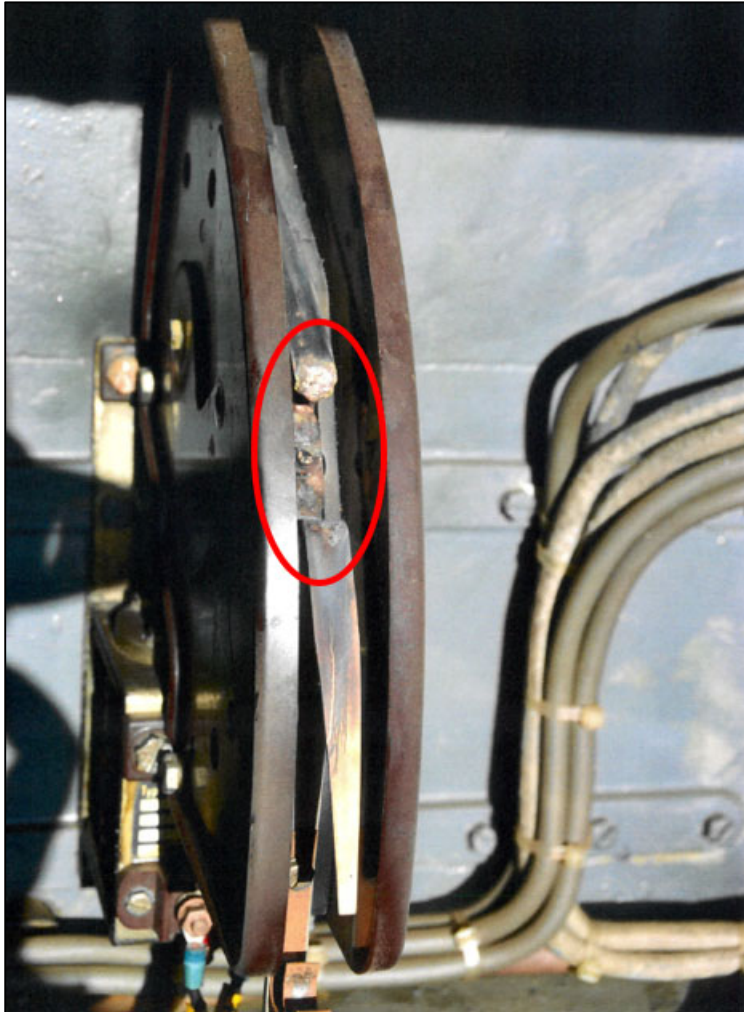


Abbildung 12: Heizschütz mit Funkenkammer und Überschlagspuren

Erste Ergebnisse bei der technischen Wagenuntersuchung im Werk der DB Netz AG zeigten einen mangelhaften Instandhaltungszustand des Heizschützes. Eine regelmäßige Instandhaltung des Heizschützes oder eine Instandsetzung durch den Ersatz von Teilen konnte durch eine entsprechende Dokumentationen nicht nachgewiesen werden. Ebenfalls nicht nachweisbar war der Einfluss Dritter an der Entstehung des Brandes.

Aussagen von Fahrgästen, die vom Ereignis betroffen waren, ergaben, dass die Abteilterperatur im betroffenen Wagen vor Ausbruch des Brandes als stark überheizt

wahrgenommen wurde. Diese Wahrnehmung wurde auch von Fahrgästen bestätigt, die an zuvor zeitnah stattgefundenen Fahrten mit einer ähnlichen Zugbildung teilnahmen.

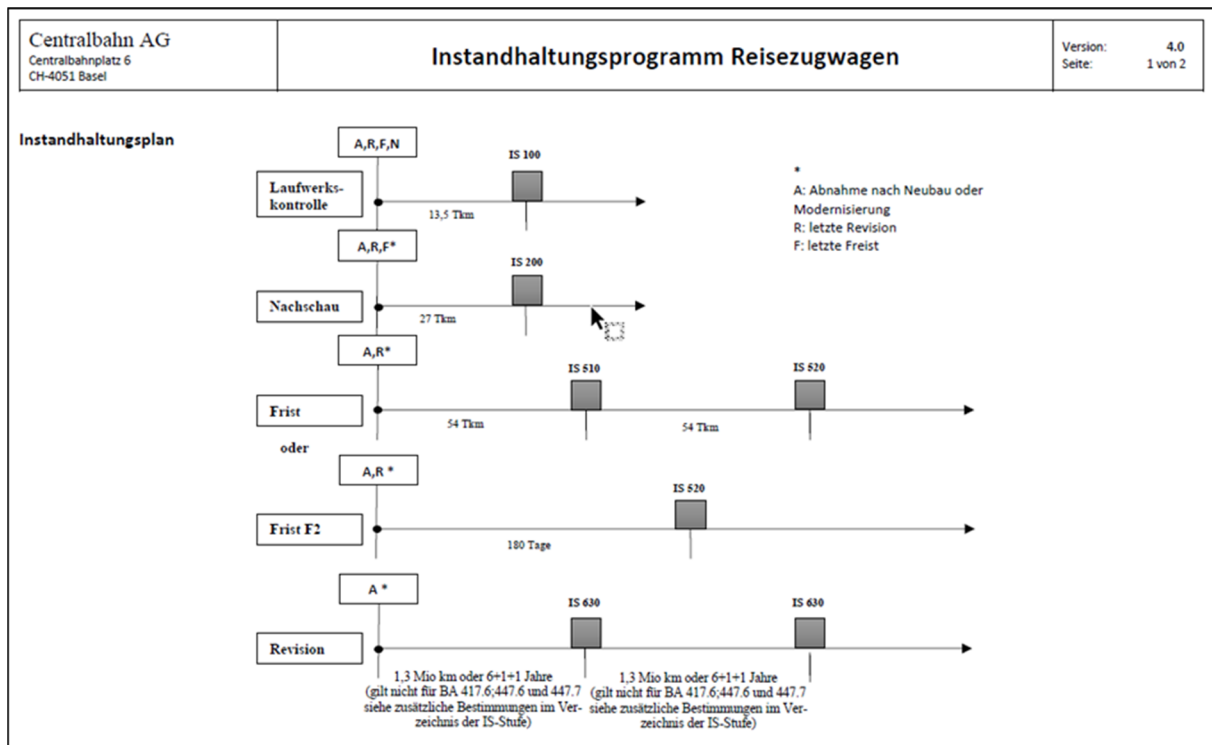


Abbildung 13: Heizschütz mit Strommarken an Gerätekastenrückwand

4.8.4 Analyse der Instandhaltungsunterlagen

Halter des beschädigten Wagens war die CB AG . Die CB AG überwacht in Anlehnung an die EU-Verordnung 445/2011 als ECM 1 in der Verantwortung für die Managementfunktion alle Instandhaltungsaufgaben und entwickelt als ECM 2 die Instandhaltungsprogramme. Das Fuhrpark-Instandhaltungsmanagement (ECM 3) und die Instandhaltungserbringungsfunktion (ECM 4) wurde an die CB GmbH übergeben. Im Rahmen der Instandhaltungsmanagementfunktion des Fuhrparkes überwacht und dokumentiert die CB GmbH die Laufleistung der Wagen und vergibt die Instandhaltungserbringung an Dritte. Die Zertifizierung der ECM-Funktionen war zum Zeitpunkt des Ereignisses nicht erfolgt, befand sich jedoch in der Phase der Vorbereitung.

Der Instandhaltungsplan der CB AG sieht alle 13.550 Kilometer eine Laufwerkskontrolle vor. Die letzte Laufwerkskontrolle erfolgte in der Werkstatt der CB GmbH am 10.09.2019 bei einer Gesamtlauflistung des Wagens von 11.989 Kilometer.

Abbildung 14: Instandhaltungsplan der Centralbahn AG⁷

Laut Instandhaltungsplan wird alle 180 Tagen eine Instandhaltungs-Friststufe IS 520 durchgeführt. Diese wurde zuletzt am 02.07.2019 bei einer Laufleistung von 7.128 Kilometer dokumentiert. Aufgrund der geringen Laufleistungen der Wagen greift hierbei ein zeitabhängiges Fristprogramm.

Sowohl für die Laufwerkskontrolle als auch für die Friststufe IS 520 wurde eine Betriebsfreigabe ohne Nutzungsbeschränkung erteilt. Die dabei ausgeführten Arbeiten am Fz wurden nicht nachgewiesen. Insbesondere war nicht erkennbar, ob und welche Arbeiten an der Energieversorgungsanlage und den ZS-Einrichtungen gemäß IS 520 ausgeführt wurden. Ob die gemäß IS 520 vorgesehe Winterfestmachung der Heizung bereits am Inspektionstag, den 02.07.2019 erfolgte, wurde ebenfalls nicht nachgewiesen.

Für die Erbringung der Revisionsleistung gemäß § 32 EBO wurde eine externe Werkstatt beauftragt. Gemäß des vorgelegten Nachweises der Untersuchung wurde die letzte Revision der Instandhaltungsstufe IS 630 am 10.02.2017 durchgeführt. Betriebseinschränkende Auflagen wurden nicht erteilt. Ein detaillierter Werkstattbericht mit einer Dokumentation der Teilarbeiten innerhalb der IS 630 konnte nicht vorgelegt werden.

⁷ Quelle: Centralbahn AG

Erkennbar war, dass sich das Instandhaltungsprogramm der CB AG eng an das Instandhaltungsprogramm des Vorbesitzers des Wagens, der DB AG, anlehnte. Außerdem wurde darüber informiert, dass der betroffene Wagen nicht wieder instandgesetzt werden kann.

4.8.5 Maßgebliche Erkenntnisse des Gutachters zur Brandursache

Zur Untersuchung der Brandursache wurde von der BEU ein Sachverständigengutachten bei der TÜV Süd Rail GmbH in Auftrag gegeben. Als Ursache, die die Brandentstehung begünstigte, wurde eine Funktionsstörung des Heizschützes ermittelt, die zu einem dauerhaft geschlossenen Heizstromkreis führte. Die Funktion des Wärmetauschers konnte dadurch nicht mehr unterbrochen werden, was zur Reduktion des Heizwassers durch dessen Verdampfung beitrug. Das im Heizwasser enthaltene Frostschutzmittel wurde aufkonzentriert. Die entstandenen Heißgase konnten sich im Deckenbereich des Wagens sammeln und durch einen Abrisslichtbogen beim Ausschalten der Abteilbeleuchtung entzündet werden.

Untersuchungsgegenstand für die Ermittlung der Brandursache und des Brandherganges waren insbesondere folgende Fahrzeugkomponenten:

- Anlagen der Stromversorgung und ZS,
- Konstruktion des Wagenkastens,
- Aufbau der Abteillichtschaltung,
- Konstruktion der Warmwasserheizung,
- Zusammensetzung des Heizwassers und Art des Frostschutzmittels,
- Materialproben aus einem Referenzfahrzeug.

Neben den Untersuchungsergebnissen aus der Fahrzeugbesichtigung am 17.12.2019 in Berlin-Grunewald wurden technische Unterlagen über die Wagenbauart ausgewertet, sowie Feuerwehrberichte, Videos der BPol und Zeugenaussagen gesichtet. Außerdem flossen Ergebnisse aus Laboruntersuchungen von Materialien des betroffenen Wagens und eines Referenzfahrzeuges in die Auswertung ein.

Im Ergebnis wurde festgestellt, dass anhand der Spurenlage eine Zündung im Bereich des Untergestelles des Wagenkastens ausgeschlossen werden konnte. Die betroffenen Komponenten, wie der Wärmetauscher, das Heizschütz im Hochspannungsgerätekasten und das Rohrleitungssystem weisen ausschließlich Spuren auf, die auf das Brandereignis zurückzuführen oder deren Ursache elektrische Überbeanspruchungen waren.

Aufgrund von Zeugenaussagen und der Auswertung von Videoaufnahmen konnte als Entstehungsort des Brandes der Dachbereich in der Mitte des Wagens identifiziert werden. Ein Zeuge filmte von einem benachbarten Bahnsteig aus einen an- und abschwellenden Flammenschein, der, wie im Video erkennbar, durch Lüftungsschlitze in der seitlichen Zwischendecke in Höhe des Ablagegitters an der Trennwand zu den Abteilen des Seitenganges sichtbar wurde.

Daraus wurden vom Gutachter folgende zwei Thesen zum Brandhergang entwickelt:

1. These: Brennbare Materialien im Innenausbau oder Staubablagerungen haben sich an
 - a. heißen Oberflächen am Heizungskreislauf,
 - b. heißen Oberflächen an Beleuchtungskomponenten (z.B. Leuchtstoffröhren, Drosseln) bzw,
 - c. funkenschlagenden Schaltelementen (z.B. Abteillichtschalter) entzündet.
2. These: Aufkonzentriertes Frostschutzmittel Glysantin G 48 und verdampftes Wasser hat zu einem entzündlichen Gemisch geführt und wurde durch
 - a. glühende Teile oder Lichtbögen im Wärmetauscher,
 - b. heiße Oberflächen im Heizungssystem oder an Beleuchtungskomponenten (z.B. Leuchtstoffröhren, Drosseln) bzw.
 - c. funkenschlagenden Schaltelementen (z.B. Abteillichtschalter) entzündet.

Labortechnische Materialuntersuchungen führten zum Ausschluss der Thesen 1.a. bis c. Im Ergebnis der Untersuchungen von Materialproben zog der Gutachter folgendes Fazit:

„...Um eine potenzielle Entzündung dieser Materialien durch Überhitzung des Rohrleitungssystems weiter zu untersuchen, wurden Materialproben von angrenzenden Sperrholz-Trennwänden und Stäuben entnommen (...). Diese Proben wurden in einem Labor der TÜV SÜD Process Safety untersucht. Dabei handelte es sich um folgende Muster:

- *Muster 1: Sperrholz / plattenförmig, ca. 100 mm x 100 mm x 4 mm*
- *Muster 2: Sperrholz / plattenförmig, ca. 80 mm x 100 mm x 4 mm*
- *Muster 3: Staub / Verunreinigung („Wollmäuse“), ca. 20 g*

Zur Bestimmung der minimalen Entzündungstemperatur wurden die Muster auf einer Heizplatte nach EN 50281-2-1, welche auf eine Oberflächentemperatur von 250 bis 320 °C erwärmt wurde. Um den Effekt einer Absenkung der Zündtemperatur durch dauerhafte thermische Beanspruchung zu simulieren, wurden die Muster jeweils 8 Stunden lang geprüft. Bei dieser Temperatur wurde bei keiner Probe ein Glimmen oder Brennen beobachtet [...].

Nachfolgend wurde das Muster 1 erneut geprüft und die Temperatur kontinuierlich erhöht. Bei 400 °C konnte das Material zu einem Glimmbrand gebracht werden. Die übrigen Muster reichten für eine erneute Prüfung nicht mehr aus.

Das Prüfergebnis zeigt, dass die analysierten Werkstoffe eine Zündtemperatur von über 350 °C aufweisen und eine dauerhafte thermische Beanspruchung keine Absenkung dieser bewirkt. In Bezug auf die permanent eingeschaltete Warmwasserheizung sind derart hohe Temperaturen in diesem Bereich unplausibel. Der Wasseranteil innerhalb des Kreislafs siedet bei 100 °C, das Ethylenglykol siedet bei 197 °C [...]. Die Heizstäbe selbst können höhere Temperaturen erreichen, jedoch bestimmt das Fluid die Temperatur im Kreislauf. Folglich sind Oberflächentemperaturen von über 197 °C an Rohrleitungen des Heizungskreislauf ausgeschlossen. ..."⁸.

Auch die Temperaturen an den Oberflächen der Beleuchtungskomponenten wurden vom Gutachter als zu niedrig für eine Selbstentzündung der Materialien bewertet, ebenso die Wirkung der Schaltlichtbögen beim Schalten der Abteilbeleuchtung.

Im Fall der zweiten These betrachtete der Gutachter zunächst die Entzündung der Frostschutzmitteldämpfe an glühenden Teilen oder Lichtbögen im Wärmetauscher, schloss diese These aufgrund von fehlendem Sauerstoff im System der Warmwasserheizung jedoch aus. Eine Entzündung an heißen Oberflächen des Heizkreislaufes oder von Beleuchtungskomponenten wurde ebenfalls ausgeschlossen, da die Temperatur für eine Selbstentzündung des Frostschutzmittels auch an dieser Stelle nicht ausgereicht hätte. Erwähnt wurde jedoch ein Bauteil, durch dessen Beschädigung ein Entweichen der Frostschutzmitteldämpfe aus dem Heizkreislauf in den Dachbereich des Wagens erst ermöglicht wurde. Es handelte sich um das Überlaufschauglas oberhalb des Auffangbehälters

⁸ Quelle: TÜV Süd Rail GmbH

hinter der Seitengangverkleidung, welches aufgrund der hohen Temperaturen im System der Warmwasserheizung geborsten war.

Die Beweisführung für die These 2. c, den Funkenschlag von Schaltelementen, gelang dem Gutachter mit folgendem Laborversuch:

„... Im vorliegenden Fall wurde zunächst die Flüssigkeit bei ca. 90 °C solange eingedampft, bis die Gasflamme nicht mehr vom aufsteigenden Wasserdampf gelöscht wurde. Gemäß Sicherheitsdatenblatt [...] besteht das Frost- und Korrosionsschutzgemisch „Glysantin G48“ zu ca. 50% aus Wasser. Dies entspricht dem Prozess eines Verkochens des Heizwassers über mehrere Tage, was zu einer Aufkonzentration des Ethylenglykols im Heizwasser führte, welches mit 190 °C einen höheren Siedepunkt als Wasser besitzt.

Anschließend wurde die Temperatur erhöht, bis es zur Entzündung der Dämpfe über der Flüssigkeit kam. Dabei wurden die ursprünglichen 300 ml auf 40 ml reduziert. Der hier ermittelte Brennpunkt beträgt 130 °C [...].

Bei einem Siedepunkt von 197 °C des aufkonzentrierten Heizwassers lag die Dampftemperatur ebenfalls in diesem Bereich. Infolge einer Durchwärmung des gesamten Rohleitungssystems über einen Zeitraum von mehreren Stunden, hatte der aus den Leckagen austretende Dampf eine Temperatur im Bereich zwischen 197 °C und 130 °C. Folglich waren die Voraussetzungen für eine Zündung gegeben und der Schaltvorgang eines Abteillicht-Umschalters mit Funkenschlag führte zur Entzündung der Dampfwolke oberhalb der Zwischendecke. ...“⁹.

⁹ Quelle: TÜV Süd Rail GmbH

In der Gesamtschau auf die Rekonstruktion des Brandereignisses definierte der Gutachter folgende neun Zustände des mit dem Zugbetrieb in kausalem Zusammenhang stehenden Brandherganges:

- 0 Normalbetrieb
- 1 Fehlfunktion Heizschütz
- 2 Überhitzen des Heizkreislaufes
- 3 Verdampfen des Heizwassers
- 4 Reduzierung des Wasserstandes und Aufkonzentration des Frostschutzmittels
- 5 Bilden von Leckagen und Verdampfen von Frostschutzmittel
- 6 Entzündung
- 7 Brandausbreitung Zwischendecke
- 8 Vollbrand

Insbesondere konnte die zeitliche Abfolge im unmittelbaren Vorlauf des Ereignisses ab dem Zustand 6 rekonstruiert werden. Demnach erfolgte die Entzündung im Deckenbereich während der Zugbereitstellung und der Abfahrt vom Bf Berlin-Charlottenburg zwischen 19:30 Uhr und 20:01 Uhr. In sichergestellten Videoaufnahmen waren sowohl beleuchtete als auch unbeleuchtete Abteile erkennbar. Da zur Aufrüstung des Wagenzuges auch das Einschalten der Abteilbeleuchtung gehört, ist davon auszugehen, dass es nach der Abfahrt des Zuges zu Schaltvorgängen gekommen sein muss. Einige Minuten nach der Abfahrt gegen 20:07 Uhr wird die Brandausbreitung in der Zwischendecke (Zustand 7) durch das Zugpersonal erkannt, dem Infrastrukturbetreiber gemeldet und der Zug in Höhe des Hp Berlin Bellevue gestellt. Durch das Abschalten der Oberleitung um 20:11 Uhr konnte die Energiezufuhr über die ZS zum Wärmetauscher unterbrochen werden. Der Zustand 8, der Vollbrand, stellte sich nach ca. 20 Minuten bis 30 Minuten nach dem Zughalt im Bf Berlin-Charlottenburg ein.

Nach einer Feststellung durch den Gutachter wäre das Brandereignis mit den an Bord befindlichen Handfeuerlöschern nicht beherrschbar gewesen. Außerdem wurde eingeschätzt, dass sich aufgrund einer begrenzten Wahrnehmung durch schlafende Fahrgäste im späteren Fahrtverlauf eine kritische Situation ergeben hätte, die sich negativ auf die Personensicherheit ausgewirkt hätte.

Feststellung zur Untersuchung der Fahrzeuge

Lfd. Nr. 7

Aufgrund der Brandspuren wurde eine Funktionsstörung der Warmwasserheizung festgestellt.

Im Verlauf einer technische Wagenuntersuchung am 17.12.2021 wurden folgende Feststellungen getroffen:

- massiver Wasserverlust im Wärmetauscher,
- ein verklebtes Hauptschütz und Strommarken an der Rückwand des Hochspannungsgerätekastens,
- vor dem Ereignis zu datierende Überschlagsspuren an der Kunststoffabdeckung der Hauptsicherungsaufnahme,
- Andampfung an der Spule vom Steuerrelais,
- ausgelöste Sicherungen des Umschalterschützes,
- kein Übertemperaturschutz vorhanden,

Die Entstehung des Brandes durch die Einwirkung Dritter wurde ausgeschlossen.

Die Instandhaltungsunterlagen wiesen keine detaillierten Nachweise der ausgeführten Arbeiten im Rahmen der Revision und der weiteren Friststufen auf. Insbesondere wurden keine Nachweise der Instandhaltung der elektrotechnischen Anlagen des betroffenen Wagens vorgelegt.

Instandhaltungsarbeiten, die Betriebsspezifika, das Alter und ausstattungsbedingte Besonderheiten der Heizungsanlage des Wagens berücksichtigten, wurden nicht nachgewiesen.

Fahrgäste der betroffenen und vorherigen Fahrten sagten aus, dass die Abteilterperatur im betroffenen Wagen vor Ausbruch des Brandes als stark überheizt wahrgenommen wurde.

Eine Risikobewertung zum Betrieb der Warmwasserheizungen in den Zügen der CB GmbH wurde nicht nachgewiesen.

Im Rahmen eines Gutachtens wurden folgende Feststellungen zur Brandursache getroffen:

- eine Zündung im Bereich des Untergestelles des Wagenkastens konnte ausgeschlossen werden,
- die Spurenlage wies auf eine elektrische Überbeanspruchung des Wärmetauschers, des Heizschützes im Hochspannungsgerätekasten und des Rohrleitungssystems hin,
- Verdampftes Wasser und dadurch aufkonzentriertes Frostschutzmittel Glysantin G 48 hat zu einem entzündlichen Gemisch geführt und wurde durch funkenschlagende Schaltelemente (z.B. Abteillichtschalter) entzündet,
- Einstellung des Vollbrandes nach ca. 20 Minuten bis 30 Minuten nach dem Zughalt im Bf Berlin-Charlottenburg.

5 Auswertung

Das Kapitel 5 Auswertung befasst sich mit der Ereignisrekonstruktion. Anhand der oben genannten Feststellungen wird ein plausibler Ablauf des gefährlichen Ereignisses zusammengetragen. Relevante Erkenntnisse werden anschließend bewertet und führen ggf. zu entsprechenden Schlussfolgerungen.

5.1 Ereignisrekonstruktion

Vor der fahrplanmäßigen Abfahrt des Zuges DPE 86363 im Bf Berlin-Charlottenburg am 19.10.2019 um 19:50 Uhr befand sich dieser als Leerzug DLr 86363 zur Abstellung und Aufrüstung im Gleis 316 im Bf Berlin-Grunewald Gdn. Der Leerzug war bereits seit der Ankunft aus der Leistung des DPE 86362 um 12:15 Uhr dort abgestellt. Gemäß der Trassenbestellung erfolgte die Charterverkehrsleistung für beide Züge zur Beförderung von Fußballfans aus Freiburg im Breisgau nach Berlin und zurück.

Während der Abstellung wurde am bereits aufgerüsteten Zug DLr 86363 gegen 18:02 Uhr von der Fdl des Bf Berlin-Grunewald Gdn am zweiten Wagen ein „Qualmen“ entdeckt und der Tf über GSM-R Zugfunk aufgefordert den Sachverhalt per Augenschein zu klären. Der Tf meldete gegen 18:12 Uhr ebenfalls per GSM-R Zugfunk zurück, dass es sich ausschließlich um heißes Wasser, bzw. Dampf aus dem Durchlauferhitzer der Heizungsanlage des Wagens handeln würde. Er betonte ausdrücklich, dass es nicht brennen würde.

Gegen 18:40 Uhr vereinbarte der Tf mit der Fdl den Zug vor Plan in Richtung Berlin-Charlottenburg abfahren zu lassen, um ausreichend Zeit für die Aufnahme der vom Fußballspiel zurückkehrenden Fahrgäste zu haben. Die Ausfahrt erfolgte gegen 19:08 Uhr, war jedoch planmäßig erst für 19:28 Uhr vorgesehen. Im Bf Berlin-Charlottenburg verzögerte sich die Abfahrt dennoch wegen der Verspätung einiger Fahrgäste auf ca. 20:01 Uhr.

Gegen 20:05 Uhr informierte der Zf den Fdl Westkreuz über den GSM-R Zugfunk, dass er Feuer im Zug hat und dass der Zug noch bis in Höhe der S-Bahn-Station Berlin Bellevue gefahren ist, damit die Fahrgäste über die Bahnsteiganlagen des S-Bahn-Hp den Zug verlassen können. Er bat außerdem darum die Feuerwehr anzufordern. Gegen 20:06 Uhr nach dem Halt des Zuges DPE 86363 in Höhe des Hp Berlin Bellevue gab der Tf einen Nothaltauftrag ab. Er meldete eine Betriebsgefahr und dass alle Züge zwischen Berlin Hbf und dem Bf Berlin Zoologischer Garten anzuhalten sind. Zusätzlich informierte er, dass sich bereits Fahrgäste in den Gleisanlagen befinden. Aufgrund des Abfertigungsverfahrens TB 0 und der technischen Ausstattung

der Fz verbunden mit einer Freigabe der Türen durch den Tf war es den Fahrgästen möglich, die nicht mehr verriegelten Türen der Wagen nach dem Stillstand zu öffnen.

Da die Sperrung der Streckengleise von den Betriebstellen Berlin Zoologischer Garten nach Berlin Hbf und von Berlin Hbf nach Berlin Zoologischer Garten erst gegen 20:08 Uhr erfolgte und der Zugbetrieb der Berliner S-Bahn gegen 20:12 Uhr als eingestellt gemeldet wurde, befanden sich Fahrgäste bereits in den Gleisanlagen der S-Bahn. Auf Luftbildern vom Ereignis waren in den Gleisen der Berliner S-Bahn zwei Züge zu erkennen, die zum Zeitpunkt der ersten Ereignismeldungen an den Bahnsteig des Hp gefahren sein müssen. Auch diese Züge wurden über die Bahnsteiganlage evakuiert. Die Evakuierungsmaßnahmen wurden von Einsatzkräften der Bpol und der Berliner Feuerwehr begleitet. Für die Evakuierung des Zuges der CB GmbH stand neben dem Tf auch noch ein Zf zur Verfügung. Die Evakuierungsmaßnahmen konnten bis 20:32 Uhr ohne Zwischenfälle abgeschlossen werden. Insgesamt waren ca. 760 Fahrgäste betroffen.

Der Brand wurde bis 21:39 Uhr zunächst gelöscht, so dass der Feuerwehreinsatz gegen 23:20 Uhr endete. Gegen 1:55 Uhr am 20.10.2019 wurde eine erneute Rauchentwicklung am betroffenen Wagen festgestellt und die Feuerwehr ein weiteres Mal angefordert.

Der hintere Zugteil mit unbeschädigten Wagen wurde noch in der Nacht von einem durch den Infrastrukturbetreiber organisierten Tfiz abgezogen und in die Abstellanlage des Bf Berlin-Grunewald Gdn transportiert. Am Morgen des 20.10.2019 traf ein Hilfszug ein, der die verbliebenen drei Wagen und die Zuglokomotive mit Schrittgeschwindigkeit ebenfalls in die zuvor genannte Abstellanlage abziehen konnte. Die beiden direkt an das Brandfahrzeug gekuppelten Wagen waren zur Stabilisierung im gekuppelten Zustand verblieben.

5.2 Bewertung und Schlussfolgerung

Die der Entstehung des Fahrzeugbrandes zugrunde liegende Funktionsstörung des Heizschützes der Warmwasserheizung, war auf den mangelhaften Instandhaltungszustand der Heizungsanlage am betroffenen Wagen zurückzuführen. Das Instandhaltungsprogramm der CB AG entsprach den normenkonformen Vorgaben des Fahrzeughalters von dem das Fz durch die CB AG erworben wurde. Ein eigenes Instandhaltungsprogramm, konnte nicht nachgewiesen werden. Instandhaltungsprogramme, insbesondere für historische Fahrzeuge, sind gemäß EU-Verordnung Nr. 445/2011 i.V.m. EU-Durchführungsverordnung 779/2019 entsprechend den Anforderungen aus dem Betrieb und der Lebensdauer der Fahrzeuge zu

entwickeln, bzw. anzupassen. Augenscheinlich waren Bauteile des Heizschützes nicht ausgewechselt worden, wodurch sich dann verschleiß-bedingte Funktionsmängel einstellen konnten. Im Rahmen des SMS sollte in die Risikobewertung der Betrieb einer Warmwasserheizung und deren Instandhaltung aufgenommen werden.

Sichtbare Schäden am Heizschütz und am Steuerstromrelais mit dem Relaisatz „MZ“ deuteten auf eine thermisch-elektrische Überbeanspruchung hin, die zum Funktionsausfall des Heizschützes führte. Die Anlage konnte sich nach der Erreichung einer kritischen Heizwassertemperatur nicht mehr selbstständig abschalten, wodurch das Verdampfen des Heizwasseres aus dem Wärmetauscher über Leckagen im Rohrleitungssystem zu erklären war. Die daraus resultierende Aufkonzentration des Frostschutzmittels Glysanthin G 48 ergab ein zündfähiges Medium, dass letztendlich über einen Funkenschlag beim Schalten der Abteilbeleuchtung entzündet wurde.

Da ein Übertemperaturschutz in der Bauserie des betroffenen Wagens nicht verbaut war, fehlte eine unabhängige redundante Schalteinrichtung, die bei einer Überhitzung die Anlage durch einen Hochspannungskurzschluss abgeschaltet hätte.

Vorzugsweise wären Wagen mit einer Warmwasserheizung der Bauart Whzdes mit einem Übertemperaturschutz nachzurüsten.

Ausgeschlossen werden konnte im Ergebnis der Ermittlungen eine Entzündung an erhitzten Komponenten der Heizungsanlage, insbesondere im Unterflurbereich des Wagens. Ebenfalls ausgeschlossen wurde die Brandentstehung durch die Einwirkung Dritter unter Verwendung brandbeschleunigender Mittel.

Im Verlauf der Untersuchung wurde festgestellt, dass die Entstehung des Brandereignisses nicht durch Mängel in der Infrastruktur, durch Mängel bei der Leit- und Sicherungstechnik oder durch betriebliche Handlungen der eingesetzten Personale beim Infrastrukturbetreiber verursacht wurde. Auch die Witterungsbedingungen hatten keinen Einfluss auf die Entstehung des Brandes.

Es wurden weiterhin die Primärursache begünstigende Faktoren ermittelt, die sich auf die Meldung und Dokumentation von Mängeln an den Fz während der Fahrt und die Qualifikation von im Betriebsdienst eingesetzten Mitarbeitern erstreckten. Aus der Kausalkette von der Identifikation eines Mangels am Fahrzeug über die Dokumentation und der Behebung des

Mangels kann geschlussfolgert werden, dass von den Wagenprüfern fälschlich keine Rückschlüsse auf eine betriebsgefährdende Situation gezogen wurden.

Insbesondere konnte durch die Auswertung der GSM-R-Gespräche ermittelt werden, dass der Tf im Zeitraum nach der Zugvorbereitung bis zur Abfahrt im Bf Berlin Grunewald Gdn auf Nachfrage der Fdl, die Teile der Heizungsanlage des betroffenen Wagens möglicherweise in Augenschein genommen hat. Er hat den Austritt von Wasserdampf nicht als betriebsgefährdend eingeschätzt.

Hinzu kommt, dass die Überhitzung der Heizungsanlage bereits während vorangegangener Fahrten von Fahrgästen bemerkt und gemeldet wurde. Der Sachverhalt war den Verantwortlichen bekannt. Welche Anweisungen nach der Fahrt des Zuges DPE 86362 gegeben wurden, um den Mangel an der Heizungsanlage zu beheben, war nicht dokumentiert und kann somit nicht zur Bewertung herangezogen werden. Instandsetzungsarbeiten seit der Feststellung des Funktionsmangels vor dem Ereignis konnten nicht nachgewiesen werden.

Ebenfalls nicht nachgewiesen werden konnte, inwieweit dem Tf und dem Zf bekannt war, dass im Außenbereich seitlich am Wagen ein Hauptschalter zum Ausschalten der Heizungsanlage vorhanden war. Das Ausschalten der Heizungsanlage nach dem Erkennen der Wasserdampfentwicklung während der Abstellung hätte mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Rückkehr in den sicheren Zustand begünstigt, da sich u. U. die Aufkonzentration des Wasserdampf-Ethylenglykolkemisches nicht entwickelt hätte.

Das BRW der CB GmbH enthielt keine Bestimmungen zum Umgang mit der Wagenheizung der Bauart Whzdes für das Bedienpersonal. Im Rahmen von nachträglich einzuführenden betrieblich-organisatorischen Maßnahmen wäre eine Bedienungsanweisung der Heizungsanlagen dem Bedienpersonal zur Verfügung zu stellen. Die regelmäßigen Fortbildungen sollten zum Umgang mit der Heizungsanlage unterweisen.

6 Bisher getroffene Maßnahmen

Mit der Wirkung vom 15.12.2019 hat die CB GmbH in ihr BRW ein Modul zur Regelung der Prüfung von Reisezugwagen in Kraft gesetzt. Geregelt sind die Intervalle einer WTU und die Überprüfung der Heizung im Rahmen einer Zugprüfung im Innenbereich.

Am 30.11.2020 hat das EBA eine Allgemeinverfügung zur Gewährleistung der Sicherheit im Eisenbahnbetrieb während des Einsatzes von Reisezugwagen mit Warmwasserheizungen erlassen. Auf der Grundlage der Sicherheitsempfehlung der BEU vom 17.01.2020 erging die Verfügung den Betrieb von Eisenbahnfahrzeugen, den Heizungsbetrieb über die ZS für Warmwasserheizungen mit Versorgung über die ZS und ggf. weiterer Energieträger zu untersagen. Ausgenommen von dem Verbot sind Heizungsanlagen, die mit einer technischen Einrichtung versehen sind, die im Fehlerfall, insbesondere bei klebenden Kontakten des Hauptheizschützes, das sichere Abschalten der Energiezufuhr aus der ZS gewährleisten. Die Allgemeinverfügung enthält weiterhin detaillierte Anordnungen zur Vermeidung des irrtümlichen Einsatzes der betroffenen Fz und zum Einsatz von Fz, deren Heizungsanlage technisch aufgerüstet wurde.

7 Sicherheitsempfehlungen

Gemäß § 6 EUV und Art. 26 Abs. 2 der Ril (EU) 2016/798 ergingen am 17.01.2020 nachfolgende Sicherheitsempfehlungen:

Lfd. Nr.	Sicherheitsempfehlung	Betrifft Unternehmen
1/2020	<p>Bei der untersuchten Heizungsanlage Bauart Whzdes wurde ein Fehler in der Steuer- und Regeleinrichtung festgestellt. Der Heizstrom konnte in der Folge nicht automatisch abgeschaltet werden. Eine autark und unabhängig arbeitende Sicherungseinrichtung, wie beispielsweise ein Übertemperaturschutz, war nicht verbaut.</p> <p>Zur Vermeidung ähnlich gelagerter Ereignisse wird empfohlen,</p> <ul style="list-style-type: none">• an den potentiell betroffenen Wagen mit Heizungen der Bauart Whzdes und• Wagen mit Heizungsanlagen in analoger technischer Ausführung (ohne Übertemperaturschutz mit direkt wirkender und autarker Energieabschaltung), <p>durch geeignete betrieblich-organisatorische bzw. vorzugsweise technische Maßnahmen den sicheren Betrieb der Heizungsanlagen zu gewährleisten.</p>	Eisenbahnverkehrsunternehmen, Fahrzeughalter und für die Instandhaltung zuständige Stellen