

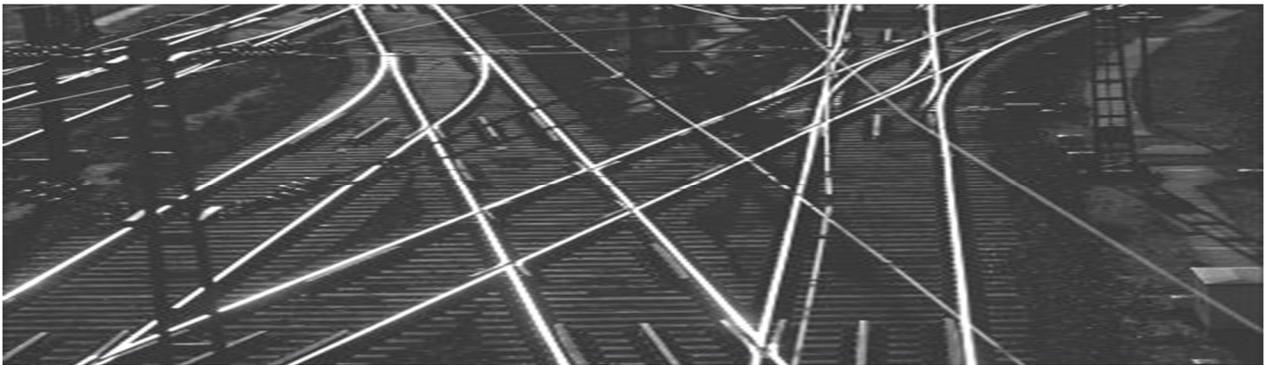


Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: 60uu2017-06/008-3323

Stand: 17.01.2022 Version: 1.0

Erstveröffentlichung: 26.01.2022



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugentgleisung
Datum:	15.06.2017
Zeit:	16:33 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Gaildorf West – Schwäbisch Hall-Hessental
Streckennummer:	4930
Kilometer:	53,409

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	7
3.4	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	7
4	Untersuchungsprotokoll	10
4.1	Zusammenfassung von Aussagen und Stellungnahmen.....	10
4.1.1	Stellungnahme des Triebfahrzeugführers (Tf) des EZ 51894	10
4.1.2	Stellungnahme des Fdl Schwäbisch Hall-Hessental	10
4.2	Notfallmanagement	11
4.3	Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur	12
4.3.1	Örtliche Untersuchung des Oberbaus an der Ereignisstelle	12

4.3.2	Untersuchung der Gleislage mittels Messfahrt.....	15
4.3.3	Untersuchung der Untergrundverhältnisse mittels Georadar	17
4.3.4	Untersuchung der Untergrundverhältnisse mittels Geoendoskopie.....	19
4.3.5	Entwässerungssituation im Entgleisungsbereich	20
4.3.6	Inspektion des Oberbaus.....	21
4.4	Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik	22
4.5	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers.....	23
4.6	Untersuchung der betrieblichen Abläufe der EVU.....	24
4.6.1	Auswertung der Elektronischen Fahrdatenregistrierung (EFR)	24
4.6.2	Qualifikation des Tf	26
4.7	Untersuchung von Fahrzeugen	27
4.7.1	Fahrzeuge	27
4.7.2	Simulation.....	27
5	Auswertung	29
5.1	Ereignisrekonstruktion	29
5.2	Bewertung und Schlussfolgerung.....	29
6	Bisher getroffene Maßnahmen.....	32
7	Sicherheitsempfehlungen	32

I. Änderungsverzeichnis:

Änderung	Stand

II. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Lageplan	5
Abbildung 2: Streckenbandskizze.....	6
Abbildung 3: Gleisverwerfung und Entgleisungsstelle.....	8
Abbildung 4: Entgleiste Wagen 28 und 29	9
Abbildung 5: Entgleister Wagen 27	9
Abbildung 6: Entgleisungsstelle	12
Abbildung 7: Entgleisungsspur rechter Schienenstrang im km 53,409	13
Abbildung 8: Feinkorn im Unterbau ab einer Tiefe von 25 cm ab OK Schienenkopf	15
Abbildung 9: Messschrieb belastete Messung.....	16
Abbildung 10: Grafisches Aufnahmeprotokoll der Georadarmessung.....	18
Abbildung 11: Wasseranteil unter dem Gleis	19
Abbildung 12: Rammsondierungen mit Geoendoskopie, km 53,500.....	20
Abbildung 13: Grafische Darstellung der EFR	26

III. Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Übersicht der äußeren Bedingungen	7
Tabelle 2: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe	7
Tabelle 3: Inspektionsintervalle	21
Tabelle 4: Auszug Wagenreihung.....	27

IV. Abkürzungsverzeichnis:

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Alv Fb	Anlagenverantwortlicher Fahrbahn
Alv KIB	Anlagenverantwortlicher Konstruktiver Ingenieurbau
Awanst	Ausweichanschlussstelle
BEU	Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung
BEVVG	Bundeseisenbahnverkehrsverwaltungsgesetz
Bf	Bahnhof
EBO	Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung
EFR	Elektronische Fahrdatenregistrierung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EU	Europäische Union
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Fdl	Fahrdienstleiter/Fahrdienstleiterin
GSM-R	Global System for Mobile Communications – Railway
IH	Instandhaltung
OK	Oberkante
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Ril	Richtlinie
Sbk	Selbstblocksignal
Stw	Stellwerk
Tf	Triebfahrzeugführer/Triebfahrzeugführerin
Tfz	Triebfahrzeug
VzG	Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten
ZAS	Zentrale Auswertestelle

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 werden eventuell erteilte Sicherheitsempfehlungen aufgeführt.

2.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 15.06.2017 entgleiste gegen 16:33 Uhr ein Wagen des Güterzuges EZ 51894 der DB Cargo AG zwischen den Betriebsstellen Gaildorf West und Schwäbisch Hall-Hessental in km 53,409.

2.2 Folgen

Personenschäden waren keine zu verzeichnen. Der entgleiste Wagen wurde im Zugverband ca. 4.500 m mitgezogen und kollidierte in Folge mit einer Schallschutzwand, worauf weitere Wagen entgleisten. Am Oberbau sowie an den signaltechnischen Anlagen entstanden erhebliche Sachschäden. Zudem wurden die entgleisten Wagen des Zuges teilweise schwer beschädigt.

2.3 Ursachen

Ursächlich für die Entgleisung des Wagens war eine Gleisverwerfung unter dem rollenden Rad aufgrund von Tragfähigkeitsproblemen im Gleisunterbau.

2.4 Sicherheitsempfehlungen

Es wurden keine neuen Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen. Es wurde bereits am 09.06.2013 die Sicherheitsempfehlung 02/2017 zu Entwässerungsanlagen abgegeben.

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 ggf. bei dem Ereignis verletzt und getöteten Personen sowie Art und Höhe der Folgeschäden benannt.

3.1 Lage und Beschreibung des Ereignisortes

Bei der Strecke von Gaildorf-West nach Schwäbisch Hall handelte es sich um eine eingleisige elektrifizierte Hauptbahn mit einer maximal zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit von 130 km/h und einem Bremswegabstand von 1.000 m. Die Strecke wurde im Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten (VzG) unter der Streckennummer 4930 geführt und war nicht Teil des Transeuropäischen Netzes. Sie war jedoch durch vertakteten Nah- und Güterzugverkehr stark belastet. Die Strecke war durchgehend mit der Punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB) als Zugsicherungssystem und dem digitalen Zugfunk Global System for Mobile Communications – Railway (GSM-R) ausgerüstet.

Die Entgleisungsstelle befand sich in einem ca. 10 km langen bogenreichen Abschnitt zwischen den Bahnhöfen Gaildorf West und Schwäbisch Hall-Hessental. Im Bereich der Entgleisungsstelle betrug die zulässige Streckengeschwindigkeit 100 km/h in Richtung und Gegenrichtung. Zwischen der Entgleisungsstelle und dem Standort des Zuges in km 58,26 (Zugspitze) befand sich die Ausweichanschlussstelle (Awanst) Wilhelmglück.

Die nachfolgende Abbildung zeigt einen Lageplan des betroffenen Streckenabschnittes mit den relevanten Bahnhöfen (Bf), der Entgleisungsstelle, der Fahrtrichtung und dem Standort des EZ 51894 nach dem Ereignis.

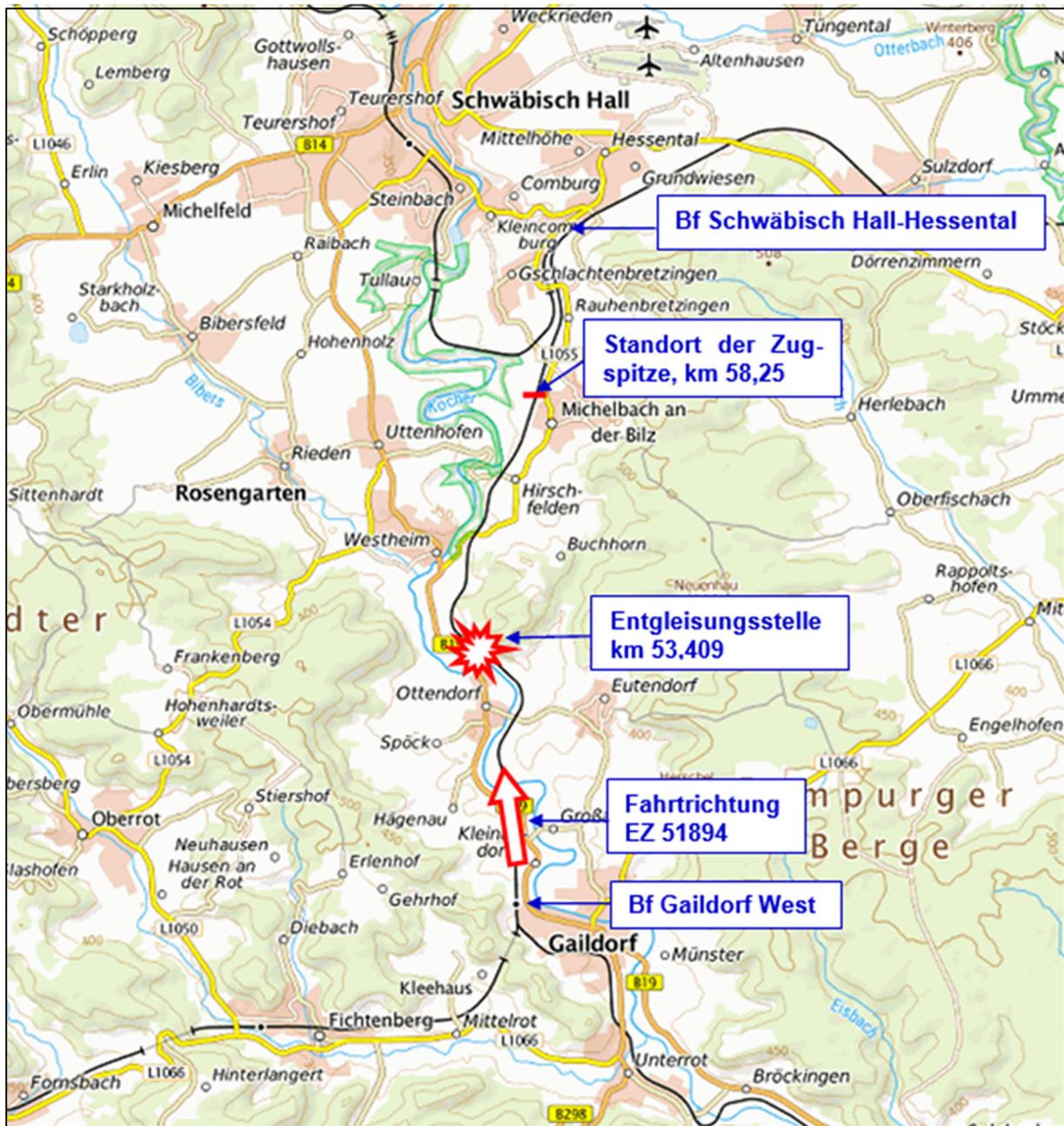


Abbildung 1: Lageplan¹

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Streckenbandskizze zwischen den Bf Gaildorf West und Schwäbisch Hall-Hessental mit den relevanten Fahrwegelementen und der Awanst Wilhelmsglück. Die Entgleisungsstelle ist rot eingekreist, der Laufweg des EZ 51894 ist von der Entgleisungsstelle bis zum Stillstand als roter Pfeil dargestellt.

¹ Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG [2017], bearbeitet durch BEU

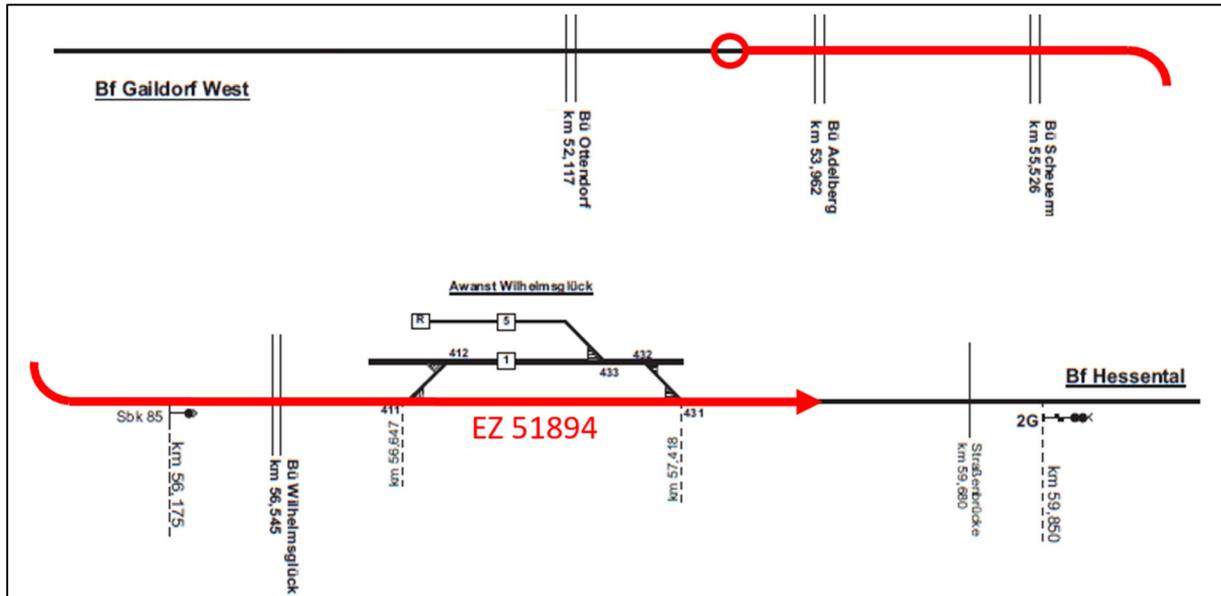


Abbildung 2: Streckenbandskizze²

3.2 Beteiligte und Mitwirkende

Am Ereignis waren folgende Stellen beteiligt:

- DB Netz AG, Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)
- DB Cargo AG, Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)

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

- DB Systemtechnik GmbH, Fahrzeuguntersuchung
- Zentrale Auswertestelle (ZAS) der DB AG
- Fa. Groundcontrol Geophysik und Consulting GmbH, München

Für das EIU lag eine Sicherheitsgenehmigung gemäß § 7c Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) des Eisenbahn-Bundesamtes vom 13.09.2016 vor.

Das EVU verfügte über eine Sicherheitsbescheinigung gemäß § 7a AEG des Eisenbahn-Bundesamtes vom 16.03.2016 und war damit zur Teilnahme am Eisenbahnbetrieb berechtigt.

² Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch BEU

3.3 Äußere Bedingungen

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschten folgende Bedingungen:

Lichtverhältnisse	Tageslicht
Sicht	klar
Bedeckung	sonnig
Temperaturen	27°C – 32°C
fallender Niederschlag	Nein
Niederschlagshäufigkeit	vereinzelt
Untergrund / gefallener Niederschlag	trocken

Tabelle 1: Übersicht der äußeren Bedingungen

An den Vortagen gab es starke örtliche Hitzegewitter mit ergiebigen Niederschlägen.

Feststellung zu den äußeren Bedingungen

Lfd. Nr. 1
Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschten hohe Temperaturen und an den Vortagen starke Hitzegewitter.

3.4 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Bei dem Ereignis wurden weder Personen verletzt noch getötet.

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

	geschätzte Kosten in Euro
Fahrzeuge	240.000
Infrastruktur	1.500.000
Dritte	k. A.
Gesamtschadenshöhe	1.740.000

Tabelle 2: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe

Die folgenden Abbildungen zeigen die Gleisverwerfung im Oberbau sowie die entgleisten Wagen mit deren Position im Wagenzug und rot markiert die Fahrtrichtung des EZ 51894.

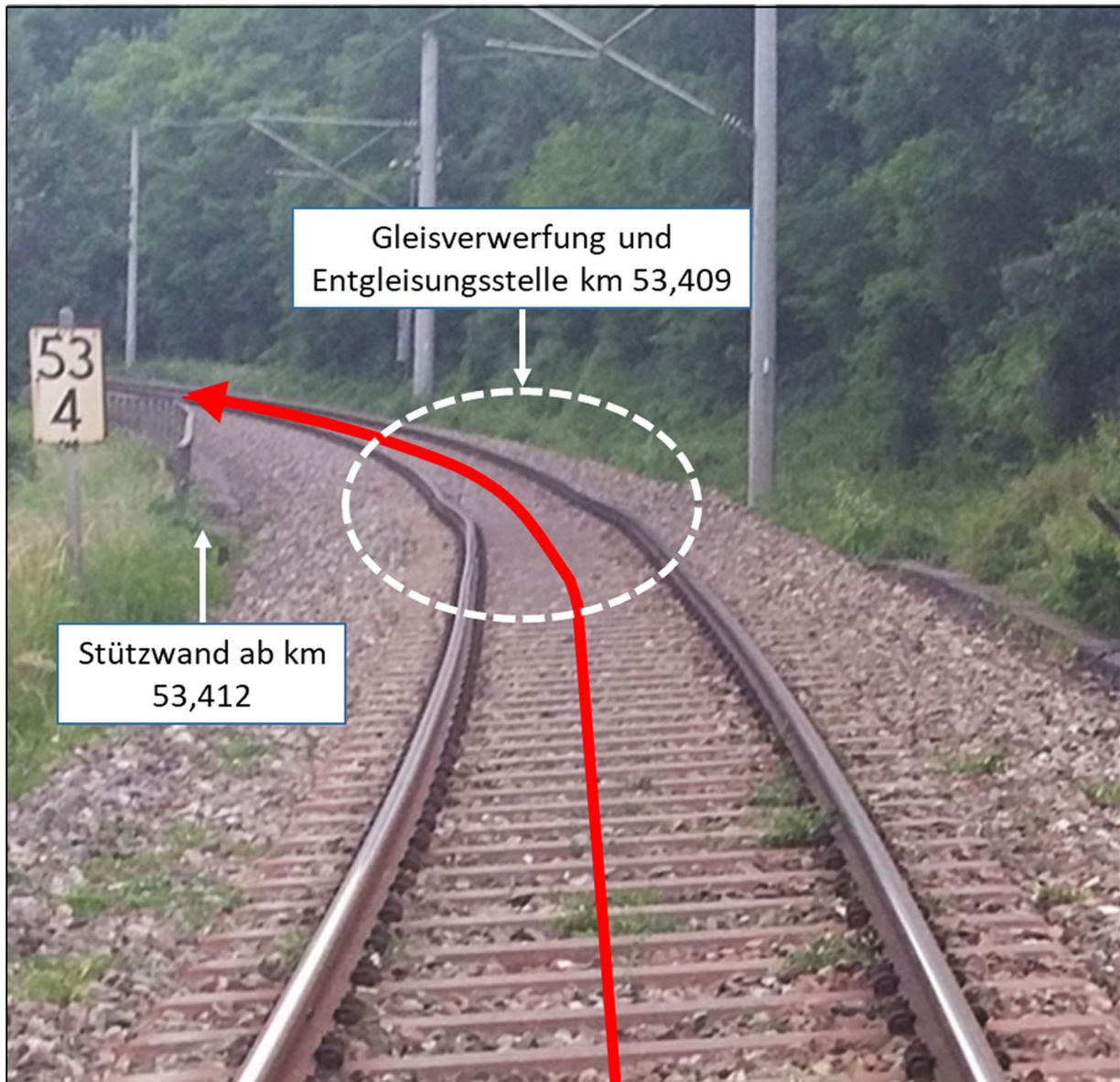


Abbildung 3: Gleisverwerfung und Entgleisungsstelle



Abbildung 4: Entgleiste Wagen 28 und 29



Abbildung 5: Entgleister Wagen 27

4 Untersuchungsprotokoll

In diesem Kapitel werden die ermittelten Ergebnisse zu einzelnen in Zusammenhang mit dem Ereignis stehenden Teilbereichen des Eisenbahnwesens dargestellt. Daneben werden auch die entsprechenden Schnittstellen sowie das Sicherheitsmanagement im betroffenen Bereich betrachtet. Die jeweilig relevanten Erkenntnisse werden fortlaufend aufgeführt.

4.1 Zusammenfassung von Aussagen und Stellungnahmen

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

4.1.1 Stellungnahme des Triebfahrzeugführers (Tf) des EZ 51894

Er habe den Zug 51894 in Kornwestheim übernommen. Besonderheiten im Laufverhalten des Zuges habe es nicht gegeben. Der Streckenverlauf von Gaildorf West sei zuerst in ein Gefälle und danach in eine anschließende Steigung in Richtung Selbstblocksignal (Sbk) 85 übergegangen. Es habe zu diesem Zeitpunkt keine Zerrungen im Zug gegeben. In Höhe der Awanst Wilhelmglück habe er die Leistung abgeschaltet, um die Geschwindigkeit seines Zuges von 100 km/h auf 80 km/h zu verringern. Nach der Leistungsabschaltung sei der Zug noch ca. 500 m gerollt. Plötzlich habe er anhand des Manometers der Hauptluftleitung einen Luftverlust in der Hauptluftleitung festgestellt. Anschließend sei der Zug nach einem sehr kurzen Bremsweg zum Stillstand gekommen. Wegen eines Funklochs habe er keinen Notruf absetzen können. Durch den Fahrdienstleiter (Fdl) Schwäbisch Hall-Hessental sei dann ein Anruf über das Mobiltelefon erfolgt und er habe ihn über den Luftverlust informiert. Nach dem Gespräch mit dem Fdl habe er die Ursache des Luftverlustes am Zug untersuchen wollen und dabei die Entgleisung festgestellt.

4.1.2 Stellungnahme des Fdl Schwäbisch Hall-Hessental

Er sei am 15.06.2017 in der Spätschicht von 13:55 Uhr bis 1:37 Uhr eingesetzt gewesen. Um 16:02 Uhr sei ihm vom Fdl Fichtenberg EZ 51894 angeboten und mit 16:27 Uhr abgemeldet worden. Kurz darauf habe er die Durchfahrt im Gleis 502 des Bf Gaildorf West für EZ 51894 eingestellt. Die Einfahrt in den Bahnhof sei um 16:30 Uhr erfolgt, die Ausfahrt um 16:31 Uhr. Um 16:38 Uhr habe ihm der Tf des EZ 51894 gemeldet, dass es am Zug zu einem Luftverlust gekommen sei und er nach der Ursache sehen wolle. Der Standort der Zugspitze sei in km 58,4

gewesen. Um 16:47 Uhr sei ihm durch die Notfalleitstelle gemeldet worden, dass mehrere Wagen entgleist seien. Daraufhin habe er sofort das Gleis Gaildorf West – Hessental gesperrt.

4.2 Notfallmanagement

Nach § 4 Abs. 3 AEG haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brand-schutzes 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.

Der Notfallmanager und die Bundespolizei wurden durch die Notfalleitstelle verständigt. Der Notfallmanager war zur vorgegebenen Zeit am Ereignisort.

Feststellungen zum Notfallmanagement

Lfd. Nr. 2
Unregelmäßigkeiten oder Verzögerungen in Bezug auf das Einleiten von Rettungsmaßnahmen wurden nicht festgestellt.

4.3 Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur

Aufgrund der Erkenntnisse zum Ereignishergang und der Sachverhaltsermittlung wurde die bautechnische Infrastruktur einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Die Entgleisungsstelle befand sich in Fahrtrichtung des Zuges in einem Linksbogen. Der relevante Streckenabschnitt lag in einer Steigung mit 10,46 ‰. Im Entgleisungsbereich war die Oberbauform KS 54-St-1587 eingebaut.

4.3.1 Örtliche Untersuchung des Oberbaus an der Ereignisstelle

Am 16. und 17.06.2017 fand durch Untersuchungsbeauftragte der BEU eine örtliche Begutachtung des Oberbaus statt.

Die Entgleisungsstelle des Zuges konnte anhand der Spurenlage auf den Kilometer km 53,409 eingemessen werden. Die Entgleisung erfolgte in Fahrtrichtung nach rechts (bogenaußen). Die Entgleisungsspuren befanden sich unmittelbar nach der deutlich sichtbaren Gleisverwerfung. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Bereich der Entgleisungsstelle.

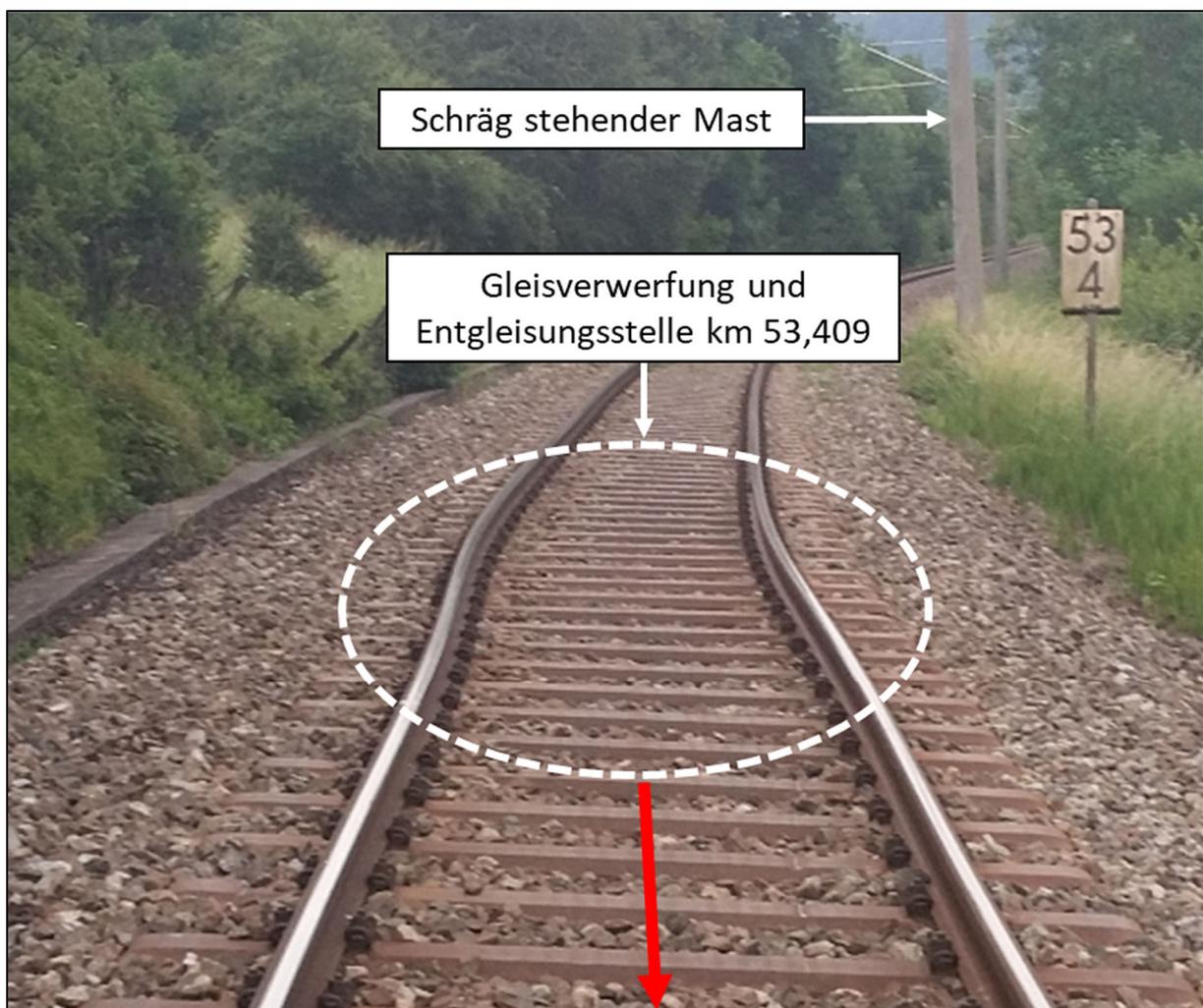


Abbildung 6: Entgleisungsstelle

In der Abbildung ist rot markiert die Fahrtrichtung des EZ 51894 zu sehen. Weiß eingekreist ist die Gleisverwerfung, an der es zur Entgleisung kam. Weiterhin ist ein Mast der Oberleitung zu sehen, welcher sich in Richtung des Gleises neigte.



Abbildung 7: Entgleisungspur rechter Schienenstrang im km 53,409

Die vorgefundene Radspur verlief nach dem Aufklettern in km 53,409 exakt 3,10 m auf dem rechten Schienenkopf, ehe sie in km 53,412 nach rechts abglitt und im nachfolgenden Klein-eisen beschädigte.

In Fahrtrichtung des Zuges fanden sich im weiteren Streckenverlauf bis zur Awanst Wilhelmsglück Entgleisungsspuren rechts am Gleis, die darauf hindeuten, dass der entgleiste Wagen 27 im Zugverband unbemerkt weiter mitgeführt wurde. Der Bahnübergang in km 56,545 sowie die danach folgende erste Einmündungsweiche 411 in km 56,647 der Awanst Wilhelmsglück zeigten deutliche Beschädigungen. Nach der ebenfalls beschädigten zweiten Einmündungsweiche 431 der Awanst fanden sich deutlich außerhalb des Lichtraumprofils befindliche Entgleisungsspuren rechts des Gleises. Es ist zu vermuten, dass ab hier auch der 28. Wagen aus der Spur gehoben wurde. Nach weiteren 130 m begann in km 57,55 rechts der Bahn eine Schallschutzwand. Durch den frontalen Aufprall des 28. Wagens auf die Stirnseite der Schallschutzwand wurde diese erheblich beschädigt. In Folge der Kollision kam es zur Zugtrennung zwischen dem 27. und dem 28. Wagen.

Bei der Gleisbegehung wurde zudem festgestellt, dass sich der unmittelbar vor der Entgleisungsstelle befindliche Oberleitungsmast 53/6 (km 53,380) stark zur Gleismitte neigte. Es war anzunehmen, dass das Mastfundament keine ausreichende Untergrundstabilität mehr aufwies. Weitere visuell erkennbare Spuren einer Gleislagestörung waren im Entgleisungsbereich nicht vorhanden. Aufschluss über mögliche Störstellen konnte folglich nur durch eine belastete Messung erfolgen.

Eine durch die BEU stichprobenhaft durchgeführte Schürfung im Schotter des Gleisbereiches im km 53,4 förderte bereits nach ca. 25 cm Tiefe ab Oberkante (OK) Schienenkopf einen mit bindigem Material verunreinigten Schotter zu Tage. Die nachfolgende Abbildung verdeutlicht diesen Sachverhalt.

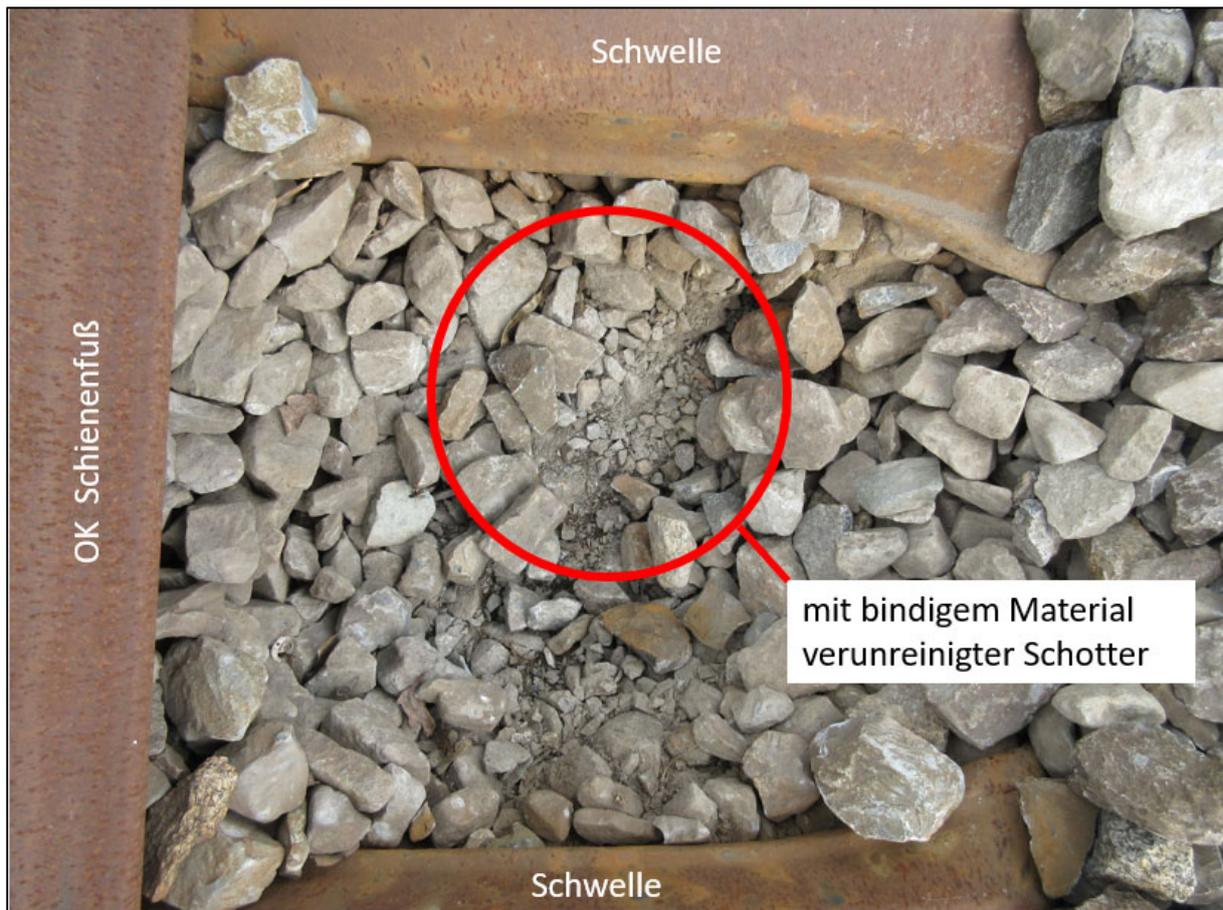


Abbildung 8: Feinkorn im Unterbau ab einer Tiefe von 25 cm ab OK Schienenkopf

Die Erkenntnisse der stichprobenhaften Schürfung forderten zwingend neben der belasteten Messung eine weitergehende Untersuchung der tieferen Schichten des Unterbaus.

Der Spannungszustand des Gleises wurde ebenfalls untersucht. Hierfür wurden die Niederschriften über den Spannungsausgleich lückenloser Gleise bewertet. Ein Spannungsausgleich erfolgte im Jahre 2014. Die Verspann-Temperatur lag mit 26°C (23°C+ 3°C) im hohen, aber zulässigen Temperaturbereich.

4.3.2 Untersuchung der Gleislage mittels Messfahrt

Am 19.06.2017 wurde von der DB Netz AG eine belastete Gleislagemessung mittels einer Stopmaschine des Typs 09-16/4S der Fa. Porr durchgeführt. Damit wurde der bei der örtlichen Untersuchung bereits visuell erkennbare Gleislagefehler messtechnisch aufgenommen. Die Messung erfolgte in aufsteigender Kilometrierung entsprechend der Fahrtrichtung der verunglückten Zugfahrt. Die Messfahrt konnte über die Gleisverwerfung hinweg durchgeführt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt in grafischer Form das Ergebnis der Messung. Alle relevanten Grenzwerte waren überschritten.

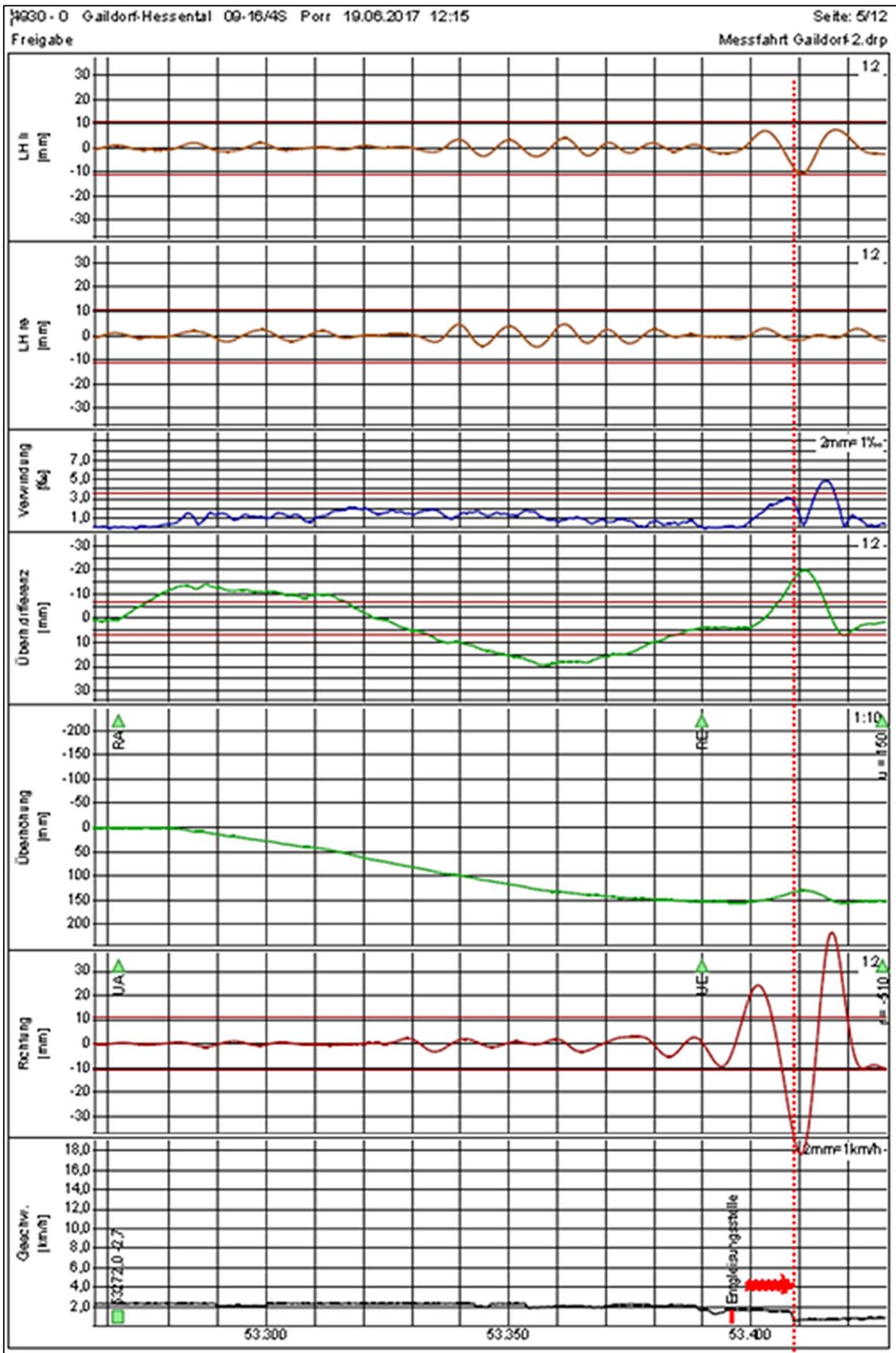


Abbildung 9: Messschrieb belastete Messung

4.3.3 Untersuchung der Untergrundverhältnisse mittels Georadar

Am 22.06.2017 fand die Untersuchung des Unterbaus mittels Georadar statt. Durch dieses System konnte der Unterbau zerstörungsfrei aufgenommen und befundet werden. Eingesetzt wurde hierfür ein Georadar der Fa. Groundcontrol. Bei dem Georadarverfahren handelt es sich um ein elektromagnetisches Reflexionsverfahren, bei dem über Sendeantennen elektromagnetische Impulse in den Boden abgestrahlt werden. Aus den reflektierten Wellen lassen sich oberflächennahe Strukturen erkunden und Rückschlüsse auf den Aufbau ziehen.

Die Antennen des Georadarsystems waren auf einem gleisgängigen Trolley montiert, der von Hand gezogen und mit Schrittgeschwindigkeit über das Gleis bewegt wurde. Aufgrund der verwendeten Sensortechnik in Verbindung mit der geringen Messgeschwindigkeit war die Qualität der registrierten Daten als sehr gut zu bezeichnen. Durch das integrierte Trigger-System erfolgten die Messungen ausschließlich in den Schwellenfächern. Somit konnten durch Schwellen verursachte Störsignale minimiert werden. Um zusätzliche Störeinflüsse durch die Schienen zu vermeiden, wurde der Abstand zwischen den Antennen und der Schotterbettung möglichst geringgehalten.

Die Auswertung der Messdaten des Georadars zeigte folgende Struktur des Unterbaus der Fahrbahn:

Die Schotterbettung hatte eine durchschnittliche Dicke ab OK Schwelle von 0,51 m. Die maximale ermittelte Dicke wurde mit 0,61 m und die minimale Dicke wurde mit 0,39 m ermittelt. Ein für die Gleisentwässerung signifikantes Quergefälle am Gleisplanum war nicht erkennbar. Unterhalb der Schotterbettung befand sich eine 0,20 m bis 0,30 m dicke Übergangsschicht. Der Unterbau war in einigen Sondierungen als Gipskeuper ermittelt worden und besaß eine bindige Beschaffenheit.

Die Unterkante des Gleisplanums war aufgrund der Durchmischung des Schotters mit Feianteilen aus den darunterliegenden Schichten bzw. dem Untergrund nicht überall exakt zu erkennen. Es wurde ein Verschmutzungsanteil in der Schotterbettung (Fouling-Index) von mehr als 40% ermittelt. Ab einem Fouling-Index > 40% gilt der Schotter als stark verunreinigt.

Der Übergang zwischen gering verunreinigtem Schotter und stark verunreinigtem Schotter befand sich in einer Tiefe von 0,25 m bis 0,30 m unter OK Schwelle. Die nachfolgende Abbildung zeigt mehrere große Schlammstellen im Entgleisungsbereich.

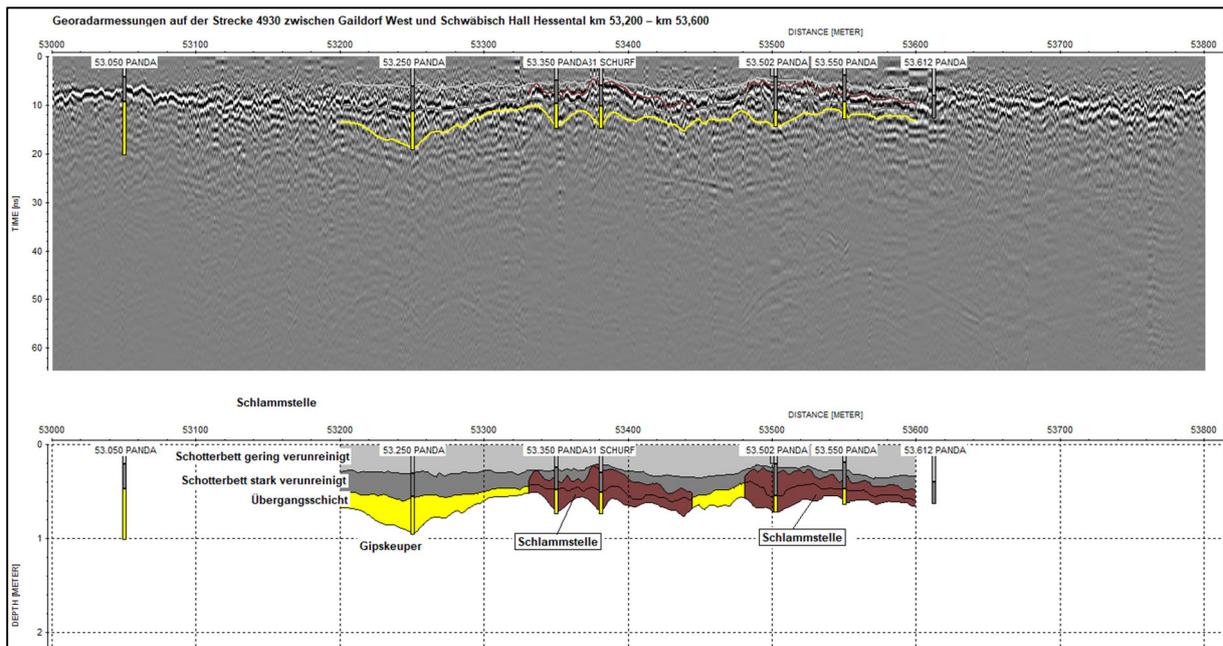


Abbildung 10: Grafisches Aufnahmeprotokoll der Georadarmessung³

Es war davon auszugehen, dass die Feianteile im Schotter hauptsächlich aus dem Unterbau stammten. Damit konnte im Untersuchungsabschnitt von einer unzureichenden Filterstabilität aller Schichten ausgegangen werden.

Im ausgewerteten Abschnitt wurden folgende Schlammstellen/Verlehmungsbereiche ermittelt:

- von km 53,330 bis km 53,445 (Entgleisungsstelle in km 53,409) und
- von km 53,480 bis km 53,600

Teilweise reichten die Schlammstellen bis an die Unterkante der Schwellen, was augenscheinlich nicht erkennbar war. Die Unterkante der Schotterbettung sowie der Übergangsschicht war teilweise stark unduliert, was auf inhomogene Tragfähigkeitsverhältnisse und häufige Stopftätigkeit schließen ließ.

Durch die Messungen mit dem Georadar konnten zusätzlich zum Schichtaufbau auch Aussagen zur Gleisentwässerung im Ereignisbereich getroffen werden. Die in der nachfolgenden Abbildung vorhandenen hellen orangefarbenen Abschnitte zeigten die eher trockenen Bereiche im Untergrund. Je dunkler eingefärbt ein Abschnitt vorlag (hier: blau und lila), desto höher war sein Feuchtigkeitsgehalt. Im größten Teil des Messbereiches war die Schotterbettung sowie die Übergangsschicht als feucht oder teilweise sogar als nass zu bezeichnen. Dies betraf vor

³ Quelle: Groundcontrol Geophysik und Consulting GmbH

allem die Bereiche zwischen km 53,330 und km 53,445 sowie zwischen km 53,480 und km 53,600, in denen ausgeprägte Schlammstellen vorhanden waren. In diesen Bereichen betrug der Feuchtigkeitsgehalt in der Schotterbettung und im Unterbau mehr als 20 Volumen-%.

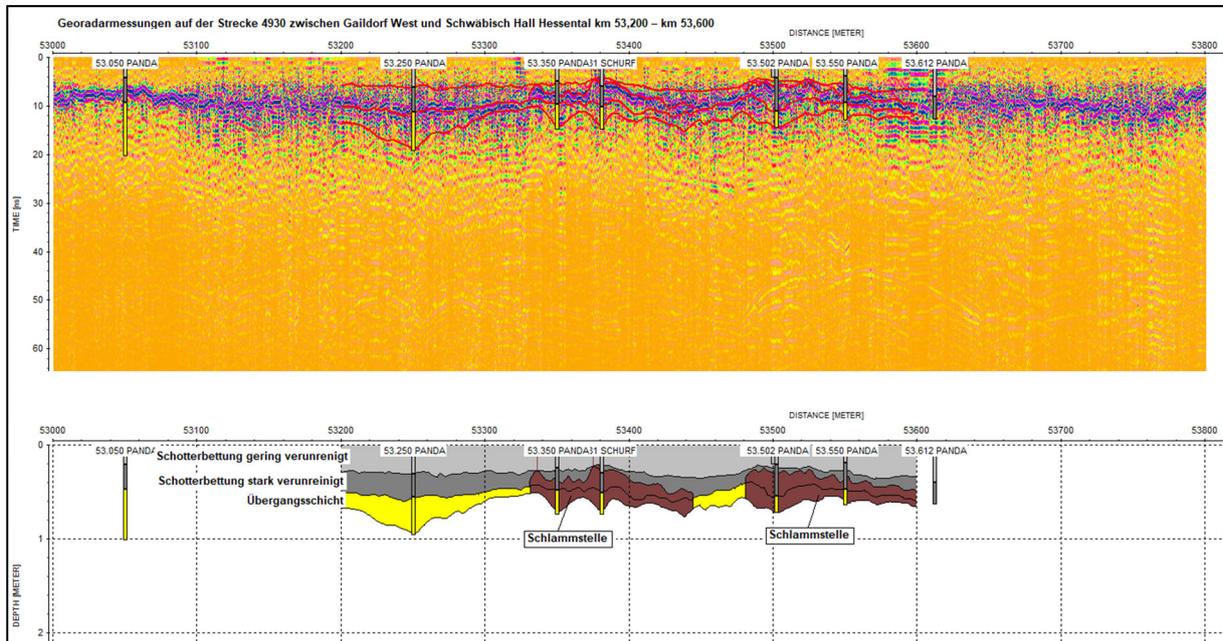


Abbildung 11: Wasseranteil unter dem Gleis⁴

4.3.4 Untersuchung der Untergrundverhältnisse mittels Geoendoskopie

Aufgrund der Erkenntnisse aus der Georadarmessung wurden am 30.06.2017 Baugrunduntersuchungen mittels Rammsondierung mit Geoendoskopie durchgeführt. Mit diesem Verfahren konnte der Schichtaufbau des Untergrunds mit einem eingeführten Endoskop punktuell ermittelt werden. In den Sondierungsberichten der BSG Infra wurde darauf hingewiesen, dass zum Zeitpunkt der Sondierungen Grund-/Schichtwasser sehr oberflächennah angetroffen wurde und teilweise bis an die OK der Schotterbettung reichte. Dies deutete darauf hin, dass das gesamte Gleis zumindest zeitweise gänzlich unter Wasser stand. Die nachfolgende Abbildung zeigt dies zweifelsfrei.

⁴ Quelle: Groundcontrol Geophysik und Consulting GmbH

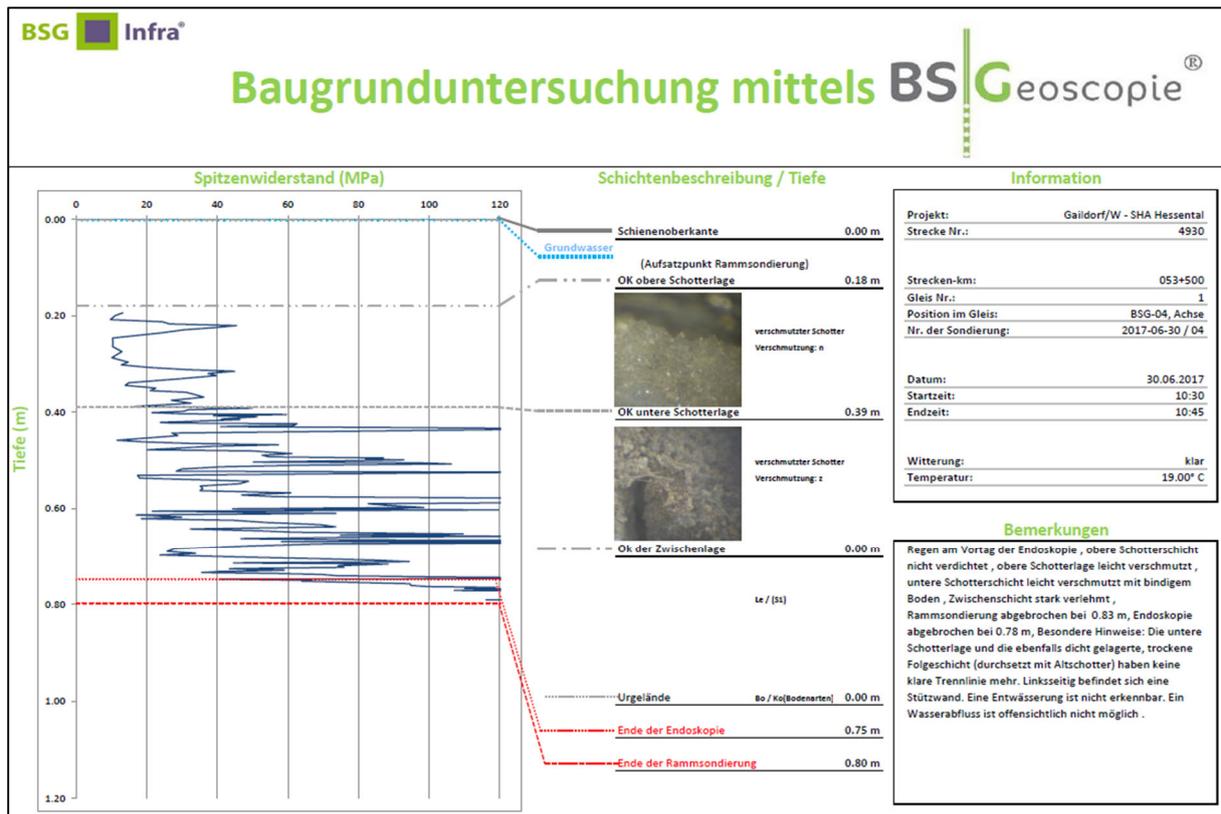


Abbildung 12: Rammsondierungen mit Geoendoskopie km 53,500⁵

Es wurde zudem festgestellt, dass eine linksseitig der Bahn befindliche Stützwand das Hangwasser im Gleis staute und im Zusammenspiel mit dem gering durchlässigen Gipskeuper eine problematische Gleisentwässerungs- und Tragfähigkeitssituation verursacht wurde.

Aufgrund der begrenzten Erkundungstiefe der Sondierungen konnte der Untergrund lediglich bei km 53,350 aufgeschlossen werden. Er stand dort ab einer Tiefe von ca. 0,70 m unter Schwellenoberkante an und wurde als Gipskeuper angesprochen. Durch den hohen Wassergehalt besaß der Gipskeuper eine breiige Konsistenz und war nur mangelhaft tragfähig. Da die darüber liegenden Schichten (Übergangsschicht und Schotterbettung) ebenfalls einen sehr hohen Wassergehalt aufwiesen und teilweise sogar gesättigt waren, kann davon ausgegangen werden, dass der Unterbau und der Untergrund nur gering wasserdurchlässig bis wasserstauend waren.

4.3.5 Entwässerungssituation im Entgleisungsbereich

Ab km 53,412 befand sich eine Stützwand in Fahrtrichtung links der Bahn. Dieses Bauwerk der DB Netz AG war nach den Bestimmungen der Ril 836 zu planen, bauen und instand zu halten.

⁵ Quelle: BSG Infra über Groundcontrol Geophysik und Consulting GmbH

Die Feststellungen aus den Untersuchungen des Unterbaus begründeten eine Begutachtung der Wirksamkeit der Wasserableitung des Gleisbereiches in Höhe der Stützwand. Nach Angaben der DB Netz AG besaß diese keine eigene Entwässerungsanlage. Die Prüfung eines Betonrohres zur Entwässerung des Grabens rechts der Bahn ergab, dass ca. 2,00 m vor dem Auslauf eine Verstopfung vorhanden war. Eine wirksame Entwässerung war dadurch nicht mehr gegeben. Auf Nachfrage bestätigte die DB Netz AG, dass für die Entwässerung der Stützwand kein Entwässerungsheft vorlag. Nachweise zu regelmäßigen Inspektionen der Entwässerungsleitung konnten entsprechend vom Anlagenverantwortlichen Konstruktiver Ingenieurbau (Alv KIB) nicht vorgelegt werden.

4.3.6 Inspektion des Oberbaus

Gemäß Ril 821 wurden die Gleise mehrmals pro Jahr überwacht. Folgende Inspektionen wurden für den Ereignisstreckenabschnitt im SAP-System hinterlegt:

	Inspektionsart	Ril	Turnus/Inspektionsabstand
I70	Inspektion Gleisbegehung	821.1000 und 821.2003	4 Monate Februar / Juni / Oktober
I72	Inspektion Streckenbefahrung und Streckenbegehung ohne verkehrliche Nutzung	821.2004	4 Monate Februar / Juni / Oktober
I75	Gleisgeometriemessung und Begleitfahrt Alv Fb	821.2001	6 Monate März / September
I77	Auswertung des Prüfberichtes des Schienenprüfzuges durch den Alv Fb	821.2007	6 Monate März / September

Tabelle 3: Inspektionsintervalle

Hinweise auf fehlende oder nicht fristgerecht durchgeführte Inspektionen lagen nicht vor. Bei der letzten durchgeführten Inspektionsart I75 am 15.03.2017 wurden bei Messfahrten Auffälligkeiten in der Gleislage dokumentiert und umgehend beseitigt. Entsprechend den Erkenntnissen im Gutachten der Fa. Groundcontrol zur Untergrundbeschaffenheit wurde ersichtlich, dass diese Mängelbeseitigung nicht nachhaltig gelöst wurde. Durch die Vielzahl der Stopfungen wurden Schottersäcke produziert, welche die Tragfähigkeit und Stabilität des Gleises heruntersetzten. Diese waren im Radargramm als Schlammstelle sichtbar.

Feststellung zur bautechnischen Infrastruktur

Lfd. Nr. 3

Die Entgleisungsstelle lag unmittelbar in einer Gleisverwerfung im km 53,409.

Die messtechnische Dokumentation der Gleisverwerfung zeigte bei der belasteten Messung eine Überschreitung der zulässigen Grenzwerte.

Die Georadar- und endoskopischen Untersuchungen zeigten starke Schotterverunreinigungen, Schlammstellen und Stauwasser.

Die Tragfähigkeit des Unterbaus im Entgleisungsbereich war erheblich reduziert.

Die fehlende Entwässerung des linksseitigen Stützbauwerkes und die im Untergrund vorgefundenen wasserundurchlässigen Schichten bewirkten eine Stauung des anfallenden Wassers im Bereich der Entgleisungsstelle.

Eine Inspektion der Entwässerung der Stützwand wurde durch den Alv KIB nicht vorgenommen.

Ein Entwässerungsheft für die Stützwand gemäß Ril 836 wurde nicht geführt.

Die Inspektionsintervalle nach Ril 821 sowie die Instandsetzungsmaßnahmen der ermittelten Gleislagefehler wurden fristgerecht durchgeführt.

Die gewählten Verfahren zur Beseitigung der Gleislagefehler waren nicht geeignet diese Oberbaumängel nachhaltig und sicher zu beseitigen.

4.4 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Bei dem Stellwerk (Stw) Schwäbisch Hall-Hessental handelte es sich um ein Zentralstellwerk der Bauart Lorenz Sp Dr L60. Von hier aus wurde der Bf Schwäbisch Hall-Hessental ortsgestellt und u. a. der Bf Gaildorf West ferngesteuert. Der vom Ereignis betroffene Streckenabschnitt befand sich somit ausschließlich im Stellbereich des Stw Schwäbisch Hall-Hessental. Der Streckenabschnitt war mit einem Streckenblock der Bauform L60 ausgerüstet. Zwischen den Bf befanden sich mehrere fernüberwachte Bahnübergänge, das Sbk 85 in km 56,175 und die Awanst Wilhelmglück in km 56,7. Im relevanten Zeitraum funktionierten alle signaltechnischen Einrichtungen ordnungsgemäß und störungsfrei.

Die örtlich zuständige Zentralschaltstelle Karlsruhe hatte keinen Kurzschluss im Ereigniszeitraum registriert. Die Oberleitungsanlagen waren nicht beeinträchtigt.

Aufgrund der Erkenntnisse zum Ereignishergang und der Sachverhaltsermittlung konnte auf weiterführende Untersuchungen der signaltechnischen Anlagen verzichtet werden.

Feststellung zur Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Lfd. Nr. 4
Die Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik ergab keine Hinweise auf etwaige Unregelmäßigkeiten.

4.5 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

Der zuständige Fdl für den relevanten Streckenabschnitt und die begrenzenden Bf Gaildorf West und Schwäbisch Hall-Hessental hatte seinen Arbeitsplatz im Zentralstellwerk in Schwäbisch Hall-Hessental. Für den relevanten Zeitraum wurden keine Hilfsbedienungen im Stellbereich des Sp Dr L60 vorgenommen. Ereignisrelevante Einträge im Arbeits- und Störungsbuch waren nicht vorhanden.

Die Ausfahrt des EZ 51894 aus dem Bf Gaildorf West erfolgte mit Fahrtstellung des Ausfahrtsignals N 502. Gemäß den Daten des Zugnummerndruckers durchfuhr EZ 51894 um 16:31 Uhr den Bf Gaildorf West und belegte den ersten Blockabschnitt der freien Strecke. Um 16:36 Uhr fuhr der Zug am Sbk 85 vorbei und belegte den zweiten Blockabschnitt der freien Strecke. Der Halt des Zuges wurde dem Fdl um 16:45 Uhr vom Tf gemeldet. Die Sperrung des Streckengleises erfolgte nachweislich um 16:47 Uhr.

Auf weitergehende Untersuchungen der betrieblichen Handlungen des EIU konnte verzichtet werden, da sich keine Anhaltspunkte auf etwaige Unregelmäßigkeiten im Zusammenhang mit dem Ereignis ergaben.

Feststellung zur Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

Lfd. Nr. 5
Die betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers hatten keinen Einfluss auf das Ereignis.

4.6 Untersuchung der betrieblichen Abläufe der EVU

Der EZ 51894 des EVU DB Cargo AG sollte von Mannheim Rbf nach Nürnberg Rbf verkehren. Der Wagenzug war aus insgesamt 34 Wagen mit einer Gesamtlänge von 524 m gebildet. Davon waren sieben beladen und 27 unbeladen, das Wagenzuggewicht betrug 1.015 t. Der Zug wurde in der Bremsstellung „P“ gefahren. Zum Ereigniszeitpunkt waren die Bremsen aller Fahrzeuge im Zug eingeschaltet und die vorhandenen Bremshundertstel übertrafen die vom Fahrplan geforderten Mindestbremshundertstel.

Gemäß Fahrplananordnung 70841-SW-DB-Cargo-QS vom 26.05.2017 wurde der Zug abweichend vom Regelweg über Kornwestheim Rbf und die Strecke 4930 geleitet. Die fahrplanmäßige Höchstgeschwindigkeit des Zuges betrug 100 km/h.

4.6.1 Auswertung der Elektronischen Fahrdatenregistrierung (EFR)

Die Auswertung der EFR-Daten des führenden Triebfahrzeuges (Tfz) 91 80 6185 188-0 der DB Cargo AG erfolgte durch die ZAS Nürnberg. Das Tfz war mit dem Zugsicherungssystem PZB 90 der Bauform EBICAB 2000 DES ausgerüstet. Die Zugfahrt erfolgte mit dem Führerstand 1 voraus. Am Datensteller war die Bremsart 4 und 80 Bremshundertstel (mittlere Zugart) eingegeben. Das PZB-Fahrzeuggerät war eingeschaltet und zeichnete die Fahrdaten fehlerfrei und vollständig auf. Die zulässigen Geschwindigkeiten wurden im betrachteten Zeitraum nicht überschritten. Die interne Wegeaufzeichnung wurde auf die Streckenkilometrierung (Bezug: Standort der Zugspitze nach Zugtrennung = km 58,250) normiert.

Nach einem Betriebshalt in Fichtenberg wurde EZ 51894 bis auf eine Geschwindigkeit von ca. 94 km/h beschleunigt. Der Zug durchfuhr den Bf Gaildorf West um 16:31 Uhr ohne Beeinflussungen mit ca. 92 km/h. Im weiteren Fahrtverlauf wurde ebenfalls keine Beeinflussung registriert.

Die Entgleisungsstelle in km 53,409 durchfuhr das führende Tfz mit einer Geschwindigkeit von 92 km/h, anschließend sank die Geschwindigkeit auf 90 km/h ab. Die errechnete Entgleisung des 27. Wagens des EZ 51894 war unter Berücksichtigung der Zuglänge um 16:33:58 Uhr bei einer Geschwindigkeit von ca. 90 km/h erfolgt. Ab km 54,000 beschleunigte der Tf den Zug wieder. Bei einer Geschwindigkeit von ca. 97 km/h begann ab km 57,382, nach dem Passieren der Einmündungsweiche 411 der Awanst Wilhelmglück durch den entgleisten 27. Wagen, eine Geschwindigkeitsreduzierung bis zum Stillstand. Die Fahrtaufzeichnung ergab einen Bremsweg ab Beginn der Geschwindigkeitsreduzierung bis zum Fahrzeugstillstand von 868 m

innerhalb einer Zeit von 46 s. Um 16:36:57 Uhr (DSK-Zeit) wurde in der EFR der Stillstand des Tfz registriert.

Der Zeitpunkt der Zugtrennung war aus der Fahrtaufzeichnung nicht unmittelbar zu belegen. Die Bremskurve zeigte ca. 291 m bei 80 km/h vor dem Stillstand des Zuges einen erkennbaren Knick. Zu diesem Zeitpunkt befand sich der entgleiste 27. Wagen in etwa in Höhe des Beginns der Schallschutzwand. Es kann davon ausgegangen werden, dass zum Zeitpunkt 16:36:34 Uhr ca. 23 s vor Stillstand des Zuges die Zugtrennung erfolgte.

Die Einleitung einer Schnellbremsung durch den Tf oder ein größerer Luftverlust in der Hauptluftleitung als Folge der Zugtrennung war in der Fahrtenregistrierung nicht nachzuweisen. Die Spur „L“ war durchgehend bis zum Stillstand des Zuges gezeichnet. Der Wechsel von „L“ nach „0“ erfolgte bei einem Hauptluftleitungsdruck von $<2,2$ bar erst nach dem Stillstand des Zuges. Die Hauptluftleitung war trotz der Zugtrennung zunächst nicht vollständig entlüftet.

Der Fahrtverlauf für den untersuchten Fahrtabschnitt ist in der nachfolgenden grafischen Darstellung der EFR ersichtlich.

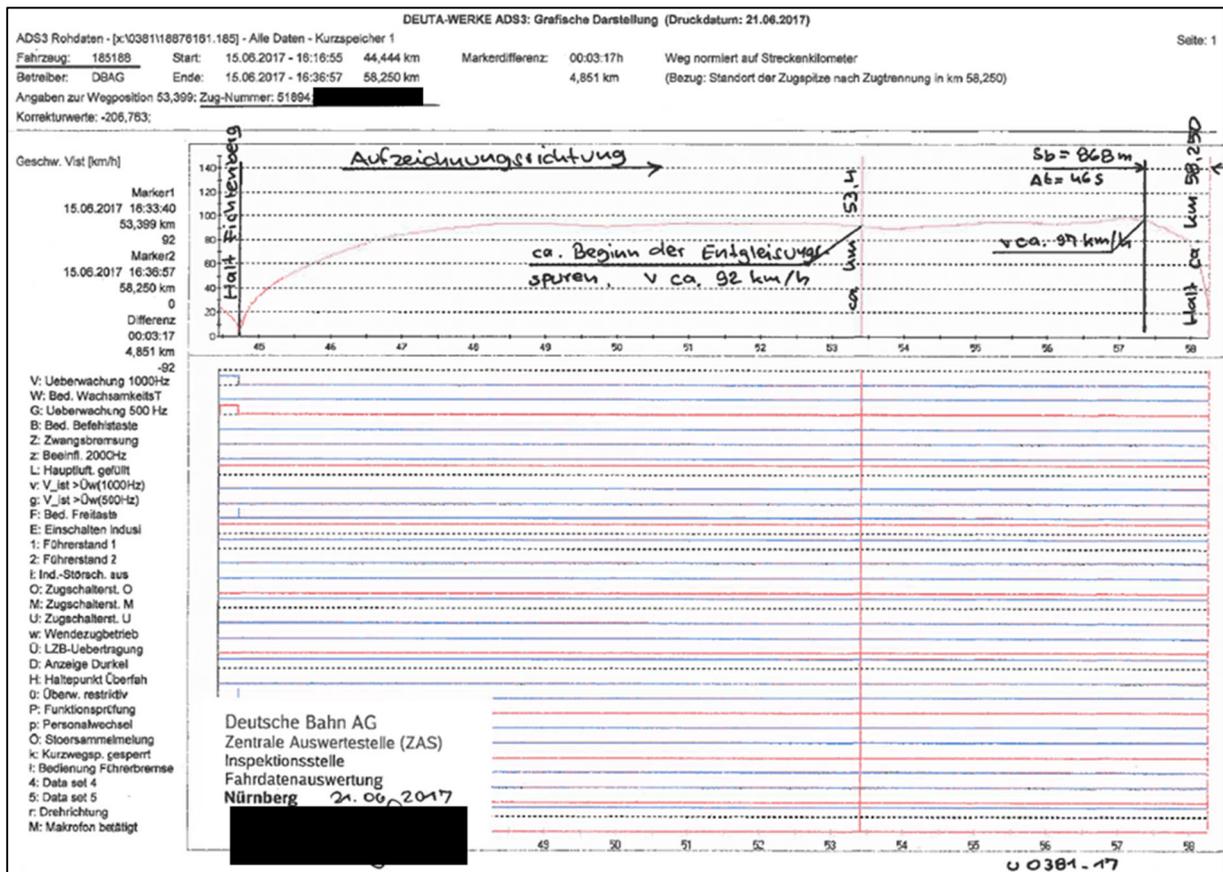


Abbildung 13: Grafische Darstellung der EFR⁶

4.6.2 Qualifikation des Tf

Der Tf war Betriebsbeamter gemäß § 47 Abs. 1 Nr. 9 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO). Er war im Besitz eines gültigen Eisenbahnfahrzeugführerscheines nach VDV-Richtlinie 753 sowie eines Beiblattes. Dies berechtigte den Tf Zugfahrten mit elektrischen Tzf für die DB Cargo AG durchzuführen. Ein gültiger Streckenkundenachweis konnte ebenfalls vorgelegt werden. Alle erforderlichen Qualifikationen waren vorhanden. Die Anforderungen nach § 54 EBO waren somit erfüllt.

Feststellung zur Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU

Lfd. Nr. 6
Die Überprüfung der betrieblichen Abläufe des EVU ergab keine Hinweise auf Mängel oder andere Auffälligkeiten.
Die Hauptluftleitung war trotz Zugtrennung nicht vollständig entlüftet.

⁶ Quelle: DB Cargo AG, ZAS Nürnberg, bearbeitet durch BEU

4.7 Untersuchung von Fahrzeugen

Bei den beförderten Wagen des EZ 51894 handelte es sich um mehrere verschiedene Wagentypen. Als führendes Fahrzeug war das elektrische Tzf der Baureihe 185 mit der Fahrzeugnummer 91 80 6 185 188-0 eingesetzt.

4.7.1 Fahrzeuge

Die Wagen mit den Reihungsnummern 27 bis 29 der Wagenliste waren von der Entgleisung betroffen. Ergänzend wurden die vor- und nachfolgenden Wagen 26 und 30 mit in die nähere Untersuchung einbezogen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Wagengattungen, die Anzahl der Achsen, die Wagennummern und den Zustand nach dem Ereignis. Alle in der Tabelle aufgeführten Wagen waren unbeladen.

Position im Wagenzug	Wagengattung, Anzahl der Achsen	Wagennummer	Zustand
26	Zacens, 4-achsig	37 80 7931 944-8	nicht entgleist
27	Habiins, 4-achsig	83 80 2745 325-0	beide Drehgestelle entgleist
28	Hbbins, 2-achsig	21 80 2470 314-0	beide Achsen entgleist (Aufprall auf Schallschutzwand)
29	Shimmns, 4-achsig	31 81 4674 080-4	beide Drehgestelle entgleist
30	Shimmns, 4-achsig	31 81 4674 130-7	nicht entgleist

Tabelle 4: Auszug Wagenreihung

Die Fachabteilung Fahrwerke der DB Systemtechnik GmbH wurde damit beauftragt, die in der Tabelle aufgelisteten Fahrzeuge zu untersuchen. Ein besonderer Fokus lag dabei auf dem Wagen 27. Die Laufwerksschäden am zweiten Drehgestell lassen darauf schließen, dass es sich um den zuerst entgleisten Wagen handelte. Bei dieser eingehenden Untersuchung wurden keine Schäden an diesem und den Wagen mit den laufenden Reihungsnummern 26 bis 30 festgestellt, die für die Entgleisung ursächlich gewesen sein konnten. Alle feststellbaren Schäden waren Folgeschäden der Entgleisung.

4.7.2 Simulation

Da bei der Fahrzeuguntersuchung durch die DB Systemtechnik GmbH keine Schäden festgestellt wurden, die zu einer Entgleisung geführt haben konnten, wurden Simulationsrechnungen durchgeführt. Die Simulation wurde mit der Mehrkörpersimulations-Software SIMPACK

in der Version 2018x.1 durchgeführt. Die Gleisdaten für die Simulation stammten aus der RAILab-Messung vor dem Ereignis vom 15.03.2017 sowie aus der belasteten Messung am 19.06.2017 nach dem Ereignis.

Die Simulationsrechnungen zeigten, dass es aufgrund der lateralen Gleislagefehler im Bereich der Entgleisungsstelle bei allen Variantenrechnungen mit den Messwerten der Gleisdaten zu einer Überschreitung der fahrtechnischen Grenzwerte nach EN 14363 (Bahnanwendungen - Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen - Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche) für den Entgleisungskoeffizienten und die Radanhebung gekommen war. Der dritte Radsatz des Wagens 27 wies bei km 53,407 rechnerisch eine Überschreitung des Grenzwertes für die Radanhebung auf. Durch die Variation von Ausdrehmomenten und Reibwerten im Rahmen von Variantenrechnungen änderte sich lediglich der Entgleisungsverlauf. Die Kontrollrechnung ohne Gleislagefehler ergab keine Überschreitung der Grenzwerte.

Feststellung zur Untersuchung der Fahrzeuge

Lfd. Nr. 7

An den untersuchten Fahrzeugen wurde kein Mangel festgestellt, der zu einer Entgleisung führte.

Die Simulationsrechnungen bei allen Variantenrechnungen mit Gleislagefehler führte zu Überschreitungen der fahrtechnischen Grenzwerte und zu Radanhebungen.

Die Kontrollrechnung ohne Gleislagefehler führte nicht zu einer Überschreitung der fahrtechnischen Grenzwerte.

In allen Simulationsrechnungen offenbarte sich der Gleislagefehler als ursächlich für die Entgleisung.

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

Aufgrund einer Fahrplananordnung verkehrte EZ 51894 am Ereignistag außerplanmäßig u. a. über den Streckenabschnitt Gaildorf West – Schwäbisch Hall-Hessental. Der Zug passierte den Bf Gaildorf West um 16:31 Uhr. Im weiteren Verlauf entgleiste gegen 16:33 Uhr das nachlaufende Drehgestell des 27. Wagens bei ca. 90 km/h in einem Linksbogen in km 53,409 mit beiden Achsen in einer unter dem fahrenden Zug entstandenen Gleisverwerfung in Fahrtrichtung nach rechts. Die Entgleisung blieb vom Tf unbemerkt. Der entgleiste Wagen wurde im Zugverband mitgezogen und beschädigte dabei über einen längeren Abschnitt den Oberbau. Um 16:36 Uhr fuhr EZ 51894 am Sbk 85 der Awanst Wilhelmsglück vorbei. Auf der stumpf befahrenen Anschlussweiche 431 der Awanst Wilhelmsglück, wurde das entgleiste Drehgestell in Fahrtrichtung rechts weiter aus der Spur gedrückt. Daraufhin entgleiste der zweiachsige 28. Wagen ebenfalls. In Folge reduzierte sich die Geschwindigkeit des Zuges geringfügig. In km 57,55 kollidierte der 28. Wagen gegen 16:36 Uhr mit der rechts am Gleis beginnenden Schallschutzwand und wurde vollends nach rechts abgedrängt. Bei dem Aufprall wurde der Zug zwischen dem 27. und 28. Wagen getrennt. Der nachfolgende 29. Wagen entgleiste ebenfalls. Durch die Zugtrennung kam es zu einem Luftverlust in der Hauptluftleitung mit einer Bremsung, welche der Tf bemerkte. Nach ca. 290 m kam der vordere Zugteil ca. 4.840 m nach der ermittelten Entgleisungsstelle mit der Zugspitze in km 58,25 zum Stillstand.

Der Tf verständigte um 16:45 Uhr den zuständigen FdI Schwäbisch Hall-Hessental, dass er wegen Luftverlust zum Halten gekommen sei. Bei der Überprüfung seines Zuges stellte der Tf die Zugtrennung und die Entgleisung der Wagen fest.

5.2 Bewertung und Schlussfolgerung

Ursächlich für die Entgleisung war eine unter dem rollenden Rad entstandene Gleisverwerfung. Diese entstand aufgrund von verminderter Tragfähigkeit des Unterbaus. Begünstigt wurde die Verwerfung durch die fehlende Wasserableitung.

Die fehlende Entwässerung des Stützbauwerkes und die im Untergrund vorgefundenen wasserundurchlässige Schichten bewirkten eine Stauung des anfallenden Wassers im Bereich der Entgleisungsstelle. Die Folge war eine Durchfeuchtung des Unterbaus. Dies führte zu einer unzureichenden Filterstabilität der Schichten. Durch die Belastungen des Eisenbahnbetriebes wurde der Unterbau nach und nach mit Feinstkorn durchsetzt, der die Tragfähigkeit des Gleises in einem fortlaufenden Prozess stetig herabsetzte. Die sich fortlaufend verminderte Tragfähigkeit des Unterbaus wirkte sich auf die Lagestabilität des Gleises aus. Diese war unter der Belastung des Eisenbahnbetriebes durch fortschreitende Mängelausbildung nicht mehr gegeben. Aufgrund starker innerer Längskräfte im Gleis durch die Hitzeeinwirkungen verbunden mit der verminderten Lastabtragung und Lastaufnahme im Unterbau ergab sich zum Ereigniszeitpunkt eine erhebliche Reduktion des Querverschiebewiderstands. Die Abhebewelle (Biegelinie der Schiene) wurde durch den gerade überquerenden EZ 51894 angeregt.

In der Zeit bis zum Ereigniseintritt wurden nachweislich alle Regelinspektionen des Oberbaus, gemäß den DB-Richtlinien fristgerecht durchgeführt. Anhand der vorliegenden Instandhaltungshistorie war erkennbar, dass sich im Bereich der Entgleisungsstelle mehrfach wiederkehrend Gleislagestörungen aufgrund der unzureichenden Untergrundverhältnisse eingestellt hatten. Diese wurden trotz nachgewiesener Instandsetzung (Aufschotterung und Nachstopfen) nicht nachhaltig beseitigt. Selbst die ca. drei Monate vor der Entgleisung durchgeführte IH-Maßnahme war nicht geeignet, einen dauerhaft ausreichenden Abnutzungsvorrat für eine sichere Betriebsführung zu gewährleisten. Die von der DB Netz AG über einen längeren Zeitraum gewählten Verfahren zur Instandsetzung der Gleislagefehler waren nicht geeignet, die erkannten Mängel nachhaltig zu beseitigen.

Das vorliegende Schadensbild im Oberbau entstand durch die verringerte Tragfähigkeit des Gleisunterbaus infolge von Wasseransammlung. Eine funktionierende Wasserableitung und Entwässerung gewährleistet unter anderem die Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Gleises. Sind Entwässerungen schadhaft oder nicht funktionsfähig führt dies nach und nach zur Durchfeuchtung des Unterbaus und Herabsetzung der Tragfähigkeit mit negativen Auswirkungen auf den Oberbau.

Voraussetzung für eine fachlich qualifizierte Kontrolle und Untersuchung der Entwässerungsanlagen war die Vorhaltung eines Entwässerungsheftes. Für die Entwässerungsanlage im Bereich der linksseitigen Stützwand im Entgleisungsbereich lag bis zum Tag der Entgleisung kein Entwässerungsheft vor. Als Grundlage für die Kontrollen hätten aus dem SAP-System der

DB Netz AG Untersuchungsaufträge für die Überwachungen generiert werden müssen. Dadurch wäre der zuständige Alv KIB auf die frist- und termingerechte Überwachung der Entwässerungsanlage hingewiesen worden.

Die fehlende Beauftragung hatte zur Folge, dass Inspektionen auf die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Entwässerungsanlagen lediglich im Zusammenhang mit den fälligen Untersuchungen an konstruktiven Bauwerken durch den Alv KIB je nach Bauwerksart alle ein bis drei Jahre durchgeführt wurden. Da diese Frist für die Untersuchung dem „Bahnkörper insgesamt“ bzw. dem Stützbauwerk galt und kein Entwässerungsheft geführt wurde, kann davon ausgegangen werden, dass der Untersuchung der Entwässerungsanlage nicht die notwendige sicherheitsrelevante Bedeutung zugeordnet wurde.

Die Untersuchung der betroffenen Fahrzeuge des EZ 51894 lieferte keine Hinweise auf unfallbegünstigende oder unfallverursachende Unregelmäßigkeiten. Die Simulationsrechnungen zeigten, dass die Gleisverwerfung ursächlich für die Entgleisung war.

Die Gleisverwerfung entstand während der Überfahrt des EZ 51984 unter dem rollenden Rad und war folglich durch den Tf nicht erkennbar.

Der Grund für die zunächst nicht vollständige Entlüftung der Hauptluftleitung des vorderen Zugteils nach der Zugtrennung konnte im Nachhinein nicht mehr nachvollzogen werden. Es ist zu vermuten, dass durch die Unfalleinwirkungen die Hauptluftleitung am letzten Fahrzeug des vorderen Zugteils nicht vollständig geöffnet wurde. So war der vom Tf bemerkte Luftverlust zwar eingetreten und löste eine Bremsung aus, wurde aber zunächst auf dem Tzf nicht als Zwangsbremsung registriert. Die Bremsung wurde vom Tf nicht durch Bedienen des Führerbremsventils unterstützt. Bei Unregelmäßigkeiten am Zug hat der Tf anzuhalten und die Ursache zu ermitteln. Die Handlungen des Tf hatten keinen Einfluss auf die Entgleisung.

6 Bisher getroffene Maßnahmen

Der Streckenabschnitt wurde durch den Infrastrukturbetreiber im Jahr 2017 von Grund auf saniert. Das Entwässerungskonzept wurde verbessert und ein Entwässerungsheft für das Stützbauwerk angelegt.

7 Sicherheitsempfehlungen

Aufgrund einer Zugentgleisung am 09.06.2013 wurde bereits die Sicherheitsempfehlung 02/2017 zu Entwässerungsanlagen ausgesprochen. Darin wurde empfohlen, Entwässerungsanlagen separat zu erfassen um regelmäßige Inspektionen gewährleisten zu können und damit die Funktionsfähigkeit sicherzustellen. Das Verfahren ist inhaltlich abgeschlossen. Das EBA begleitet und überwacht die Umsetzung. Eine Ergänzung dieser Sicherheitsempfehlung ist nicht erforderlich.