

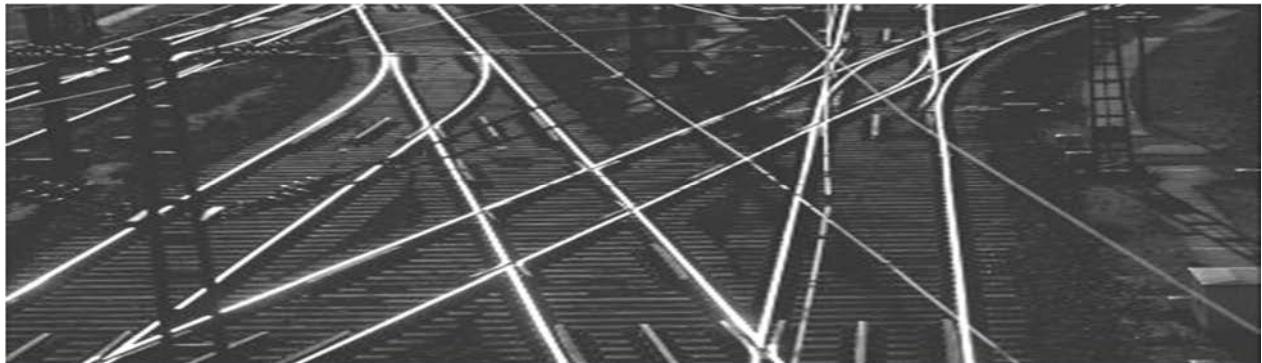


Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: BEU-uu2020-09/004-3323

Stand: 30.01.2024 Version 1.0

Erstveröffentlichung: 05.02.2024



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugentgleisung
Datum:	05.09.2020
Zeit:	01:25 Uhr
Betriebsstelle:	Bf Köln Eifeltor
Gleis:	11
Weiche:	12

Untersuchungsbericht

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

Veröffentlicht durch:

Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung

Heinemannstraße 6

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis

I.	Änderungsverzeichnis:	II
II.	Abbildungsverzeichnis:	III
III.	Tabellenverzeichnis:	IV
IV.	Abkürzungsverzeichnis:	V
0	Vorbemerkung	1
1	Zusammenfassung	2
1.1	Kurzbeschreibung des Ereignisses.....	2
1.2	Folgen	2
1.3	Ursachen.....	2
1.4	Sicherheitsempfehlungen	2
2	Die Untersuchung und ihr Kontext	3
3	Beschreibung des Ereignisses	5
3.1	Informationen über das Ereignis und seine Hintergründe	5
3.1.1	Lage und Beschreibung des Ereignisortes.....	5
3.1.2	Beteiligte.....	7
3.1.3	Äußere Bedingungen.....	7
3.1.4	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	7
3.2	Sachliche Beschreibung der Vorkommnisse	9
3.2.1	Hergangsbeschreibung.....	9
3.2.2	Notfallmanagement	10
4	Auswertung des Ereignisses	12
4.1	Aufgaben und Pflichten.....	12
4.1.1	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU	12

4.1.2	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers	17
4.2	Fahrzeuge und technische Einrichtungen	18
4.2.1	Untersuchung von Fahrzeugen	18
4.2.2	Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur	25
4.2.3	Untersuchung der LST	31
4.3	Menschliche Faktoren	32
4.3.1	Qualifikation und Tauglichkeit Fdl.....	32
4.3.2	Qualifikation und Tauglichkeit des Tf.....	32
4.3.3	Handlungen Stellwerkspersonal.....	33
4.3.4	Handlungen Tf	33
4.4	Feedback- und Kontrollmechanismen	33
4.5	Frühere Ereignisse ähnlicher Art	34
5	Schlussfolgerungen.....	35
5.1	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	35
5.2	Seit dem Ereignis getroffene Maßnahmen	36
5.3	Zusätzliche Bemerkungen	36
6	Sicherheitsempfehlungen	36

I. Änderungsverzeichnis:

Änderung	Stand

II. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Lageplan	6
Abbildung 2: Laufweg des Zuges und Entgleisungsstelle	6
Abbildung 3: Schienenbruch hinter der Weiche 12	8
Abbildung 4: Beschädigungen des Oberbaus.....	9
Abbildung 5: Auszug aus dem Fahrplan	13
Abbildung 6: Kopfangaben des Fahrplans des GS 60711	13
Abbildung 7: Grafische Auswertung der EFR-Daten von GS 60711	16
Abbildung 8: Rekonstruierte Position des 23. Wagens nach der Zwangsbremsung	16
Abbildung 9: Revisionsanschrift	19
Abbildung 10: Lauffläche und Spurkranz mit Entgleisungsspuren Wagen 31 80 4871 375-0.	21
Abbildung 11: Radsatzhaltersteg Wagen 31 80 4871 375-0.....	21
Abbildung 12: Beschädigter Puffer an Wagen 31 80 4871 375-0	22
Abbildung 13: Verschweißstellen in den Drehpfannenkomponenten	23
Abbildung 14: Materialveränderungen an den Drehpfannenkomponenten	23
Abbildung 15: Entgleisungsstelle in Weiche 12	25
Abbildung 16: Detail der Entgleisungsspur am Radlenker im Abzweig der Weiche 12.....	26
Abbildung 17: Messwerte im Bereich der Entgleisungsstelle.....	27
Abbildung 18: Abgenutzte Flügelschiene und Herzstückspitze	28
Abbildung 19: Auszug aus dem Weichenprüfblatt	29

III. Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Übersicht der äußereren Bedingungen	7
Tabelle 2: Übersicht der Personenschäden	7
Tabelle 3: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe	8
Tabelle 4: Eingegebene EFR-Zugdaten	15
Tabelle 5: Auszug aus dem GSM-R Gespräch zwischen Ww des Stellwerks R3 und dem Tf ...	17
Tabelle 6: Auszug aus dem GSM-R Gespräch zwischen Fdl Enf und dem Tf.....	18
Tabelle 7: Technische Daten Wagen 31 80 4871 375-0.....	20

IV. Abkürzungsverzeichnis:

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Asig	Ausfahrtsignal
BEU	Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung
BEVVG	Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetz
Bf	Bahnhof
BR	Baureihe
BRA	Bremsart
BRH	Bremshundertstel
BRW	Betriebsregelwerk
DG	Drehgestell
ECM	Entity in Charge of Maintenance
EFR	Elektronische Fahrtenregistrierung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EKW	Einfache Kreuzungsweiche
Esig	Einfahrtsignal
ESiV	Verordnung über die Sicherheit des Eisenbahnsystems
EU	Europäische Union
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
EVZS	Für die Entstörungsveranlassung verantwortliche Stelle
Fdl	Fahrdienstleiter
GSM-R	Global System for Mobile Communications-Rail
Hs	Hauptsperrsignal
LST	Leit- und Sicherungstechnik
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Ril	Richtlinie

Untersuchungsbericht

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

SMS	Sicherheitsmanagementsystem
SR	Störgröße/Reaktion
Tf	Triebfahrzeugführer
TFS	Triebfahrzeugführerscheinstelle
TfV	Triebfahrzeugführerscheinverordnung
Tfz	Triebfahrzeug
UT	Ultraschallprüfung
Vsig	Vorsignal
VzG	Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten
Ww	Weichenwärter

0 Vorbemerkung

Auf der Grundlage des Artikel 24 der Richtlinie (EU) 2016/798 hat die europäische Kommission mit der Inkraftsetzung der Durchführungsverordnung (EU) 2020/572 die Untersuchungsberichtsstruktur festgelegt. Diese Vorgaben sind grundsätzlich einzuhalten und müssen der Art und Schwere des gefährlichen Ereignisses angepasst sein.

Mit Verkündung der Verordnung und Inkraftsetzung am zwanzigsten Tag nach der Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union (EU) ist diese verbindlich und unmittelbar auf alle ab dem 17.05.2020 eingeleiteten Untersuchungen anzuwenden.

1 Zusammenfassung

Das erste Kapitel enthält eine Kurzbeschreibung des Ereignisses sowie Informationen zu den Folgen, Primärursachen sowie zu im Einzelfall ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen.

1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 05.09.2020 gegen 01:25 Uhr entgleiste der Güterzug GS 60711 auf der Fahrt von Oberhausen West nach Andernach bei der Fahrt durch den Bahnhof (Bf) Köln Eifeltor mit dem 23. Wagen in der Weiche 12.

1.2 Folgen

Personen wurden weder verletzt noch getötet.

In Folge der Entgleisung entstanden erhebliche Schäden an dem betroffenen sowie an dem vor- und nachlaufenden Wagen. Der Oberbau sowie die Leit- und Sicherungstechnik wurden in der Folge stark beschädigt. Es entstanden Sachschäden in geschätzter Höhe von 1.140.000 Euro.

1.3 Ursachen

Ursächlich für das Ereignis war ein in seiner Bewegungsfreiheit eingeschränktes Drehgestell am 23. Wagen. Als begünstigender Umstand wurden die Trassierung, der regelwerkskonforme Zustand des Oberbaus sowie die durch eine Zwangsbremsung ausgelösten Kräfte, die auf das Drehgestell bei der Überfahrt der Weiche 12 einwirkten, identifiziert.

1.4 Sicherheitsempfehlungen

Es wurden keine Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen.

2 Die Untersuchung und ihr Kontext

Die Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU) ist für die Untersuchung von gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnbetrieb im Sinne des Kapitels V der Richtlinie (EU) 2016/798 auf Eisenbahninfrastrukturen des Bundes und auf nicht bundeseigenen Eisenbahninfrastrukturen des übergeordneten Netzes gemäß § 2b Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) zuständig.

Ziel und Zweck der eingeleiteten Untersuchungen ist es, die Ursachen des gefährlichen Ereignisses 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.

Sicherheitsempfehlungen der BEU zur Vermeidung von gefährlichen Ereignissen und Verbesserung der Eisenbahnsicherheit werden an die nationale Sicherheitsbehörde, sofern es die Art der Empfehlung erfordert an die Eisenbahnagentur der Europäischen Union und an andere Stellen oder Behörden adressiert. Im Allgemeinen sind die Sicherheitsempfehlungen auch an die betroffenen Eisenbahnunternehmen gerichtet.

Zu schweren Unfällen leitet die BEU stets Untersuchungen gem. Artikel 20 Abs. 1 Richtlinie (EU) 2016/798 ein. Unter einem schweren Unfall sind insbesondere Zugkollisionen oder Zugentgleisungen mit mindestens einem Todesopfer oder mindestens fünf Schwerverletzten oder mit beträchtlichem Schaden (≥ 2 Mio. Euro) sowie sonstige Unfälle mit den gleichen Folgen und mit offensichtlichen Auswirkungen auf die Regelung der Eisenbahnsicherheit oder das Sicherheitsmanagementsystem zu verstehen. Bei allen sonstigen gefährlichen Ereignissen im Eisenbahnbetrieb liegt es im Ermessen der BEU Untersuchungen einzuleiten. Bei der Entscheidung werden neben den zum Ereigniszzeitpunkt verfügbaren Ressourcen weitere Kriterien gem. Artikel 20 Abs. 2 Richtlinie (EU) 2016/798 herangezogen.

Bei dem vorliegenden gefährlichen Ereignis wurden Untersuchungen auf Grundlage des Artikels 20 Abs. 2 Richtlinie (EU) 2016/798 eingeleitet.

Die Unfalluntersuchungshandlungen werden strukturiert in vier definierten Kernprozessen durchgeführt, die mit der Entscheidung zur Aufnahme einer Untersuchung beginnen und mit der Veröffentlichung des Untersuchungsberichtes abgeschlossen werden. Zur Ursachenermittlung werden ergebnisoffene Untersuchungen im Ausschlussverfahren in allen beteiligten

Fachdisziplinen angestellt und hierbei insbesondere Fehler-Ursachen-Analysen und Soll-Ist-Vergleiche durchgeführt.

Vom örtlich zuständigen Untersuchungsbezirk Nordwest wurden die Untersuchungshandlungen federführend geleitet.

Sofern im Einzelfall geboten, werden die jeweiligen Untersuchungsteams bezirksübergreifend unterstützt und notwendige Sachverständigenleistungen extern beauftragt.

Neben den beteiligten Unternehmen wirkte an der Untersuchung folgende weitere Stelle mit:

- DB Systemtechnik GmbH zur Untersuchung der Drehgestelle BA 710.1

Die Durchführung der Unfalluntersuchung setzt voraus, dass alle an dem gefährlichen Ereignis Beteiligten den jeweiligen Meldeverpflichtungen gem. § 2 Abs. 3 EUV nachkommen und gefährliche Ereignisse ordnungsgemäß melden sowie die Informationen auf dem neuesten Stand halten. Auf Grundlage des § 5a AEG werden i. d. R. weitergehende zur Untersuchungsführung erforderliche Informationen, Auskünfte und Nachweise abgefordert. Diese notwendigen Zuarbeiten konnten mittels Auskunftsersuchen gewonnen werden.

Darüber hinaus können nach § 5b Abs. 4 AEG von den an gefährlichen Ereignissen beteiligten Eisenbahnen Unterstützungsleistungen eingefordert werden. Bei dem vorliegenden gefährlichen Ereignis wurden folgende Unterstützungsleistungen eingefordert und durchgesetzt:

- Durch das beteiligte Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) DB Cargo AG wurden die Daten der elektronischen Fahrtenregistrierung (EFR) des Tfz ausgelesen und der BEU zur Auswertung übergeben.

Die infrastrukturseitige Freigabe der Unfallstelle erfolgte durch die BEU am 05.09.2020 um 16:30 Uhr.

3 Beschreibung des Ereignisses

Im dritten Kapitel wird das gefährliche Ereignis in zwei vorgegebenen Unterkapiteln näher beschrieben. In Kapitel 3.1 sind neben den Grunddaten weitere Informationen zum Ereignisort, den äußeren Bedingungen, den Folgen und den Beteiligten enthalten. Die Ereignisrekonstruktion sowie Informationen zur Auslösung und dem Ablauf der Rettungsmaßnahmen sind im Kapitel 3.2 dargestellt. Die Beschreibungen beziehen sich grundsätzlich auf die zum Ereigniszzeitpunkt vorherrschenden Bedingungen und vorgefundenen Sachverhalte.

3.1 Informationen über das Ereignis und seine Hintergründe

Bei dem Ereignis handelte es sich um eine Zugentgleisung im Sinne der Richtlinie (EU) 2016/798.

Die BEU führt das Ereignis national unter der Ereignisart Zugentgleisung.

3.1.1 Lage und Beschreibung des Ereignisortes

Die Zugentgleisung ereignete sich im Bf Köln Eifeltor. Der Bf Köln Eifeltor war ein Güter- und Containerbahnhof, durch den unter anderem die laut Verzeichnis der zulässigen Geschwindigkeiten (VzG) benannte Strecke 2643 führte. Bei dieser Strecke handelte es sich um eine elektrifizierte, zweigleisige Hauptbahn von Köln Bonnvorstadt nach Köln Eifeltor des Eisenbahninfrastrukturunternehmens (EIU) DB Netz AG. Die Höchstgeschwindigkeit bei der Einfahrt in den Bf Köln Eifeltor betrug 40 km/h bei einem Bremsweg von 700 m. Die Strecke und der Bf waren mit dem Zugsicherungssystem Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB) sowie dem digitalen Zugfunk Global System for Mobile Communications-Rail (GSM-R) ausgerüstet. Die Signale im Fahrweg des Güterzug GS 60711 waren als Formsignale ausgeführt.

Der nachfolgende Lageplan veranschaulicht die geografische Lage des Ereignisortes.

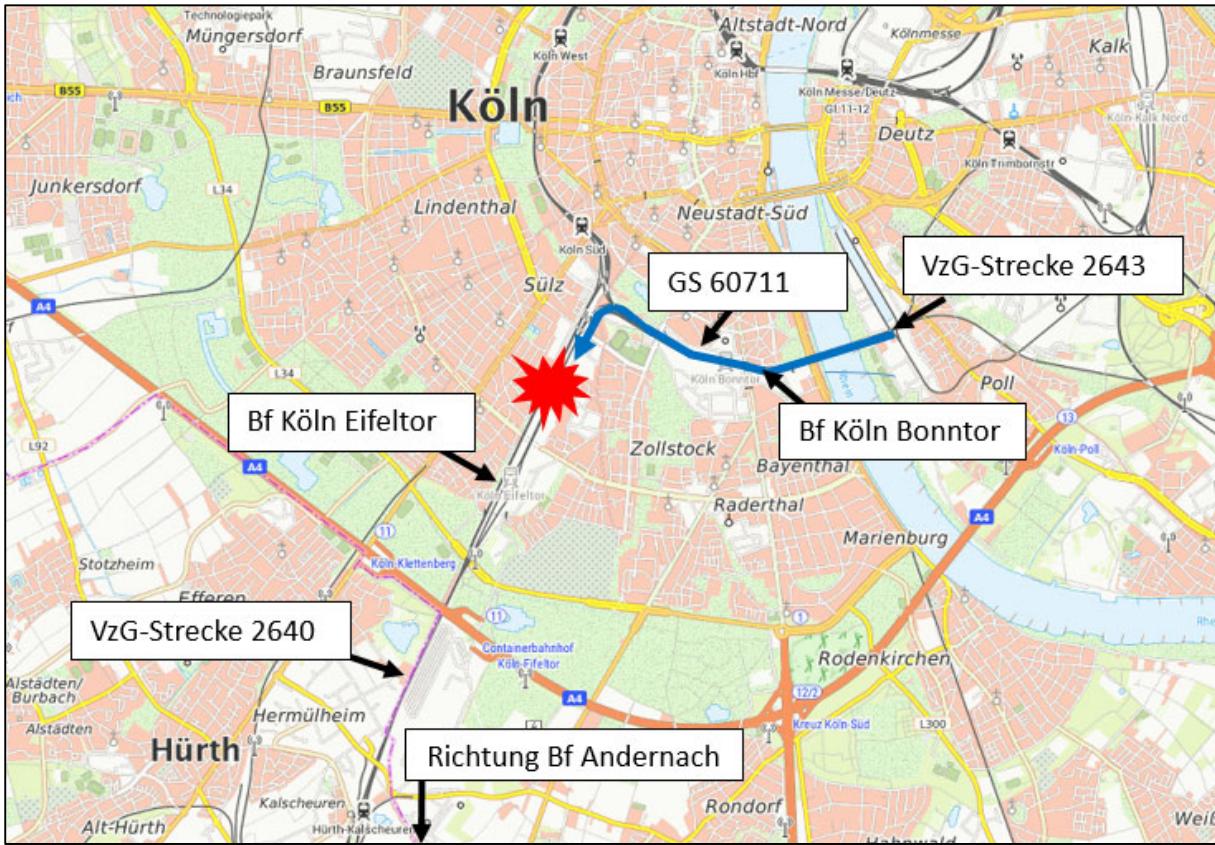


Abbildung 1: Lageplan¹

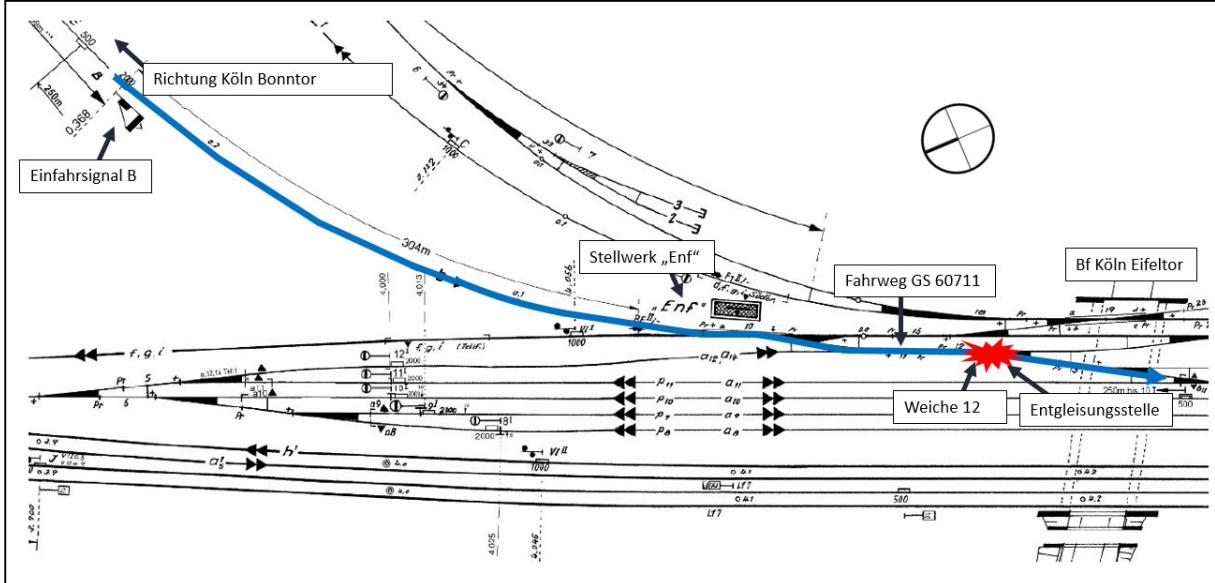


Abbildung 2: Laufweg des Zuges und Entgleisungsstelle²

¹ Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG [2020], bearbeitet durch BEU

² Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch BEU

3.1.2 Beteiligte

Am Ereignis waren folgende Unternehmen beteiligt:

- DB Netz AG als EIU
- DB Cargo AG als EVU

Für das EIU lag eine Sicherheitsgenehmigung gemäß § 7c AEG des Eisenbahn-Bundesamts mit Gültigkeit bis 19.10.2021 vor.

Das zum Ereigniszeitpunkt verantwortliche EVU verfügte über eine Sicherheitsbescheinigung gemäß § 7a AEG mit einer Gültigkeit bis zum 13.12.2020 und war damit zur der Teilnahme am Eisenbahnbetrieb berechtigt.

3.1.3 Äußere Bedingungen

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschten folgende Bedingungen:

Lichtverhältnisse	Dunkelheit
Sicht	klar
Bedeckung	leicht bewölkt
Temperaturen	18 °C
fallender Niederschlag	Nein
Niederschlagshäufigkeit	--
Untergrund / gefallener Niederschlag	trocken

Tabelle 1: Übersicht der äußeren Bedingungen

3.1.4 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Bei dem Ereignis traten folgend aufgeführte Personenschäden ein:

	Anzahl Tote	Anzahl schwer Verletzte	Anzahl leicht Verletzte
Reisende	-	-	-
Mitarbeiter	-	-	-
Benutzer von Bahnübergängen	-	-	
Dritte	-	-	-
Summe	0	0	0

Tabelle 2: Übersicht der Personenschäden

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

	geschätzte Kosten in Euro
Fahrzeuge	40.000
Infrastruktur	1.100.000
Dritte	-
Gesamtschadenshöhe	1.140.000

Tabelle 3: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe

Die beiden nachfolgenden Abbildungen geben einen Einblick in die durch das Ereignis hervorgerufenen Beschädigungen des Oberbaus über eine Länge von ca. 500 m. Außerdem führte die Entgleisung zu Störungen an den Weichen 13 und 14.



Abbildung 3: Schienenbruch hinter der Weiche 12³

³ Quelle: DB Cargo AG



Abbildung 4: Beschädigungen des Oberbaus⁴

3.2 Sachliche Beschreibung der Vorkommnisse

Zur Rekonstruktion des gefährlichen Ereignisses sowie zur Beschreibung der Notfallmaßnahmen werden insbesondere auch die in Kapitel 4 enthaltenen Aufzeichnungen, Auswertungen und Feststellungen etc. herangezogen.

3.2.1 Hergangsbeschreibung

Der Güterzug GS 60711 fuhr am 05.09.2020 um 01:25 Uhr aus Richtung Köln Bonntor kommend mit einer Geschwindigkeit von ca. 40 km/h vorbei am Einfahrtsignal (Esig) B, mit Signalbegriff Hp 2, „Langsamfahrt“, in das Gleis 11 des Bf Köln Eifeltor ein. Ab dem Gruppensignal U sollte der Güterzug GS 60711 auf die VzG-Strecke 2640 in Richtung Hürth-Kalscheuren zur Weiterfahrt in Richtung Andernach übergehen.

Bei der Einfahrt in den Bf Köln Eifeltor befuhr der Zug die Weichenverbindung hinter dem Esig B. Im Gleis 11 erhielt der Zug 250 m vor dem Hauptsperrsignal (Hs) 11^{III}, bei einer Geschwindigkeit von 37 km/h eine 500 Hz-Beeinflussung. Da der Tf die Geschwindigkeit jedoch zu diesem Zeitpunkt nicht entsprechend der restriktiven Überwachung der PZB reduzierte, erfolgte eine Zwangsbremsung. Zum Zeitpunkt der 500 Hz-Beeinflussung befand sich der an 23. Stelle des Zuges laufende Wagen wenige Meter vor dem Weichenanfang der Weiche 10.

⁴ Quelle: DB Cargo AG

Als die Bremswirkung am Triebfahrzeug einsetzte, hatte Wagen 23 den Übergang zwischen Weiche 10 und Weiche 11 erreicht. Wenige Meter später, etwa zwischen dem Weichenende der Weiche 11 und dem Weichenanfang der Weiche 12, setzte die volle Bremswirkung auch bei Wagen 23 ein. Erste Entgleisungsspuren am Radlenker der Weiche 12 und die Entgleisungsspuren am Fahrzeug ließen den Schluss zu, dass zunächst der letzte Radsatz des nachlaufenden Drehgestells des Wagens auf Höhe des Herzstücks nach links entgleiste, als die Längskräfte, entstanden durch die Zwangsbremsung des Zuges, voll wirksam wurden. Durch die Entgleisung des 23. Wagens wurden sowohl der vorlaufende 22. Wagen als auch der nachlaufende 24. Wagen beschädigt.

In der Weiche 42 gleiste sich der 23. Wagen wieder selbstständig ein. Die Entgleisung des Zuges und sein selbstständiges Wiedereingleisen blieben vom Tf unbemerkt. Erst nach der Ankunft im Zielbahnhof Andernach wurde der Tf über die Entgleisung informiert und erhielt den Auftrag, den Zug zu untersuchen. Dabei stellte er die Spuren der Entgleisung an den betroffenen Wagen fest.

3.2.2 Notfallmanagement

Nach § 4 Abs. 3 AEG haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brandschutzes und der technischen Hilfeleistung mitzuwirken. Die Innenministerien der Länder und die DB AG haben sich auf folgende 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.

Dass der Güterzug GS 60711 bei seiner Durchfahrt durch den Bf Köln Eifeltor um 01:25 Uhr entgleist war, wurde von den beteiligten Betriebspersonalen zunächst nicht festgestellt. Um die Ursache der eingetretenen Weichenstörungen zu ermitteln, informierte der Fahrdienstleiter (Fdl) gegen 01:36 Uhr die für die Entstörungsveranlassung verantwortliche Stelle (EVZS). Gegen 02:05 Uhr stellte die eingetroffene Fachkraft Leit- und Sicherungstechnik (LST) fest, dass die Ursache der Weichenstörungen auf eine Zugentgleisung zurückzuführen war. Der Fdl informierte daraufhin gegen 02:33 Uhr die Notfallleitstelle Duisburg über das Ereignis. Der Notfallmanager wurde um 02:38 Uhr von der Notfallleitstelle informiert. Er erreichte den Ereignisort gegen 03:05 Uhr. Aufgrund des selbstständigen Wiedereingleisens von Zug GS 60711 wurden keine Bergungs- und Rettungsmaßnahmen eingeleitet.

Untersuchungsbericht

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

Unregelmäßigkeiten oder Verzögerungen in Bezug auf das Einleiten von Rettungsmaßnahmen wurden der BEU im Rahmen der Unfalluntersuchung nicht bekannt.

4 Auswertung des Ereignisses

In diesem Kapitel werden insbesondere die im Rahmen der Unfalluntersuchung ermittelten maßgeblichen sicherheitskritischen Faktoren in bis zu vier zugehörigen Unterkapiteln dargestellt. Hierbei wird im jeweiligen Einzelfall auf die Aufgaben und Pflichten einzelner Personen und Stellen, auf beteiligte Fahrzeuge und technische Einrichtungen genauso eingegangen wie auf konkrete menschliche Handlungen sowie auf Feedback- und Kontrollmechanismen. Sofern Informationen zu früheren Ereignissen vorliegen, werden diese in einem weiteren Unterkapitel dargestellt.

4.1 Aufgaben und Pflichten

In diesem Kapitel werden unbeschadet des Artikels 20 Abs. 4 der Richtlinie (EU) 2016/798 die Aufgaben und Pflichten von Personen und Stellen behandelt, die an dem Ereignis beteiligt waren. Untersuchungen zu Schuld- oder Haftungsfragen sind explizit ausgeschlossen und nicht Untersuchungsgegenstand.

4.1.1 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU

Das verantwortliche EVU ist gemäß § 4 Abs. 3 AEG 1. verpflichtet, den Betrieb sicher zu führen. Regeln für die Durchführung von Zugfahrten und zur Planung und Überwachung des Betriebes durch den Unternehmer sind im Betriebsregelwerk (BRW) umgesetzt. Außerdem galten Zusatzmodule des EVU DB Cargo AG, die zusammen mit dem o. g. Regelwerk im „Regelbuch – Basisteil für Mitarbeiter im Bahnbetrieb DBCDE-003“ zusammengeführt waren. Darüber hinaus gehört zur Gewährleistung der sicheren Betriebsführung u. a. das Aufstellen und Einhalten eines, den nach gesetzlichen Anforderungen gemäß § 4 Abs. 4 AEG i. V. m. dem Artikel 9 Absatz 1 bis 5 der Ril (EU) 2016/798 entsprechenden Sicherheitsmanagementsystems (SMS). Inhaltliche Maßstäbe für ein SMS bilden die Aufstellung und Einhaltung der in der Delegierte Verordnung (DV) (EU) 2018/762 genannten Anforderungen.

Im Rahmen der Erteilung einer Sicherheitsbescheinigung müssen EVU nachweisen, dass ein SMS eingerichtet wurde, welches den EU-rechtlichen Anforderungen genügt. Diese Verpflichtung ist auch im Hinblick auf die Beherrschung von Risiken im Anhang I Ziffer 3.1, insbesondere Ziffer 3.1.1 Delegierte Verordnung (EU) 2018/762 über gemeinsame Sicherheitsmethoden bezüglich der Anforderungen an Sicherheitsmanagementsysteme gemäß der Ril (EU) 2016/798 umzusetzen.

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

Die zulässigen Geschwindigkeiten eines signalgeführten Zuges sind gemäß Ril 408.2341 Abschnitt 2 Abs. 1 im Fahrplan des Zuges und der Zusammenstellung der vorübergehenden Langsamfahrstellen vorgeschrieben. Diese zulässigen Geschwindigkeiten können gemäß Abs. 4 der Ril u. a. durch Signale eingeschränkt sein. In der nachfolgenden Abbildung ist ein Auszug aus dem Fahrplan des Zuges für den Bereich Köln Eifeltor dargestellt. Hieraus ist zu entnehmen, dass für den Zug bei der Einfahrt in den Bf Köln Eifeltor eine Geschwindigkeit von 40 km/h vorgegeben war.

	60	Esig, <Esig>	2,6	
1,4		Köln Bonntor	1,5	
	40	Asig Ri E	1,4	14
		❶ 600A	1,3	
1,3		¥, <¥>, <Ne 2 ▷>,	1,3	
0,8		Evsig ▷	0,8	
		<Ne 1>,	0,4	
		Esig Köln Eifeltor	0,2	
		K Eifelt Enf	0,0	15
		K Eifeltor R12	-1,2	17
		Zsig		
		K Eifelt Esf	-2,5	1.19
		Asig		

Abbildung 5: Auszug aus dem Fahrplan

In der nachfolgenden Abbildung sind die Kopfangaben des Fahrplans für den GS 60711 dargestellt. Hier war für diese Zugfahrt eine Höchstgeschwindigkeit von 90 km/h vorgegeben.

60711	GS
Tfz 80 6151+80 6151	3800 t GL
oder	580 m Mbr 55 R/P
Tfz 80 6185+80 6185	3800 t GL
	578 m Mbr 55 R/P
90 km/h	

Abbildung 6: Kopfangaben des Fahrplans des GS 60711

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

In Gleis 11 erhielt der GS 60711 aufgrund der restriktiven Überwachung der PZB eine Zwangsbremsung infolge der 500 Hz-Beeinflussung, resultierend aus der angehängten Überwachungskurve der PZB in der eingestellten Zugart „U“, die der Tf bei der Annäherung an den Haltbegriff des Hs 11^{III} überschritt. Die gemäß Ril 408.2651 Abschnitt 3 (1) geforderte Kontaktaufnahme zu dem Fdl, mit dem Ziel, gemeinsam mit ihm festzustellen, wo die Zwangsbremseingetreten ist, unterließ der Tf.

In einem sich unmittelbar an die Zwangsbremsung anschließenden, vom Weichenwärter (Ww) des Stellwerks R3 initiierten, GSM-R-Gesprächs erhielt der Tf den fernmündlichen Auftrag, am haltzeigenden Signal Hs 11^{III} vorbei und weiter als Rangierfahrt in das Gleis 51 zu fahren. Sieben Minuten später wurde der Tf vom Fdl des Stellwerks Enf per GSM-R-Gespräch nach Besonderheiten bei der Weiterfahrt seines Zuges gefragt, da sowohl Fdl als auch der Ww Weichenstörungen in ihrem Stellbezirk bemerkt hatten. Der Tf verneinte diese Nachfrage und erwähnte auch in diesem Gespräch die Zwangsbremseingetreten ist, unterließ der Tf.

Auswertung der EFR

Zur Rekonstruktion der betrieblichen Abläufe des EVU wertete die BEU die Daten aus, die das führende Triebfahrzeug (Tfz) 185 180-7 des GS 60711 gespeichert hatte. Die Auslesung der Daten erfolgte durch einen Mitarbeiter des EVU. Im Fahrzeug war eine Datenspeicherkerassette des Typs DSK 20 der Firma DEUTA-Werke GmbH verbaut.

Das PZB-Fahrzeugggerät des Tfz war eingeschaltet, die Rohdaten waren vollständig und fehlerfrei aufgezeichnet. Die im folgenden genannten Zeiten sind systeminterne Zeiten der PZB-Fahrzeugeinrichtung, die von der tatsächlichen Uhrzeit abweichen können. Bei diesem Ereignis wichen die registrierten Uhrzeiten um ca. 5 Minuten von der tatsächlichen Uhrzeit ab.

In den EFR-Daten waren gemäß Ril 493.0100Z03, Einstellabelle für Baureihe (BR) 185, neben der Tf-Nummer auch die Zugnummer sowie die Zuglänge, die vorhandenen Bremshundertstel (BRH) und die Bremsart (BRA) einzugeben.

Durch den Tf wurde der Wert 070 für die vorhandenen BRH in Verbindung mit dem Wert 2 für die BRA eingegeben. Dies führte dazu, dass die PZB-Zugart „U“ eingestellt war. Gemäß den laut Bremszettel für den Güterzug GS 60711 vorhandenen 74 BRH wäre unter Beachtung der Ril 483.0112Z03 in Verbindung mit der einzustellenden Bremsstellung P die Zugart „M“, durch Eingabe des Wertes 4 als BRA, einzustellen gewesen. Die eingegebenen Zugdaten können der untenstehenden Tabelle entnommen werden.

Parameter	Eingegebener Wert
Tf-Nummer	vom EVU vorgegeben
BRA	2
BRH	070
VMZ	90
Zugart	U
Zuglänge	540

Tabelle 4: Eingegebene EFR-Zugdaten

Um 01:23:24 Uhr erhielt der Zug bei einer Geschwindigkeit von 38 km/h auf Höhe des Standortes des Vsig b eine 1.000 Hz-Beeinflussung, die der Tf mit Bedienung der Taste „Wachsam“ bestätigte. Um ca. 01:24:26 Uhr passierte der Zug das Esig B des Bf Köln Eifeltor mit einer Geschwindigkeit von ca. 40 km/h, Tendenz leicht fallend. Um 01:25:15 Uhr wurde 250 m vor dem haltzeigenden Hs 11^{III} eine 500 Hz-Beeinflussung bei einer Geschwindigkeit von 37 km/h registriert. Um 01:25:18 Uhr wurde durch den Anstoß an die Tfz-interne Geschwindigkeitsprüfung nach der 500 Hz-Beeinflussung eine PZB-Zwangsbremsung registriert, zeitgleich bediente der Tf das Führerbremsventil. Um 01:25:35 Uhr erfolgte der Stillstand des GS 60711 nach einer Wegstrecke von ca. 150 m. Die Spitze des Zuges befand sich ca. 95 m vor dem Signal Hs 11^{III}.

Um 01:28:02 Uhr setzte der Tf die Fahrt fort und beschleunigte seinen Zug langsam. Um 01:29:14 Uhr wurde bei einer Geschwindigkeit von ca. 8 km/h die Bedienung der Taste „Befehl“ registriert. Diese Bedienung geschah für die Vorbeifahrt des Zuges am haltzeigenden Hs 11^{III}. Der Tf beschleunigte den Zug bis auf eine Geschwindigkeit von ca. 21 km/h und fuhr durch den Bf Köln Eifeltor weiter in Richtung Andernach aus. Die nachfolgende Abbildung zeigt die grafische Auswertung der EFR-Daten.

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

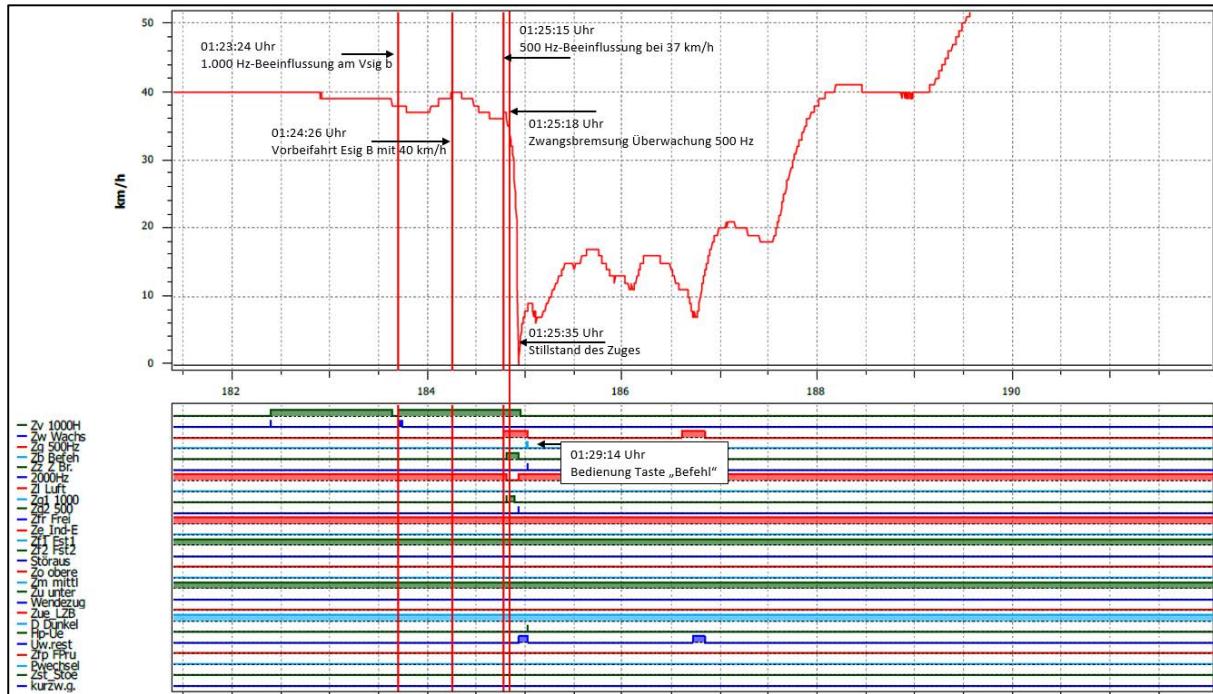


Abbildung 7: Grafische Auswertung der EFR-Daten von GS 60711

Abgeleitet aus der Auswertung der EFR-Daten i. V. m. der Zugkonstellation wurde durch die BEU die Position des 23. Wagens zum Zeitpunkt des Einsetzens der Zwangsbremsung rekonstruiert, siehe nachfolgende Abbildung.

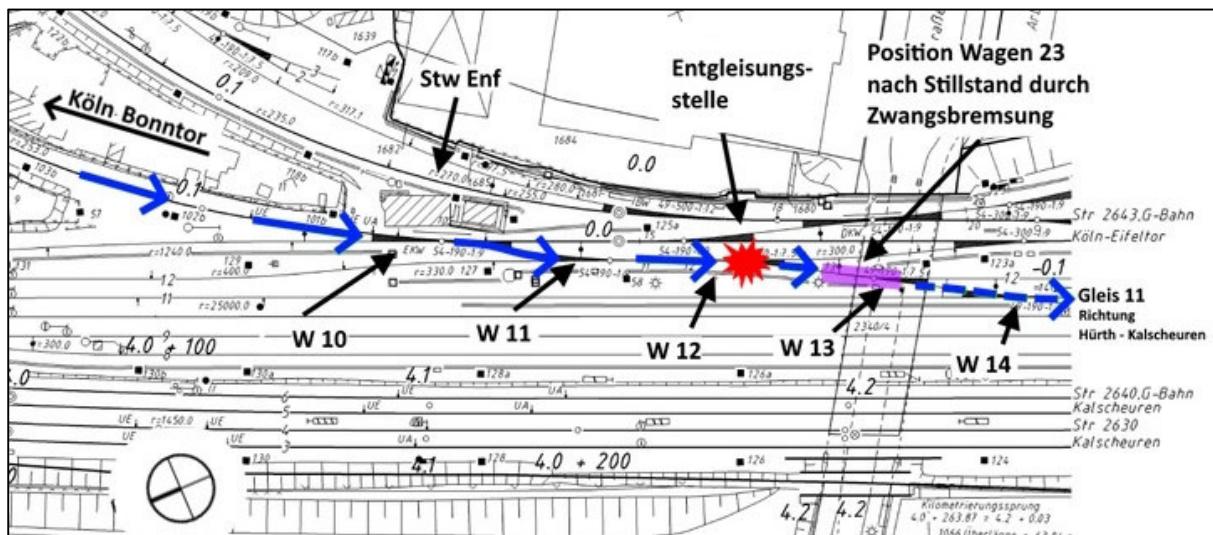


Abbildung 8: Rekonstruierte Position des 23. Wagens nach der Zwangsbremseung⁵

Demnach befand sich der entgleiste 23. Wagen hinter der Weiche 12, als der Zug, bedingt durch die Zwangsbremsung, zum Halten kam.

⁵ Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch BEU

4.1.2 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

Bei der Durchführung der Zugfahrt des GS 60711 waren das Wärterstellwerk „R3“ sowie das Fahrdienstleiterstellwerk „Enf“ im Bf Köln Eifeltor beteiligt. Bei dem Stellwerk R3 handelte es sich um ein elektromechanisches Weichenwärterstellwerk der Einheitsbauform VES E 43.

Der Arbeitsplatz des zuständigen Fdl war im Stellwerk Enf eingerichtet. Es handelte sich um ein elektromechanisches Stellwerk der Bauform S&H 1912 des Herstellers Siemens & Halske, das 1936 in Betrieb genommen wurde. Die Lage dieses Stellwerkes ermöglichte den direkten Blick auf die Entgleisungsstelle in der Weiche 12.

Aufgrund einer dem Ereignis vorausgegangenen sonstigen Entgleisung während Rangierarbeiten am 26.08.2020 war es dem Fdl nicht möglich, den geplanten Fahrweg durch das Gleis 14 in den Bf Köln Eifeltor einzustellen. Daher wurde der GS 60711 vom Fdl Enf mit Signalstellung Hp 2, Langsamfahrt, des Esig B in das Gleis 11 des Bf Köln Eifeltor zugelassen. Kurz nachdem der Zug vor dem haltzeigenden Hs 11^{III}, zum Stillstand gekommen war, nahm der Ww des Stellwerks R3 um 01:20:42 Uhr per GSM-R Kontakt mit dem Tf auf. Ein Auszug dieses Gespräches ist in der untenstehenden Tabelle aufgeführt.

Ww	„Du bist ein bisschen zu lang. Du fährst weiter als Rangierfahrt durch Gleis 51 und am haltzeigenden Hs vorbei.“
Tf	„Ich kann auch ein bisschen vorziehen, ich bin ein bisschen zu früh zum Stehen gekommen. Wenn dir das weiterhilft?“
Ww	„Ja, ich ähhh (...) Das wird so nicht reichen. Fahr am haltzeigenden vorbei; weiter als Rangierfahrt nach 51.“
Tf	„Weiter als Rangierfahrt nach 51, alles klar.“

Tabelle 5: Auszug aus dem GSM-R Gespräch zwischen Ww des Stellwerks R3 und dem Tf

Das Gleis 11 war ein nicht durchgehendes Hauptgleis, in dem Zugdurchfahrten nicht zugelassen waren. Der Ww ließ die Zugfahrt GS 60711 am haltzeigenden Hs 11^{III} gemäß DB Ril 408.0488 Abschnitt 2 (1) b) in eine Rangierfahrt übergehen.

Der vom Ww in dem GSM-R Gespräch mit dem Tf gewählte Wortlaut mit dem Auftrag zur Vorbeifahrt am haltzeigenden Hs 11^{III} entsprach nicht den Vorgaben der Ril 408.4813 Abschnitt 3. Der Ww hätte die Zustimmung zur Rangierfahrt primär gemäß Ril 408.4813 Abschnitt 3 (1) d) mittels Signalbegriff Sh 1 am Hs 11^{III} geben müssen, anstatt dem Güterzug GS 60711 die mündliche Zustimmung zu erteilen.

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

Um 01:33:00 Uhr nahm der Fdl Enf per GSM-R Kontakt zum Tf des GS 60711 auf, siehe nachfolgende Tabelle. In diesem Gespräch fragte der Fdl den Tf, ob ihm bei der Durchfahrt durch den Bf Köln Eifeltor Besonderheiten aufgefallen waren.

Fdl	„Ja, grüß dich. Du bist doch bei Stellwerk 3 weitergefahren, jetzt ja? (...) Ist dir irgendwas aufgefallen bei dir?“
Tf	„Nee.“
Fdl	„Während der Durchfahrt sind bei uns die Weichen durchgeflogen irgendwie. Es war ja alles so festgelegt, du bist als Zugfahrt ja ganz normal auf Signal eingefahren.“
Tf	„Ja.“
Fdl	„Die Weichen waren alle festgelegt, auf einmal gab es bei uns irgendwie, ähh, auf dem Fahrweg nach Gleis 11 irgendwie keine Überwachung der Weichen mehr. [...] Keine Fahrstraßenauflösung und beim Stellwerk 3 genau dasselbe vorne. Der kann jetzt zum Beispiel auch die Weichen irgendwie nicht mehr bewegen, ganz komisch. Der Fahrweg war ja eingestellt, du bist normal drübergefahren, aber irgendwie sind die Weichen jetzt nicht mehr stellbar. Es war ja alles festgelegt so weit, keine Ahnung, ich weiß nicht was da los ist. Bei dir ist aber auch nichts aufgefallen, ne irgendwie?“
Tf	„Mir is nix aufgefallen.“

Tabelle 6: Auszug aus dem GSM-R Gespräch zwischen Fdl Enf und dem Tf

Im Anschluss an das Gespräch fertigte der Fdl Enf einen Eintrag im Arbeits- und Störungsbuch an und verständigte gegen 01:36 Uhr die EVZS zwecks der Entstörung der Weichen.

4.2 Fahrzeuge und technische Einrichtungen

In diesem Kapitel sind die Erkenntnisse aus der Untersuchung beteiligter Fahrzeuge, der Eisenbahninfrastruktur und weiterer technischer Einrichtungen, einschließlich damit eventuell verbundener Tätigkeiten und Entscheidungen, dargestellt.

4.2.1 Untersuchung von Fahrzeugen

Der Güterzug GS 60711 verkehrte gemäß Fahrplan von Oberhausen West nach Andernach. Im Fahrplan war als Höchstgeschwindigkeit 90 km/h in Bremsstellung P bei 55 Mindestbrems-hundertstel vorgegeben.

Entsprechend der Angaben aus Bremszettel und Wagenliste bestand der Güterzug GS 60711 aus 33 sechsachsigen Drehgestellwagen der Gattung Sahmms-t, DB Bauart 710.1 und 711 und zwei in Doppeltraktion fahrenden Triebfahrzeugen der BR 185. Die zur Aufnahme von Stahlrollen (Coils) ausgerüsteten Wagen waren beladen. Der Güterzug hatte eine Gesamtlänge von

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

520 m und ein Wagenzuggewicht von 3.393 t. Der Güterzug verfügte über 74 BRH. Das Ereignis blieb vom Tf unbemerkt, infolgedessen setzte der Zug seine Fahrt bis zum Zielbahnhof Andernach fort. Nachdem die Zugentgleisung von Betriebspersonalen im Bf Köln Eifeltor bemerkt wurde, konnte der zwischenzeitlich bereits im Zielbahnhof angekommene GS 60711 als betroffener Zug identifiziert werden. Die drei durch das Ereignis beschädigten Fahrzeuge befanden sich an 22. bis 24. Stelle des Zuges mit den Fahrzeugnummern 31 80 4868 333-4, 31 80 4871 375-0 und 31 80 4871 090-5. Zur Unfalluntersuchung wurde die genannten Fahrzeuge am 01.10.2020 in ein Instandhaltungswerk des Bf Gremberg überführt. Da die Rekonstruktion dieses Ereignisses zeigte, dass der an 23. Stelle laufende Wagen entgleiste und die Schäden am 22. und 24. Wagen in der Folge entstanden, konzentrierten sich die weiteren Untersuchungen auf den 23. Wagen mit der Fahrzeugnummer 31 80 4871 375-0.

Aus den der BEU vorgelegten Instandhaltungsunterlagen war ersichtlich, dass, zuletzt am 09.05.2019, eine Revision mit Umfang G4.2 in Maschen durchgeführt wurde. Der Instandhaltungsauftrag beinhaltete Arbeiten an der Drehpfanne einschließlich einer Sichtprüfung des Drehpfannenoberteils. Das Drehgestell wurde zur Durchführung der Revisionsarbeiten vom Wagenkasten getrennt und die Drehpfanne gereinigt. In den Instandhaltungsunterlagen wurden bei dieser Revision keine Hinweise auf Schäden oder Mängel dokumentiert. Laut Instandhaltungsplan war die nächste Revision für den 09.05.2025 angesetzt.

Nachfolgende Abbildung zeigt die Revisionsanschrift, welche sich auf dem Untersuchungsschild am Längsträger des Wagens befand.



Abbildung 9: Revisionsanschrift

Die nachfolgende Tabelle enthält Angaben zu den technischen Daten des ursächlich entgleisten 23. Wagens:

Wagennummer	3180 4871 375-0
Baujahr	1968
Revision	09.05.2019
Halter und ECM	DB Cargo AG
Gattungszeichen	Sahmms-t
Eigengewicht	35.080 t
Länge (LÜP)	16.400 mm
Wagenhöhe über SO	1.060 mm
Anzahl der Radsätze	6
Achsabstand	1.700 mm
Lastgrenzen	A=39,5t/B1=46,5t/B2=51,5t/C=60,5t/D=69,5t
Max. zul. Fahrzeuggeschwindigkeit	120 km/h
Bremsbauart	KE-GP

Tabelle 7: Technische Daten Wagen 31 80 4871 375-0

Zur Untersuchung der Unfallursache wurde die DB Systemtechnik GmbH durch das EVU DB Cargo AG mit hinzugezogen. Die Ergebnisse der DB Systemtechnik GmbH wurden in einem Bericht zusammengefasst und sind im Folgenden ohne besondere Kennzeichnung in den Text mit eingeflossen. Direkte Zitate aus dem Ergebnisbericht wurden gekennzeichnet.

Der Schwerpunkt der Untersuchung im Instandhaltungswerk lag auf der Sichtprüfung der äußeren Bauteile. Während das in Fahrtrichtung führende Drehgestell (DG) 2 keine sichtbaren Beschädigungen aufwies, die Bremseinrichtungen einschließlich der bodenbedienbaren Feststellbremse intakt waren, fanden sich eindeutige Entgleisungsspuren am DG 1. Das dreiachsiges DG der Bauart DB 710.1 (Lenkachs drehgestell) zeigte deutliche Entgleisungsspuren an allen Radsätzen sowie zerbrochene bzw. fehlende Bremssohlen, siehe folgende Abbildung.



Abbildung 10: Lauffläche und Spurkranz mit Entgleisungsspuren Wagen 31 80 4871 375-0

Auffällig waren die Beschädigungen an einem Radsatzhaltersteg und den Puffern auf der Seite des betroffenen DG siehe folgende und nachfolgende Abbildung.

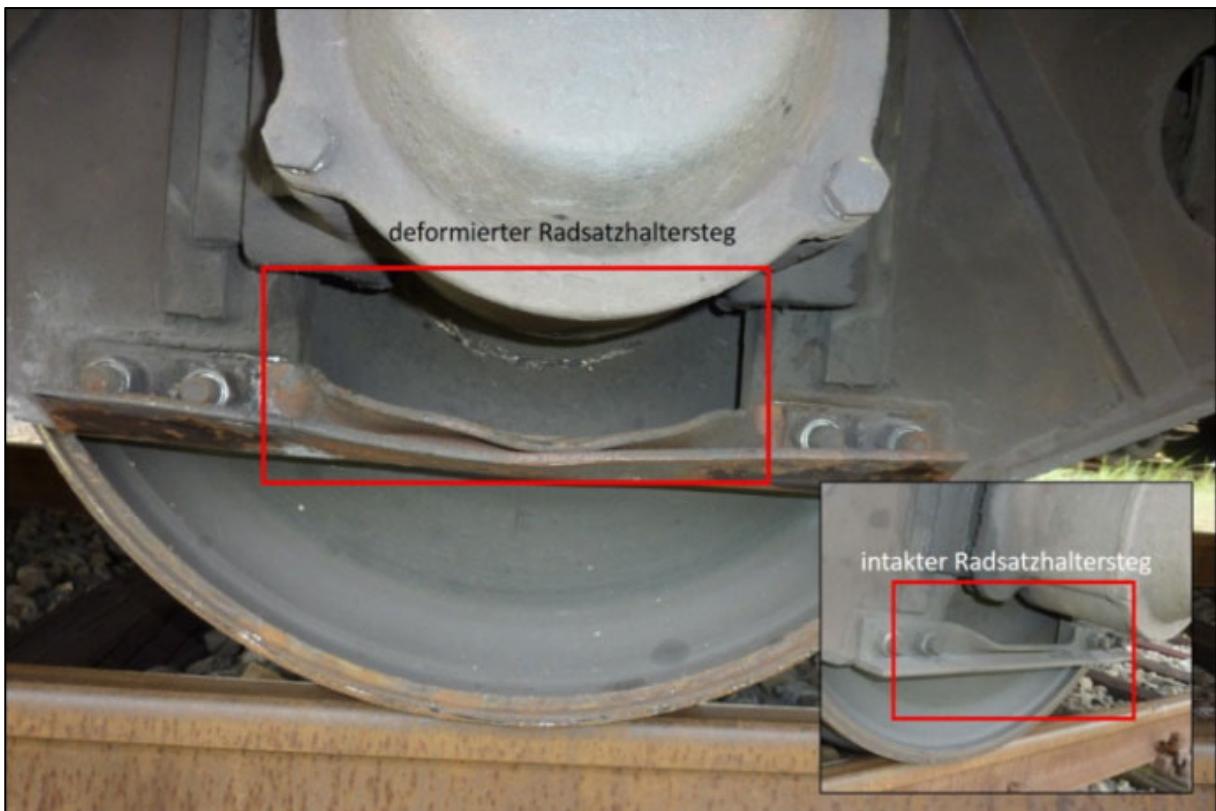


Abbildung 11: Radsatzhaltersteg Wagen 31 80 4871 375-0



Abbildung 12: Beschädigter Puffer an Wagen 31 80 4871 375-0

Weitere Untersuchungen wurden am 04.11.2020 durch die DB Systemtechnik GmbH durchgeführt. Zuvor war der Wagenkasten von den DG getrennt worden, so dass die Wagenunterseite sowie die DG separat voneinander untersucht werden konnten.

Bei der Vermessung der Radsätze wurden keine Auffälligkeiten festgestellt. Hingegen wurden Abweichungen vom Sollwert bei der Vermessung des Federspiels „z3“, beim Pufferstand „z11“ sowie beim Gleitstückspiel „z8“ erkannt. Die weitere Sichtprüfung ließ neben den deformierten Radsatzhalterstegen auch Aufsetzungsspuren vom Wagenkasten erkennen, die als Indiz für die Fahrt durch das Gleisbett zu werten waren. Die oberen und unteren Gleitstücke wiesen keine übermäßigen Verschleißspuren auf. Das DG 2 zeigte keine Auffälligkeiten.

Bei der Untersuchung der Drehpfanne am betroffenen DG 1 wurde folgendes festgestellt:

„Im Bereich der Drehpfanne ist eine Art Verschweißung der drei Einzelkomponenten auffällig. Es ist hier zu einer Materialanhäufung gekommen, die alle drei Schichten der Drehpfanne (obere Drehpfanne, Verschleißplatte und untere Drehpfanne) verbindet. Beim Trennen der Drehpfannenbauteile ist zu beobachten, dass im Bereich der unteren Drehpfanne eine hühnereigroße Materialansammlung, in der Verschleißplatte an gleicher

Position ein Loch in gleicher Größe mit ausgefranstem Rand und an der oberen Drehpfanne eine Abzehrung an ebenfalls gleicher Position vorhanden ist.⁶

Die beiden folgenden, aus dem Bericht der DB Systemtechnik GmbH entnommenen, Abbildungen zeigen die markanten Stellen auf den Drehpfannenkomponenten.



Abbildung 13: Verschweißstellen in den Drehpfannenkomponenten⁷



Abbildung 14: Materialveränderungen an den Drehpfannenkomponenten⁸

Weiterführende Materialprüfungen zeigten auf, dass

„...es zu einem massiven, lokal eingeschränkten Wärmeeintrag (Stromdurchgang) gekommen sein muss, der die Bauteile miteinander verschweißt hat.“⁹

⁶ Quelle: Bericht DB Systemtechnik GmbH, 21-66269-TT.TVE33(1) -BA710.1-2060-067

⁷ Quelle: Bericht DB Systemtechnik GmbH, 21-66269-TT.TVE33(1) -BA710.1-2060-067

⁸ Quelle: Bericht DB Systemtechnik GmbH, 21-66269-TT.TVE33(1) -BA710.1-2060-067

⁹ Quelle: Bericht DB Systemtechnik GmbH, 21-66269-TT.TVE33(1) -BA710.1-2060-067

Zusammenfassend kommt der Bericht der DB Systemtechnik GmbH zu folgendem Ergebnis:

„Es ist davon auszugehen, dass die drei Komponenten der Drehpfanne durch äußere Einflüsse miteinander verschweißt wurden und somit eine Drehbewegung des Drehgestells 1 zum Wagenkasten nicht weiter möglich war.

Die genaue Ursache dieses massiven, lokalen Wärmeeintrags steht nicht fest. Eine Möglichkeit ist ein Stromdurchgang z. B. ein Blitzschlag bei Gewitter. Wann es zu dieser Beschädigung des Fahrzeugs gekommen ist, konnte nicht geklärt werden. Die Beschädigung war nicht zu erkennen, solange Wagenkasten und Drehgestelle verbunden waren.

Das Fahrzeug konnte trotz Beschädigung (Blockade der Ausdrehbewegung des Drehgestells) auf gerader Strecke anfahren und gewisse Bogengrößen in Bewegung durch vorhandenes Spiel im Fahrwerk ausgleichen. Diese Annahme wird durch den erhöhten Verschleiß an den Gleitböcken untermauert. Durch die Anfahrt im engen Bogen der Weiche 12 war das im Fahrwerk vorhandene Spiel der Radsätze nicht ausreichend groß, so dass die Radsätze sich nicht mehr radial einstellen konnten und der große Anlaufwinkel durch die Zwangsführung des nicht ausdrehenden Drehgestells zum Aufklettern der Radsätze und somit zur Entgleisung führte.

Schleifspuren an den festen Gleitplatten an Drehgestellrahmen und Wagenkasten lassen darauf schließen, dass das Fahrzeug nach der letzten Revision in diesem Drehgestell einwandfrei drehbar gelagert war.

Die von den Sollwerten abweichenden Messwerte am Radsatz zum Feder- und Gleitstückspiel sind auf die Fahrt im Gleisbett und die daraus folgenden Beschädigungen am Fahrwerk und dessen Komponenten zurückzuführen.“¹⁰

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Bewegungseinschränkung des DG durch die Verschweißung der Drehpfannenkomponenten als ein ursächlicher Faktor für das Ereignis identifiziert wurde. Die Untersuchungen der BEU ergaben darüber hinaus, dass zunächst ein Radsatz des DG 1 entgleiste.

¹⁰ Quelle: Bericht DB Systemtechnik GmbH, 21-66269-TT.TVE33(1) -BA710.1-2060-067

4.2.2 Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur

Der Laufweg des Zuges führte von Köln Bonntor kommend über die Weiche 10, das Zweiggleis der Weiche 11 in den Abzweig der Weiche 12. Die ersten Entgleisungsspuren waren am Radlenker auf Höhe des Herzstücks in der Weiche 12 erkennbar.

Die Weiche 12 wurde in der Oberbauart EWR- 54-0190-1:7,5-H auf Bongossi Hartholzschwellen mit Schienenbefestigung KS eingebaut, wobei die letzte Erneuerung der Weiche aus Anfang 1997 datiert war. Die Länge der Weiche 11 betrug 27,14 m, die der Weiche 12 25,86 m. Zwischen den beiden Weichen lag trassierungsbedingt eine Zwischengerade von 6,00 m. Die befahrenen Radien im Abzweig betrugen jeweils 190 m und durften mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h befahren werden. Die Belastung der für den Güterverkehr vorgesehenen Infrastruktur war mit 15.000 t/Tag angegeben.

Die gemäß Planungsrichtlinie 800.110 der DB Netz AG vorgegebenen Trassierungselemente wurden im Bereich der Entgleisungsstelle eingehalten.

Während der ersten Feststellungen vor Ort erschien der Oberbau an der Unfallstelle im Bereich der Weiche 12 optisch intakt.

Bei der weiteren Detailbetrachtung wurden am rechten Radlenker erste und im nachfolgenden Fahrweg weitere Entgleisungsspuren erkennbar, siehe die beiden nachfolgenden Abbildungen 14 und 15. Der Radlenker wies eine Gratbildung auf.

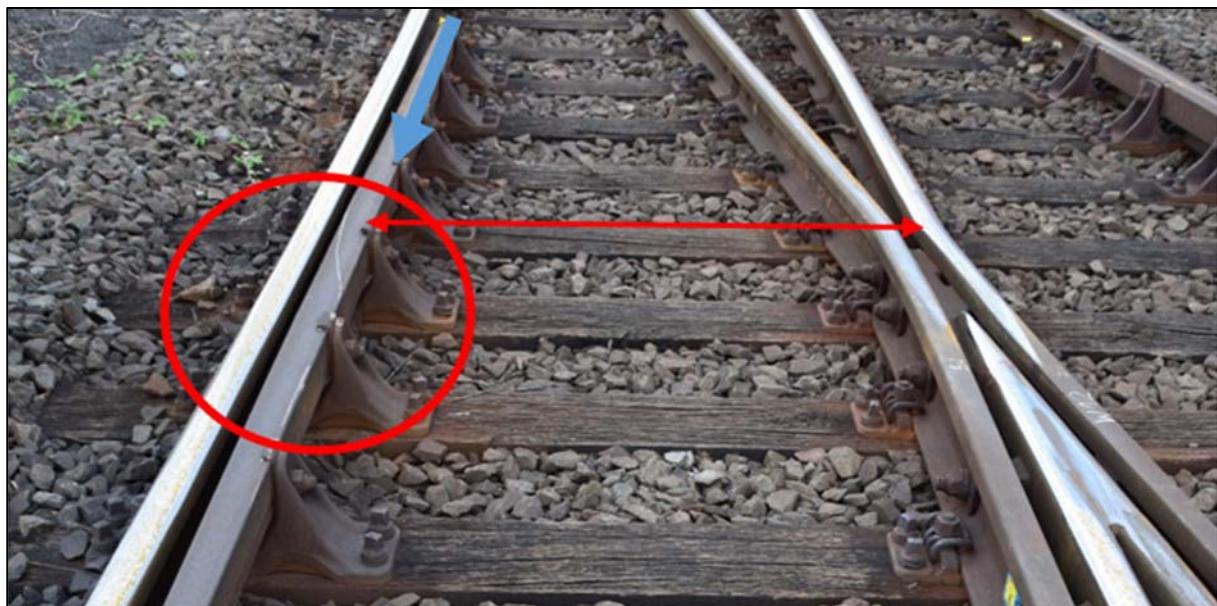


Abbildung 15: Entgleisungsstelle in Weiche 12

Weiterhin waren auf den Schwellen und im Schotter abgefräste Metallspäne erkennbar, die vermutlich von Radscheiben stammten. Die Flügelschiene und das Herzstück wiesen ebenfalls Entgleisungsspuren sowie unterschiedliche Profilabnutzungen auf. Einzelne Holzschwellen in der Weiche 12 ließen einen unterschiedlich ausgeprägten biologischen Verfall erkennen, wobei die Verspannung der Schiene intakt war.



Abbildung 16: Detail der Entgleisungsspur am Radlenker im Abzweig der Weiche 12

Inspektionen und Gleisbegehung gemäß Ril 821.2003

Die letzte vom EIU vorgelegte Gleisbegehung nach Ril 821.2003 vor dem Ereignis war auf den 26.05.2019 datiert. In der dazugehörigen Inspektionsniederschrift wurden keine befundungswürdigen Mängel dokumentiert.

Gleisbegehungen müssen in sonstigen Hauptgleisen gemäß Ril 821.2003 Tabelle 1 mindestens einmal jährlich durchgeführt werden. Für den Zeitraum Mai 2019 bis zur Entgleisung im September 2020 wurde kein weiterer Inspektionsnachweis für eine Gleisbegehung vorgelegt und somit die Inspektionsfrist, auch bei Anwendung der Ausnahmeregelung (+ 2 Monate), nicht eingehalten.

Weicheninspektion am 09.09.2020 nach dem Ereignis

Die Messdaten der letzten Regelinspektion vom 17.12.2019 gemäß Ril 821.2005 vor der Entgleisung zeigten im relevanten Bereich der Weiche 12 keine unzulässigen Überschreitungen. Bei mehreren Messpunkten war der Abnutzungsvorrat aufgrund von Überschreitungen des Beurteilungsmaßstabes SR (Störgröße/Reaktion) von SR 100 (Schwellenwert für technisch/wirtschaftlichen Abnutzungsvorrat) eingeschränkt.

Nach dem Ereignis wurde am 09.09.2020 eine Sonderinspektion in der Weiche 12 durchgeführt. In der nachfolgenden Abbildung sind die Messwerte im Stammgleis an der Entgleisungsstelle dargestellt.

s13	s11 + 6 S	1435	-	1443	-	1446	1430	1465	1432,5
f1	RL spitz	1372	-	-	-	1380	-	-	1373,5
sh	MP150	1435	-	1441	-	1443	1430	1465	1432,0
I	MP150	1396	1390	1398	1389	1400	-	-	1391,6
h	MP150	44	42	46	41	48	-	-	42,2
üsh	MP150, auf Hs aufl.	0	-13	13	-15	15	-	-	14,7 (SR100+)
f2	FS	1372	-	-	-	1380	-	-	1365,0
f3	RL stumpf	1372	-	-	-	1380	-	-	1368,3
sh1	sh + 2 S	1435	-	1444	-	1448	1430	1465	1430,3
se	1S n. WE	1435	-	1448	-	1453	1430	1465	1431,2
üse		0	-13	13	-15	15	-	-	11,6
se1	se + 3 S	1435	-	1450	-	1455	1430	1465	1434,1

Abbildung 17: Messwerte im Bereich der Entgleisungsstelle¹¹¹¹ Quelle: DB Netz AG bearbeitet durch BEU

Die Sollspurweite s von 1.435 mm wurde bei den Messwerten „s13“, „sh“, „sh1“ und „se“ unterschritten, befand sich allerdings im zulässigen Bereich. Der Wert „sh1“ lag mit 1.430,3 mm dicht am EBO Grenzwert von 1.430 mm.

Die Sollüberhöhung „ \ddot{u} “ betrug 0 mm. Der Messwert „ $\ddot{u}sh$ “ überschritt mit 14,7 mm den Wert für SR 100 deutlich und lag nur 3 mm unter dem zulässigen Grenzwert.

Erklärbar war die Differenz von Soll zu Ist beim Messwert „ \ddot{u} “ an der fortgeschrittenen Abnutzung der Flügelschiene und der Herzstückspitze, siehe nachfolgende Abbildung. Es war weiterhin möglich, dass hierdurch die Messung im Punkt MP150 verfälscht wurden.



Abbildung 18: Abgenutzte Flügelschiene und Herzstückspitze

Auch alle anderen Messwerte lagen deutlich entfernt von den Sollwerten aber innerhalb der zulässigen Toleranzen der Ril.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Messwerte im Abzweig an der Entgleisungsstelle dargestellt.

se2z Üse2z	sez + 6 S	1435 0	-13	1452 13	-15	1457 15	-	1430 - -	1465 - -	1476,7 (GW+) -10,8
se1z	sez + 3 S	1435	-	1450	-	1455	1430	1465	1476,7 (GW+)	
sez Üsez	1S v. WE	1435 0	-13	1448 13	-15	1453 15	1430	1465	1441,9	
sh1z	shz + 2 S	1435	-	1444	-	1448	1430	1465	1435,3	
f3z	RL stumpf	1372	-	-	-	1380	-	-	1368,3	
f2z	FS	1372	-	-	-	1380	-	-	1373,1	
shz	MP150	1435	-	1441	-	1443	1430	1465	1433,0	
lz	MP150	1396	1390	1398	1389	1400	-	-	1390,1	
hz	MP150	44	42	46	41	48	-	-	42,7	
Üshz	MP150, auf Hs aufl.	0	-13	13	-15	15	-	-	-11,0	

Abbildung 19: Auszug aus dem Weichenprüfblatt¹²

Die Sollspurweite „s“ von 1.435 mm überschritt bei den Werten „se2z“ und „se1z“ den Grenzwert, was als Entgleisungsfolge einzustufen war.

Die Messwerte „shz“, „lz“ und „hz“ lagen unterhalb des Sollwerts. Sie waren allerdings im zulässigen Bereich, wobei „lz“ mit 1.390,1 mm SR 100 (1.390) erreicht hatte.

Die Sollüberhöhung „ü“ betrug 0 mm. Der Messwert „üshz“ unterschritt diesen mit -11,0 mm deutlich und lag nur 2 bzw. 4 mm unter den jeweiligen zulässigen Grenzwerten.

Auch hier lagen relevante Messwerte deutlich unterhalb der Sollwerte aber noch innerhalb der zulässigen Toleranzen der Ril 821.2005.

Ultraschallprüfung (UT)

Am 18.05.2020 wurde am Herzstück der Weiche 12 bei der Regelinspektion gemäß Ril 821.2007 durch UT-Prüfung ein Ausbruch festgestellt. Es handelte sich hierbei um eine Flachstelle sowie einen Anriß an der Herzstückspitze, deren Instandsetzungsfrist bis 30.10.2020 eingetragen war. Eine Instandsetzung war bis zum Entgleisungstag nicht durchgeführt, da Flachstelle und Anriß im Rahmen der Unfalluntersuchung noch erkennbar waren. Weder Ausriss noch Anriß selbst hatten die Entgleisung ausgelöst oder begünstigt.

Inspektion der Gleisgeometrie

Gemäß den Vorgaben der Ril 821.2001 war die Gleislage bei sonstigen Hauptgleisen wie bei Nebengleisen zu inspizieren. Eine Pflicht zur Inspektion besteht nicht, über die Notwendigkeit

¹² Quelle: DB Netz AG bearbeitet durch BEU

Zugentgleisung, 05.09.2020, Bf Köln Eifeltor

entscheidet der Anlagenverantwortliche eigenverantwortlich nach dem Anlagenzustand. Hieraus begründet lag für die Weiche 12 keine Messung der Gleisgeometrie vor. Aufgrund der Entgleisungsspuren wurde deshalb von der BEU nach dem Ereignis eine Messung der Gleisgeometrie vom EIU eingefordert. Eine zeitnah durchgeföhrte unbelastete Messung mit dem System KRABBE lieferte keine brauchbaren Erkenntnisse. Diese sollten durch eine Messung unter Belastung erzielt werden. Die Messung erfolgte etliche Wochen nach der Entgleisung mit einer Stopfmaschine und wies keine für die Entgleisung relevanten Überschreitungen auf.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Weiche 12 im Bf Köln Eifeltor seit 1997 befahren wurde. Die Hartholzschwellen wiesen einen dem Alter entsprechenden biologischen Zerfall auf, waren aber insgesamt überwiegend noch intakt.

Eine kraftschlüssige Verspannung des KS-Oberbaus war nahezu durchgehend gegeben. Eine Ausnahme stellten zwei Rippenplatten zwischen den Messpunkten S 12 und S 13 im Stammgleis rechts dar. Diese waren in die Schwellen eingefahren und die zugehörigen vier Schwellenschrauben waren an dieser Stelle nicht kraftschlüssig verspannt.

Das Weichengestänge stammte bis auf die linke Zungenvorrichtung und den rechten Radlenker noch Original aus dem Einbaujahr (Thyssen 96 S54 R260) und befand sich insgesamt in einem normalen Gebrauchszustand. Lediglich der bogeninnere Strang im Abzweig wies Abweichungen im Schienenkopfquerprofil auf.

Die Schienen hier waren leicht platt gefahren bzw. verbreitert. Es konnten an den Weichenschienen keine Schienenfehler festgestellt werden. Da die Weiche 12 in einem sonstigen Hauptgleis lag, lagen für diese Anlage keine UT-Regelinspektionsergebnisse gemäß Ril 821.2007 vor.

Bei dem einfachen starren Herzstück (Thyssen 93 S54 R260) konnte an der Herzstückspitze im Stammgleis eine Materialabnutzung mit einem Querriss festgestellt werden. Beide Flügelschienen waren eingefahren, jedoch im Toleranzbereich.

Der Radlenker im Abzweig wurde am 24.01.2017 erneuert und zwischenzeitig wieder reguliert. Die Stützböcke 4, 5 und 6 waren leicht in die Schwellen eingefahren. In fünf Schwellenfeldern wurden auffällige Mengen an metallischen Abriebpartikeln vorgefunden.

Die Bettung sowie der Bettungsquerschnitt waren im ordnungsgemäßen Zustand. Augenscheinlich waren keine Unregelmäßigkeiten oder Schlammstellen vorhanden.

Die Weiche 12 lag in einem sonstigen Hauptgleis, sodass keine Messergebnisse der Gleisgeometrie nach 821.2001 vorlagen. Augenscheinlich waren keine relevanten Gleislagefehler erkennbar.

Bei der Auswertung der letzten Messergebnisse der Regelinspektionen nach 821.2005 konnten einzelne Überschreitungen von SR 100 Werten festgestellt werden.

Die letzte Weicheninspektion nach Ril 821.2005 wurde durch den Teamleiter am 17.12.2019 ohne Befund rückgemeldet.

Nach der Begutachtung vor Ort und der erfolgten Schadens-/Ursachenforschung konnten am Oberbau keine Mängel festgestellt werden, die als ursächlich für die Entgleisung einzustufen wären. Die bei der Weichenmessung insbesondere im Abzweig festgestellten Abweichungen vom Sollwert im Herzstück- und Radlenkerbereich könnten als begünstigend eingestuft werden. Die Spurweite „shz“ am Herzstück der Weiche 12 lag mit 1.433 mm unterhalb des Sollwerts. Die sich daraus ergebende Leitweite „lz“ lag bei 1.390,1 mm und die Rillenbreite „hz“ bei 42,7 mm. Die Intention dieser Einstellung war es, die bereits geschädigte Herzstückspitze zu entlasten. Durch diese zulässige Einstellung verringerte sich das Spiel des Rades am Radlenker, was an dieser Stelle im Zusammenwirken mit der Sollabweichung in der gegenseitigen Höhenlage von -11 mm bei „üshz“ zu höherem Verschleiß führte und durch die vor Ort vorgefundene Metallspäne untermauert wurde.

4.2.3 Untersuchung der LST

Hinsichtlich der LST-Anlagen lagen keine Hinweise auf Unregelmäßigkeiten oder Störungen vor. Arbeiten an den Signalanlagen wurden unmittelbar vor dem Ereignis nicht durchgeführt. Im Arbeits- und Störungsbuch des Fdl Enf waren zum Ereigniszeitpunkt keine offenen Einträge vorhanden. Die Einfahrt des GS 60711 erfolgte unter Bedienung des Esig B und ordnungsgemäß wirkender Fahrstraßenfestlegung in das Gleis 11. Der Zulassung dieser Zugfahrt gingen keine zählpflichtigen Bedienhandlungen voraus. Nach dem Ereignis trat eine Weichenstörung an den Weichen 13 und 14 auf. Diese war eine Folge der Entgleisung des Zuges.

4.3 Menschliche Faktoren

In diesem Kapitel werden Untersuchungserkenntnisse zu menschlichen Handlungen und/oder Entscheidungen am gefährlichen Ereignis beteiligter Personen dargestellt. Entsprechende Erkenntnisse können sich hierbei insbesondere im Bereich menschlicher und individueller Merkmale sowie organisatorischer und Arbeitsplatzfaktoren ergeben.

4.3.1 Qualifikation und Tauglichkeit Fdl

Der Fdl sowie der Ww waren im Besitz der für ihren Dienst auf den Stellwerken R3 und Enf notwendigen Qualifikationen. Die medizinische Eignung konnte seitens des EIU nachgewiesen werden.

4.3.2 Qualifikation und Tauglichkeit des Tf

Der Tf war im Besitz eines gültigen EU-Führerscheines, der am 19.12.2018 durch die Triebfahrzeugführerscheininstelle (TFS) des Eisenbahn-Bundesamtes ausgestellt worden war und bis zum 18.12.2028 gültig war.

Vom verantwortlichen EVU erhielt er eine Zusatzbescheinigung der Klassen A (Rangierfahrten) und B (Zugfahrten). Die Befähigung zum Führen von elektrischen Tfz war vermerkt. Für die BR 185 wurde die Prüfungsbescheinigungen zur Zusatzbescheinigung vorgelegt.

Durch den vom EVU vorgelegten Nachweis der Streckenkenntnis konnte die Streckenkenntnis des Tf für den Bf Köln Eifeltor nachgewiesen werden.

Die gesundheitliche Eignung gemäß Triebfahrzeugführerscheinverordnung (TfV) wurde durch eine Tauglichkeitsbescheinigung und eine Bescheinigung über die psychologische Eignungsuntersuchung seitens des EVU nachgewiesen.

Das EVU legte für das Jahr 2018 insgesamt fünf Nachweise über Trainings- und Weiterbildungsmaßnahmen vor. Nachweise über die letzten vier direkten und indirekten Überwachungen vor dem Ereignis wurden der BEU ebenfalls vorgelegt.

Auch der Schichtplan des Tf wurde vorgelegt. Mängel oder Verstöße gegen arbeitszeitliche Regeln waren nicht festzustellen.

Das EVU konnte die gesetzlich geforderten Nachweise zum Erfüllen der Voraussetzungen an Qualifikation und Tauglichkeit gemäß TfV zum Zeitpunkt des Ereignisses nachweisen.

4.3.3 Handlungen Stellwerkspersonal

Der Ww hätte die Zustimmung zur Rangierfahrt gemäß Ril 408.4813 Abschnitt 3 (1) d) primär mittels Signalbegriff Sh 1 geben müssen, statt dem Güterzug GS 60711 die mündliche Zustimmung zu erteilen. Zudem enthielt die mündliche Zustimmung des Ww nicht die konkrete Signalbezeichnung „Hs 11^{III}“.

Eine Rangiervereinbarung zwischen Tf und Ww wurde darüber hinaus nicht getroffen.

4.3.4 Handlungen Tf

Um die Folgen von menschlichen Fehlhandlungen zu minimieren, existieren im Eisenbahnbetrieb verschiedene Sicherheitseinrichtungen. Die PZB ist eine für den Zugfahrbetrieb wichtige Sicherheitseinrichtung. Mit ihr wird das Verhalten des Tf gegenüber der von außen einwirkenen Signalisierung in Bezug auf Geschwindigkeitseinschränkungen und Höchstgeschwindigkeiten punktuell überwacht und im Falle von Fehlhandlungen ggf. beeinflusst.

Nach den Regelungen der Ril 408.2651 Abschnitt 3 (1) muss ein Tf, dessen Zug infolge einer PZB-Zwangsbremsung zum Halten gekommen ist, sofort den Fdl verständigen um gemeinsam mit dem Fdl festzustellen, wo die Zwangsbremsung eingetreten ist. Dieses Gespräch unterließ der Tf.

4.4 Feedback- und Kontrollmechanismen

In diesem Kapitel wird insbesondere auf Bedingungen, Feedback- und Kontrollmechanismen im Eisenbahnsystem eingegangen, denen ein aktiver Einfluss auf die Entstehung ähnlicher Ereignisse zugeschrieben werden könnte. Diese Mechanismen schließen Faktoren des Risiko- und Sicherheitsmanagement sowie Überwachungsverfahren mit ein.

Gemäß § 4 Abs. 3 AEG sind Eisenbahnen verpflichtet, ihren Betrieb sicher zu führen, die Eisenbahninfrastruktur sicher zu bauen und in betriebssicherem Zustand zu halten. Gemäß § 2 Abs. 1 EBO müssen Bahnanlagen so beschaffen sein, dass sie den Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen. Diese Anforderungen gelten als erfüllt, wenn die Bahnanlagen den Vorschriften der EBO und, soweit diese keine ausdrücklichen Vorschriften enthält, anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Die inhaltlichen und sicherheitsrelevanten Regelungen der bei der DB Netz AG geltenden Richtlinien können anerkannte Regeln der Technik darstellen. Bezüglich der Durchführung von Zugfahrten, dem Übergang einer Zugfahrt in eine Rangierfahrt waren die einschlägigen Regelungen der Fahrdienstvorschrift, Ril 408.0488 Abschnitt 2 (1) b) durch den Fdl Enf und den Ww R3 zu beachten.

4.5 Frühere Ereignisse ähnlicher Art

Eine Abfrage der Unfalldatenbank der BEU ergab, dass keine vergleichbaren Ereignisse mit ähnlichen Rahmenbedingungen in der Vergangenheit bekannt wurden. Explizit sind keine Ereignisse erfasst, bei der die Drehbewegung eines Drehgestells durch Verschweißen der einzelnen Komponenten nicht mehr möglich war.

5 Schlussfolgerungen

Das folgende Kapitel enthält eine Zusammenfassung der ermittelten ursächlichen, beitragenden und systemischen Faktoren des Ereignisses. Zusätzlich sind zwei weitere Unterkapitel vorgesehen, um Informationen zu bereits ergriffenen Maßnahmen und zu zusätzlichen Bemerkungen zu teilen.

5.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Ursächlich für das Ereignis war eine Materialveränderung an den Drehpfannenkomponenten, vermutlich durch einen Stromdurchgang ausgelöst. Dieser ging einher mit einem massiven, lokal eingeschränkten, Wärmeeintrag. Dadurch wurden die Bauteile der Drehpfanne miteinander verschweißt. Trotz dieser Blockade, die die Ausdrehbewegung des Drehgestells verhinderte, war es durch das vorhandene Fahrwerkspiel noch möglich, dass das Fahrzeug auf geraden Strecken und in größeren Bogenradien ohne Auswirkungen fahren konnte.

Begünstigend für die Entgleisung wirkten die zulässige Trassierung aus Bogen und Gegenbogen sowie die eingestellten, noch im zulässigen Minusbereich liegenden, Toleranzwerte im Bereich Herzstück / Radlenker der Weiche 12. Durch den Verlust der Bewegungsfreiheit des DG am 23. Wagen und dem dadurch veränderten Anlaufwinkel erhöhten sich die Zwängungen bei Rad, Radlenker und Schiene während der Durchfahrt an dieser Stelle nochmals wesentlich.

Die Zwangsbremsung am 500 Hz-Magneten in Gleis 11 wirkte ebenfalls begünstigend auf das Ereignis ein, da der Wagen aufgrund der Blockade im Drehgestell die durch die Zwangsbremse einwirkenden Kräfte in der Weiche 12 nicht mehr aufnehmen konnte.

Die Kombination dieser drei Faktoren am Radlenker der Weiche 12 führte schlussendlich zur Entgleisung des 23. Wagens.

Bei dem vorliegenden Ereignis wurden aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse keine Verbesserungsmöglichkeiten an den Prozessen des SMS der beteiligten Eisenbahnunternehmen durch die BEU ermittelt. Für die Wagen der Gattung Sahmms-t, Bauart 710.1, sieht die DB Cargo AG als ECM einen Instandhaltungsplan vor. Für den betroffenen Wagen wurde der Nachweis über ein vorhandenes Instandhaltungsmanagement erbracht. Die planmäßigen Revisionen wurden durchgeführt, zuletzt am 09.05.2019. Der massive Energieeintrag, vermutlich durch Stromeinwirkung, ereignete sich in der zeitlichen Spanne zwischen diesem Werkstatthaftaufenthalt und dem Ereignisdatum und konnte nicht genau datiert werden.

5.2 Seit dem Ereignis getroffene Maßnahmen

Das Ereignis wurde DB intern an das Gremium für die Erstellung der Themen für das fachliche Training weitergegeben, um überregional auf den Zusammenhang von Auswirkungen an der Signalanlage und Zugfahrten hinzuweisen.

Seitens der DB Cargo AG wurde das Ereignis als Einzelfall bewertet. Ähnliche Schadbilder an Drehpfannenkomponenten wurden seitens der DB Cargo AG aus der jüngsten Vergangenheit nicht identifiziert.

5.3 Zusätzliche Bemerkungen

Die durchgeföhrten Untersuchungen lieferten keinen Beitrag zu diesem Punkt.

6 Sicherheitsempfehlungen

Sicherheitsempfehlungen wurden in Folge dieser Zugentgleisung vom 05.09.2020 im Bf Köln Eifeltor durch die BEU nicht ausgesprochen.