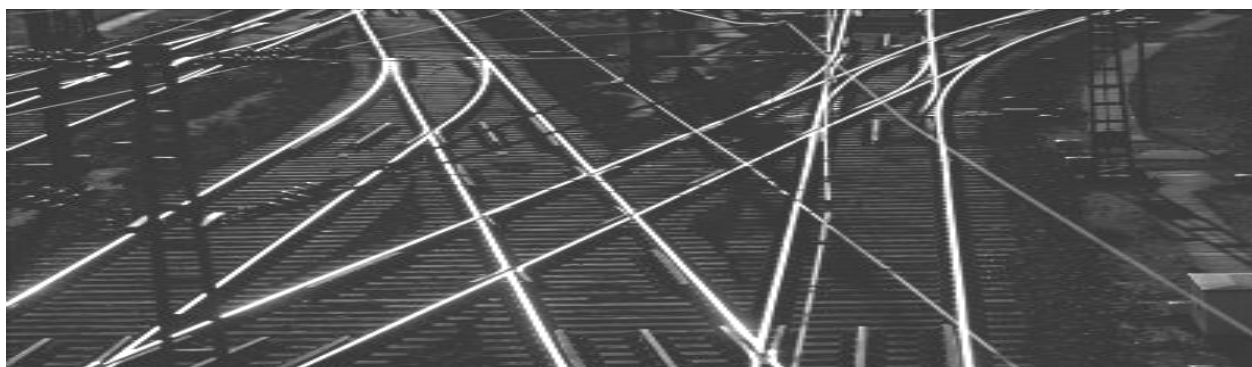




Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: 60uu2013-06/047-3323

Stand: 31.01.2017 Version: 1.0



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugentgleisung
Datum:	09.06.2013
Zeit:	5:21 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Kaub - Lorch (Rhein) Üst
Streckennummer:	3507
Kilometer:	76,950

Veröffentlicht durch:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1 Zusammenfassung	9
1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses	9
1.2 Folgen	9
1.3 Ursachen	9
2 Vorbemerkungen	11
2.1 Organisatorischer Hinweis	11
2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung.....	11
2.3 Beteiligte und Mitwirkende	12
3 Ereignis.....	12
3.1 Hergang	12
3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	14
3.3 Wetterbedingungen	14
4 Untersuchungsprotokoll	15
4.1 Zusammenfassung von Aussagen	15
4.1.1 Betriebsführende Stellen	15
4.1.2 Zugpersonale	16
4.2 Notfallmanagement.....	17
4.3 Untersuchung der betrieblichen Handlungen	18
4.4 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik.....	20
4.5 Untersuchung der Infrastruktur	24
4.5.1 Allgemeine Angaben zur Infrastruktur	24
4.5.2 Örtliche Untersuchung der Unfallstelle	25
4.5.3 Bauakte und Dokumentation	30
4.5.4 Untersuchung der Untergrundverhältnisse im Erdbau.....	31
4.5.5 Untersuchung der Entwässerungsanlagen.....	32

4.5.6	Untersuchung des Oberbaus.....	36
4.6	Untersuchung von Fahrzeugen	54
4.6.1	Zugbildung, Bremsverhältnisse und Wagenuntersuchung des DGS 90636.....	54
4.6.2	Auswertung der Elektronischen-Fahrten-Registrierung	55
4.6.3	Wagentechnische Untersuchung	56
4.7	Simulationsuntersuchung	59
5	Auswertung und Schlussfolgerungen	60
5.1	Betriebliches Verfahren	60
5.2	Leit- und Sicherungstechnik	61
5.3	Infrastruktur.....	61
5.4	Fahrzeuge.....	64
5.5	Zusammenfassung	64
6	Bisher getroffene Maßnahmen	66
7	Sicherheitsempfehlungen	66

Anlagen:

1: Bericht „Simulationsrechnungen zur Zugentgleisung in Lorch vom 09.06.2013 sowie Variantenrechnungen zu verschiedenen Gleislagen“, Zeichen SIM042015BE vom 03.07.2015

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1: Entgleisungsstelle in km 76,950 zwischen Hp Lorch und Üst Lorch.....	10
Abb. 2: Entgleiste Wagen am Zugschluss im Einfahrabschnitt des Bf Rüdesheim (Rh.).....	10
Abb. 3: Lagepläne zwischen Kaub und Assmannshausen	13
Abb. 4: Lageplan Bf Rüdesheim (Rhein).....	14
Abb. 5: Notfallmeldeblatt	17
Abb. 6: Sperrzeitenübersicht.....	18
Abb. 7: Grenzen der Gleisfreimeldeanlage (Steuerbezirk Oberlahnstein-Süd).....	21
Abb. 8: Lupenplan (Störmeldeübersicht aus der Historie des ESTW Oberlahnstein).....	23
Abb. 9: Auszug Strecke 3507	25
Abb. 10: „weiße Stellen“ im Schotter deuten auf Störstellen im Gleis hin	26
Abb. 11: Schürfstelle an der Entgleisungsstelle in km 76,950	27
Abb. 12: Graphische Aufzeichnung des Messkleinwagens Krabbe vom 09.06.2013	28
Abb. 13: Überschreitungsprotokoll Krabbe vom 09.06.2013.....	29
Abb. 14: Auszug aus dem geotechnischen Bericht des BV Lorch (Rh.) vom 20.12.2005	31
Abb. 15: Lageplanausschnitt Hp Lorch	36
Abb. 16: Messschrieb.....	41
Abb. 17: Grenzwertüberschreitungsprotokoll RAILab-1 vom 11.04.2013	41
Abb. 18: SR100-Überschreitungsprotokoll vom 11.04.2013	42
Abb. 19: Sonderinspektion vom 12.06.2013	51
Abb. 20: Überschreitungsprotokoll vom 12.06.2013	52
Abb. 21: Angaben aus Bremszettel und Wagenliste	54
Abb. 22: EFR Triebfahrzeug 1216950 bearbeitet durch EUB	55
Abb. 23: Puffer des entgleisten Autotransportwagens	57
Abb. 24: Flachstelle des Radsatzes 10003405.....	58
Abb. 25: Verriegelungseinrichtung der Hebebühne	58
Abb. 26: entgleister Radsatz eines Laaers-Wagen	59

Abkürzungsverzeichnis

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
ALV	Anlagenverantwortlicher
AVV	Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BPol	Bundespolizei
BÜ	Bahnübergang
BÜT/GT	Bahnübergangstaste/Gruppentaste
BV	Bauvorhaben
DSK	Datenspeicherkassette
EA	Entwässerungsanlagen
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBL	Eisenbahnbetriebsleiter
EBO	Eisenbahn- Bau- und Betriebsordnung
EHG	Einheitshilfsgerätewagen
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
ERA	Europäische Eisenbahn Agentur
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ESO	Eisenbahnsignalordnung
EUB	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
GH	Gegenseitige Höhenlage
GMFZ	Gleismessfahrzeug
GMTZ	Gleismesstriebzug
GSM/SSP	Gleisstopfmaschine/Schotterplaniermaschine
GSM-R	Global-System for Mobile Communications – Rail(way)

GeFo	GSM-R Fernsprecher - ortsfest-
KIB	Konstruktiver Ingenieurbau
km	Kilometer
LeitFÜ-G	Leitsystem der Betriebsführung – technische Fahrwegüberwachung
LH	Längshöhe
NE	Nichtbundeseigene Eisenbahn
Nflst	Notfallleitstelle
Nmg	Notfallmanager
özF	örtlich zuständiger Fahrdienstleiter
RAILab	<u>R</u> ollendes <u>A</u> nalysen- und <u>I</u> nspektions- <u>L</u> abor
Ril	Richtlinie
RLS	Rettungsleitstelle
SB	Sicherheitsbehörde
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
SR	Störgröße/Reaktion
TE	Tiefenentwässerung
Üst	Überleitstelle
vsl.	voraussichtlich
Vw	Verwindung
VZG	Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten
ZWL	Zeit-Weg-Linie

1 Zusammenfassung

1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 09.06.2013 um 5:21 Uhr entgleist DGS 90636 zwischen den Betriebsstellen Kaub und Lorch (Rhein) Üst mit dem am Schluss des Zuges laufenden Autotransportwagen 23-88 4371 080-3 in km 76,950. Im Verlauf der Weiterfahrt des Zuges entgleist in Folge auch der vorletzte Autotransportwagen 23 88 4371 098-5. Nachdem der Triebfahrzeugführer einen Nothaltauftrag (Kreissignal) im Bf Rüdesheim (Rh.) erhalten hat, kommt der Zug in km 65,300 im Gleis 2 des Bf Rüdesheim (Rh.) zum Halten.

1.2 Folgen

Durch die Entgleisung wird das Streckengleis einschl. der Weichen der Üst Lorch in km 75,200 und der Einfahrbereich des Bf Rüdesheim (Rh.) sowie die Signalanlagen, Oberleitungseinrichtungen und fernmeldetechnischen Anlagen auf einer Länge von ca. 11 km stark beschädigt bzw. zerstört. Außerdem werden die drei am Schluss laufenden Fahrzeuge des DGS 90636 teilweise erheblich beschädigt. Durch hochgeschleuderte Schottersteine werden an der Eisenbahnstrecke abgestellte Pkw beschädigt. Personen kommen nicht zu Schaden.

1.3 Ursachen

Die Ursache der Entgleisung des DGS 90636 ist auf mehrere kurz hintereinander liegende Gleislagefehler in der Längshöhe zurückzuführen, deren Entstehung auf eine nicht bzw. eingeschränkt funktionierende Entwässerung des Gleiskörpers und folglich auf eine abschnittsweise verminderte Tragfähigkeit des Gleisunterbaus zurückzuführen ist.

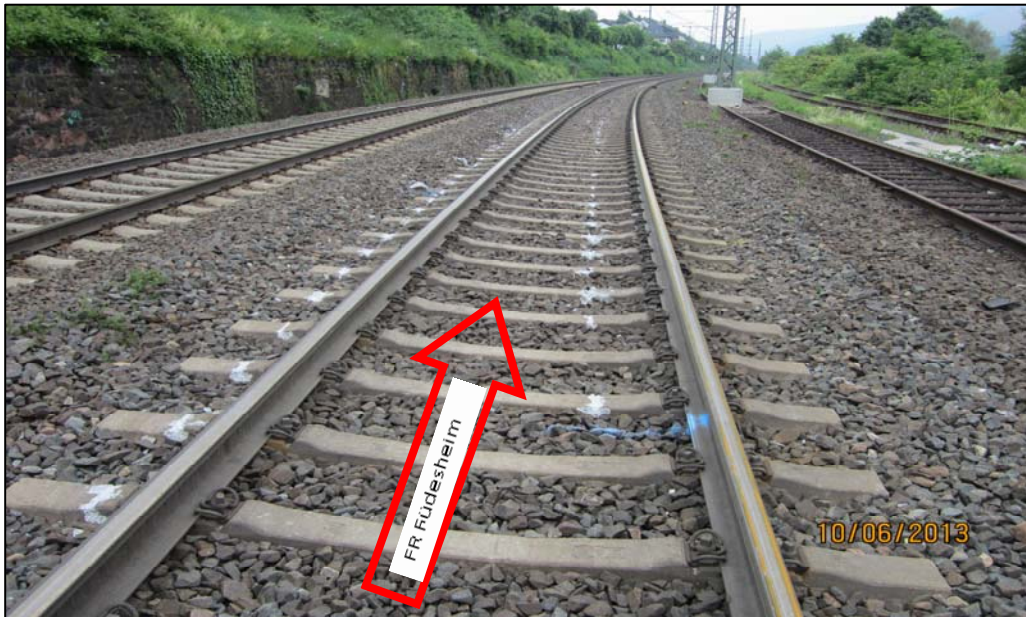


Abb. 1: Entgleisungsstelle in km 76,950 zwischen Hp Lorch und Üst Lorch



Abb. 2: Entgleiste Wagen am Zugschluss im Einfahrabschnitt des Bf Rudesheim (Rh.)

2 Vorbemerkungen

2.1 Organisatorischer Hinweis

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

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

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

Näheres hierzu ist im Internet unter >> www.eisenbahn-unfalluntersuchung.de << eingestellt.

2.2 Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung

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

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

2.3 Beteiligte und Mitwirkende

An dem Ereignis waren folgende Unternehmen unmittelbar beteiligt:

- DB Netz AG, Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)
- Internationale Gesellschaft für Eisenbahnverkehr (IGE GmbH&Co.KG), Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU)
- Touax Rail Limited, Fahrzeughalter; Bracetown Business Park, Clonee; Republic of Ireland

Im Rahmen der Sachverhaltsermittlung und Ursachenerforschung wurde folgende externe Stelle einbezogen:

- SIMTES – Simulation technischer Systeme, Bielefeld

3 Ereignis

3.1 Hergang

Am 08/09.06.2013 verkehrt DGS 90636 vom Bf Soe (Niederlande) nach Rumänien. Der Laufweg des Zuges führt über den Grenzbahnhof Emmerich (Grenzeingangsbehandlung) nach Oberlahnstein über die rechte Rheinstrecke Richtung Passau. DGS 90636 besteht aus 20 leeren Autotransportwagen (Laaers) sowie einem führenden Triebfahrzeug 90-81 1216 950-6 der Wiener Lokalbahnen Cargo GmbH. Die Abfahrt im Bf Emmerich erfolgt um 1:20 Uhr. Den Streckenabschnitt der Strecke 3507 zwischen den Betriebsstellen Kaub und Lorch (Rhein) Üst passiert der Zug mit einer Geschwindigkeit von 104 km/h. In km 76,950 entgleist das am Schluss laufende Fahrzeug 23-88 4371 080-3.

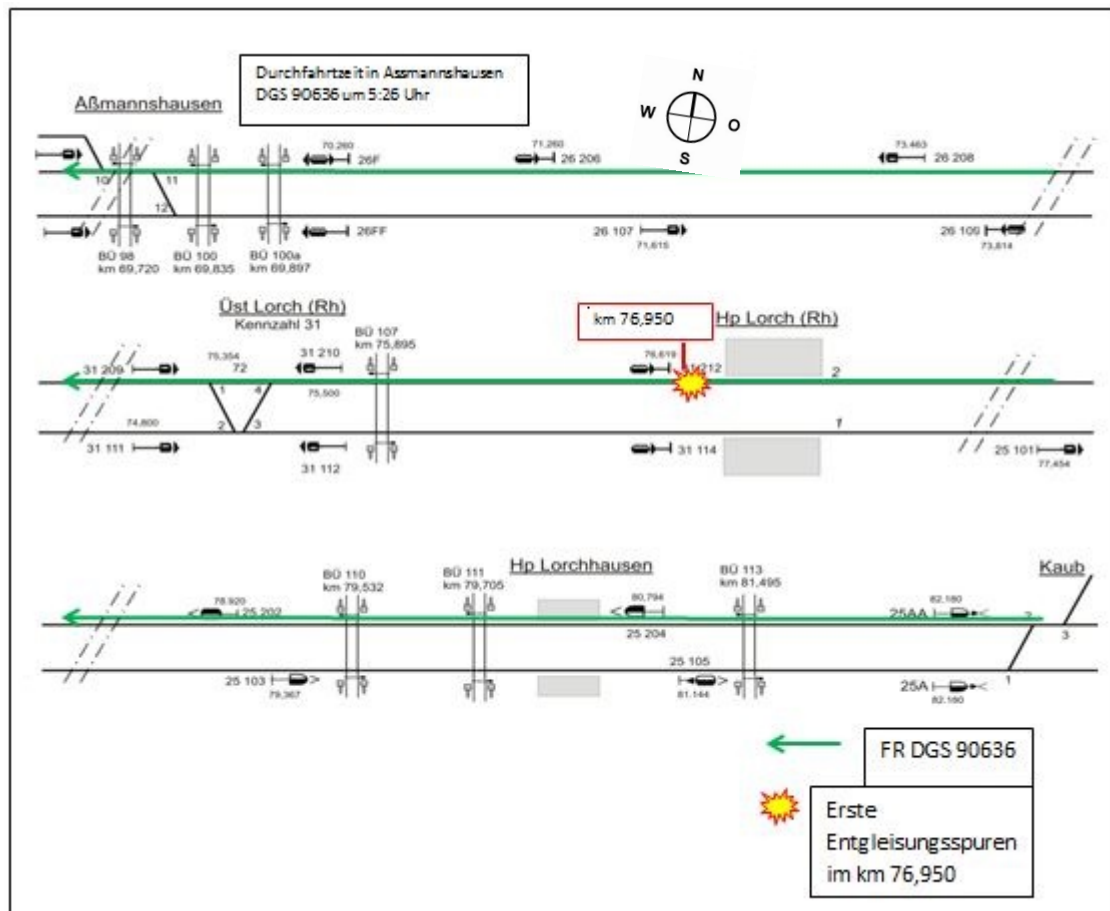


Abb. 3: Lagepläne zwischen Kaub und Assmannshausen

Quelle: IVL-Plan DB Netz AG, bearbeitet durch EUB

Bei leicht fallender Geschwindigkeit erreicht der DGS 90636 gegen 5:26 Uhr die örtlich besetzte Bedienstelle des Bahnübergangsbeobachters im Bf Assmannshausen. Während der Fahrt durch die Blockabschnitte der freien Strecke, der Überleitstelle sowie der Weichen und Gleisabschnitte des Bf Assmannshausen werden zahlreiche technische Einrichtungen an Weichen, Signalanlagen und oberbautechnischen Einrichtungen beschädigt bzw. zerstört. Im Zeitkorridor von 5:25 Uhr bis 5:27 Uhr nimmt der özF Oberlahnstein-Süd sowie die BÜ-Beobachterin in Assmannshausen mit den Stellwerksbedienern in Rüdesheim (Rh.) zur Sachverhaltsermittlung Kontakt auf. Bei der Einfahrt nach Gleis 2 in den Bf Rüdesheim (Rh.) werden die Einfahrweichen stark beschädigt und das Ausfahrtsignal N3 umgerissen. DGS 90636 wird mittels Kreissignal (Sh3) durch einen Fahrdienstleiter des Stellwerks Rüdesheim (Rh.) gestellt. Das führende Triebfahrzeug kommt ca. in km 65,300 nahezu auf Höhe des Stellwerksgebäudes zum Stehen. Die beiden am Schluss laufenden entgleisten Wagen

23 88 4371 098-5 und 23 88 4371 080-3 befinden sich auf Höhe des zerstörten Signals N3 ca. in km 65,900.

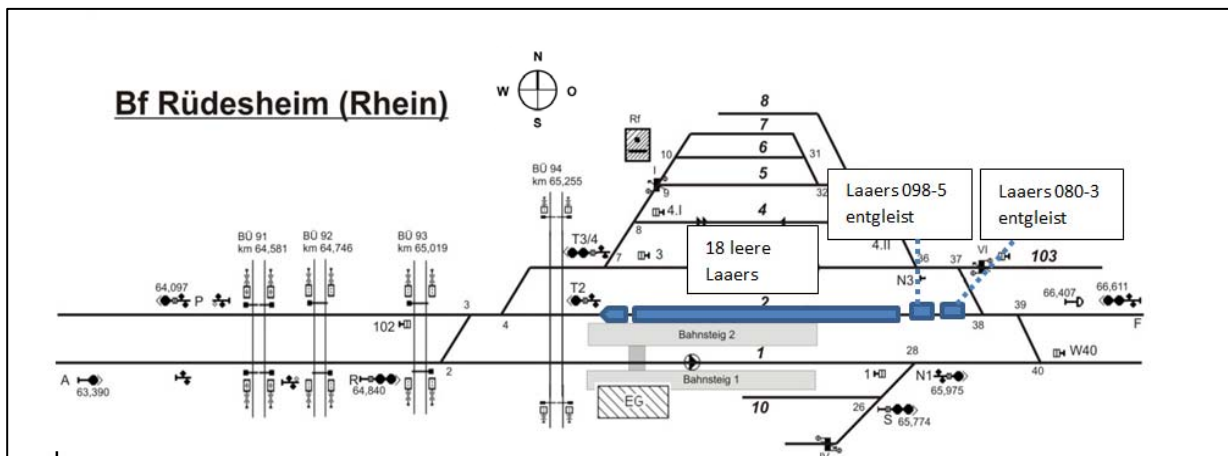


Abb. 4: Lageplan Bf Rudesheim (Rhein)

Quelle: IVL-Plan DB Netz AG, bearbeitet durch EUB

3.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Personen werden bei dem Ereignis nicht verletzt. Die Sachschäden setzen sich wie folgt zusammen:

• EVU	ca.	50.000 €
• Halter	ca.	250.000 €
• EIU	ca.	9.400.000 €

3.3 Wetterbedingungen

Wolkig mit leichtem bis teilweise starkem Niederschlag.

4 Untersuchungsprotokoll

4.1 Zusammenfassung von Aussagen

4.1.1 Betriebsführende Stellen

özF Oberlahnstein-Süd

Nachdem das Blocksignal 31210 der Üst. Lorch für den Zug 95636 in Fahrtstellung gekommen sei, habe er seinen Spind unmittelbar hinter dem Bedienplatz aufgesucht. Kurz darauf habe er den Störwecker wahrgenommen und er sei daraufhin sofort zu seinen Bedienplatz zurückgekehrt. Er habe eine Auffahrmeldung und eine Rotausleuchtung an der Weiche 31W4 angezeigt bekommen. Der Zug 90636 habe sich zu diesem Zeitpunkt auf der freien Strecke im Gleis zwischen Lorch und Assmannshausen befunden. In Assmannshausen sei die Zugfahrt ganz normal verlaufen, bis dann weitere Auffahrmeldungen der Weichen im Bf Assmannshausen angezeigt wurden. Er habe den Fahrdienstleiter in Rüdesheim (Rh.) verständigt und ihm mitgeteilt, er solle sich den Zug genauer anschauen, um Auffälligkeiten festzustellen. Im Verlauf dieses Gespräches habe er gehört, dass der Fdl Rüdesheim (Rh.) den Zug mit Nothaltauftrag stellte.

BÜ Beobachterin in Assmannshausen

Nach der Festlegung der Bahnübergänge für Zug 90636 von Kaub nach Rüdesheim (Rh.) sei sie zur Toilette gegangen. Einige Minuten später habe sie laute Geräusche wahrgenommen. Sie sei sofort in den Bedienraum zurückgegangen und habe die einsehbaren Gleisabschnitte geprüft und dabei Beschädigungen bemerkt. Sie habe versucht zunächst den Fahrdienstleiter Rüdesheim (Rh.) und anschließend den Fahrdienstleiter Oberlahnstein anzurufen. Nachdem beide Anschlüsse besetzt waren, habe sie versucht die BÜ-Beobachterin beim Fdl Rüdesheim (Rh.) zu erreichen. Von der BÜ-Beobachterin habe sie erfahren, dass die beiden Fahrdienstleiter miteinander im Gespräch seien. Kurze Zeit später habe sie über die Vermittlung den Fdl in Rüdesheim (Rh.) erreicht und diesem die Schäden in Assmannshausen mitgeteilt.

Diensthabender Fahrdienstleiter Rüdesheim (Rh.)

Gegen 5:27 Uhr habe er einen Anruf des Fdl Oberlahnstein-Süd erhalten. Dieser habe ihm mitgeteilt, dass etwas mit dem Zug 90636 nicht stimme. Gemeinsam mit dem Ablöser habe er den einfahrenden Zug beobachtet. Während der Einfahrt habe die W 40 im Nachbargleis plötzlich rot angezeigt und der Wecker sei ertönt. Außerdem sei während der Einfahrt des Zuges nach Gleis 2 das Signal N3 umgerissen worden. Er habe sofort das Zwischensignal

T 2 in Haltstellung gebracht. Sein Kollege habe dem Zug Kreissignal gegeben. Er habe anschließend alle Gleise des Bf Rüdesheim (Rh.) sowie die freie Strecke Assmannshausen – Rüdesheim (Rh.) und die Gegenrichtung gesperrt. Nach Auflösen der Ausfahrtzugstraße habe er die für diese Zugfahrt geschlossenen Bahnübergänge geöffnet. Daraufhin sei die Notfallleitstelle verständigt worden.

Ablösender Fahrdienstleiter Rüdesheim (Rh.)

Gegen 5:24 Uhr habe er den Stellwerksraum betreten. Der diensthabende Fahrdienstleiter habe gerade mit dem Fdl Oberlahnstein-Süd telefoniert. Nachdem er das Gespräch mit dem Fdl Oberlahnstein-Süd beendet hatte, gab er mir zu verstehen, dass wir den Zugschluss beobachten sollten, da Zug 90636 von Assmannshausen nicht aufgelöst hätte. Nach Besetzen des Einfahrabschnittes habe die Weiche 40 plötzlich rot angezeigt. Vom Stellwerksfenster aus habe er gesehen, dass ein Wagen des Zuges entgleist war und das Signal N 3 umgerissen wurde. Sein Kollege habe das Signal T 2 zurückgenommen und er habe vom Fenster aus dem herannahenden Zug Kreissignal gegeben. Der Triebfahrzeugführer des 90636 habe sofort eine Bremsung eingeleitet.

4.1.2 Zugpersonale

Triebfahrzeugführer des DGS 90636

Im Gleis 15 des Bf Emmerich habe er das Triebfahrzeug 1216 950-6 aufgerüstet. Nach dem Prüflauf der PZB habe er auf beiden Führerständen den LZB-Störschalter eingelegt. Anschließend habe er den aus Vlissingen angekommenen Zug 50583 bespannt. Er habe dann eine vereinfachte Bremsprobe am letzten Wagen 23-88 4371 080-3 durchgeführt. Außerdem habe er die Wagenliste und den Bremszettel sowie die Bremsstellung „P“ aller Wagen und das Vorhandensein des Zugschlusssignals Zg 2 (2 Tafeln) kontrolliert. Nach der Meldung der Abfahrbereitschaft sei er um 1:22 Uhr in Emmerich abgefahren. In Oberlahnstein habe er eine Pause von 4:22 Uhr bis 4:52 Uhr gemacht. Aufgrund der Geschwindigkeitsbegrenzung bei der Einfahrt in den Bf Rüdesheim (Rh.) habe er die Geschwindigkeit von ca. 90 km/h auf 60 km/h ab km 65,500 reduziert. Beim Passieren des Stellwerkes in Rüdesheim (Rh.) habe er einen Ruf vom geöffneten Seitenfenster des Stellwerks gehört und das Kreissignal Sh 3 wahrgenommen. Er habe sofort eine Schnellbremsung eingeleitet. Anschließend sei er zum Zugschluss gelaufen. Er habe dem Fahrdienstleiter danach mitgeteilt, dass die beiden letzten Wagen des Zuges entgleist seien.

Wagenmeister der Train Group (Niederlande)

Er habe am Samstagnachmittag am Terminal der Cobelfret Gesellschaft eine Ausgangsuntersuchung (Departure-Control) sowie eine volle Bremsprobe durchgeführt. Bei dieser Prüfung habe er keine Mängel festgestellt.

4.2 Notfallmanagement

Nach § 4 Abs. 3 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brandschutzes und der technischen Hilfeleistung mitzuwirken. In einer Vereinbarung zwischen den Innenministerien der Länder und der DB AG hat man sich auf eine Verfahrensweise verständigt. Für die DB Netz AG gelten die entsprechenden Brand- und Katastrophenschutzgesetze der Länder. Das Notfallmanagement der DB AG ist in der Richtlinie (Ril) 123 näher beschrieben und geregelt.

Laut Meldeblatt der Notfallleitstelle (Nflst) Frankfurt/M wurde das Ereignis um 5:33 Uhr durch den Fahrdienstleiter Rüdesheim (Rh.) gemeldet. Im Einzelnen wurden folg. Hilfs- und Einsatzkräfte, technische Hilfe sowie Polizei und Untersuchungsbehörden durch die Nflst in Kenntnis gesetzt.

Uhrzeit	Hilfskräfte	Technische Hilfe	Behörden
5:34 Uhr	Nmg angefordert		
6:15 Uhr	Nmg: Eintreffen Einsatzstelle		
5:45 Uhr			BPol verständigt
5:57 Uhr			EUB verständigt
6:11 Uhr	RLS verständigt		
7:40 Uhr		Kran angefordert	
10:49 Uhr		EHG 1 Ank. Einsatzstelle	
11:41 Uhr		EHG 2 Ank. Einsatzstelle	

Abb. 5: Notfallmeldeblatt

Nachfolgend ermittelte Sperrzeiten in tabellarischer Form:

Streckengleise /Bahnhofsgleise	von Datum/Uhrzeit	Datum/ Uhrzeit	cke
Kaub – Lorch (Rh.) - Assmannshausen - Rüdesheim (Rh.)	09.06./5:40 Uhr	30.06./20:00 Uhr	3507
Bf Assmannshausen, Gleis 2 und 3	09.06./5:40 Uhr	30.06./20:00 Uhr	3507
Kaub - Lorch (Rh.) - Assmannshausen	30.06./20:00 Uhr	05.07./17:00 Uhr	3507
Bf Assmannshausen, Gleis 2	01.07. / 8:00 Uhr 02.07. / 20:00 Uhr 04.07. / 0:30 Uhr 05.07. / 0:30 Uhr	02.07. / 5:00 Uhr 03.07. / 5:00 Uhr 04.07. / 4:30 Uhr 05.07. / 4:30 Uhr	3507
Assmannshausen – Rüdesheim (Rh.)	01.07. / 8:00 Uhr 02.07. / 20:00 Uhr 04.07. / 0:30 Uhr 05.07. / 0:30 Uhr	02.07 / 5:00 Uhr 03.07. / 5:00 Uhr 04./07. / 4:30 Uhr 05.07. / 4:30 Uhr	3507
Bf Assmannshausen, Gleis 3	30.06. / 20:00 Uhr	05.07. / 4:30 Uhr	3507
Rüdesheim (Rh.) - Assmannshausen – Lorch (Rh.) - Kaub	09.06. / 5:40 Uhr 16.06. /22:30 Uhr 22.06. / 22:00 Uhr 23.06. / 22:00 Uhr	14.06. / 16:36 Uhr 17.06. / 4:30 Uhr 23.06. / 5:00 Uhr 24.06. / 5:00 Uhr	3507
Bf Rüdesheim (Rh.), Gleise 1 – 4, 7 und 10	09.06. / 5:30 Uhr	10.06. / 17:06 Uhr Anschl. zeitweise Sperrungen der Gleise bis zum 05.07.	3507
Bf Rüdesheim (Rh.), Gleis 7		bis 11.11. / 16:00 Uhr	3507

Abb. 6: Sperrzeitenübersicht

4.3 Untersuchung der betrieblichen Handlungen

Die Betriebsabwicklung auf der Strecke 3507 zwischen den Betriebsstellen erfolgt nach den Bestimmungen der Ril 408. Die Zugfahrt des DGS 90636 wird auf Hauptsignal durchgeführt. Die fahrdienstliche Überwachung obliegt dem özF Oberlahnstein-Süd für den Stellbereich Assmannshausen und dem Fahrdienstleiter Rüdesheim (Rh.) für die Betriebsstelle Rüdes-

heim (Rh.). Einschränkende Maßnahmen bezüglich der durchzuführenden Zugfahrt liegen nicht vor. Zählpflichtige Handlungen seitens der Fahrdienstleitungen werden nicht vorgenommen.

Die zum Ereigniszeitpunkt eingesetzten Betriebspersonale auf den Stellwerken besaßen die nach § 47,48 und 54 der Eisenbahn-Bau - und Betriebsordnung (EBO) geforderten Voraussetzungen, um als Fahrdienstleiter bzw. BÜ Beobachter eingesetzt zu werden. Die vorgeschriebene abgeschlossene Berufsausbildung sowie Aus- und Fortbildungsmaßnahmen wurden nachgewiesen. Entsprechend dem betriebsinternen Regelwerk wurde die Dienstausübung auf den Arbeitsplätzen überwacht.

Die Dokumentation der Historie des ESTW für den Stellbereich Oberlahnstein-Süd belegen nachfolgende Handlungsschritte des zuständigen özF.

Mit 5:28 Uhr gibt der özF Oberlahnstein-Süd den Merkhinweis Räumungsprüfung für den Abschnitt 26B202 ein. Im Anschluss werden durch den özF mehrere Merkhinweise Abschnittsprüfung und Räumungsprüfung für die jeweils gestörten Gleisabschnitte/Blockabschnitte gesetzt. Um 5:31 Uhr wird der Merkhinweis Räumungsprüfung für den Abschnitt 26B206 eingegeben. Zwischen 5:39 Uhr und 5:55 Uhr sperrt der özF Oberlahnstein-Süd laut Historie alle betroffenen Gleis- und Blockabschnitte des Stellbereiches Oberlahnstein-Süd.

Die BÜ-Beobachterin in Assmannshausen befindet sich zum Zeitpunkt der Vorbeifahrt des DGS 90636 auf der Toilette. Aufgrund lauter Geräusche begibt sich die BÜ-Beobachterin sofort in den Bedienraum. Sie stellt Schäden am Oberbau des Bf Assmannshausen fest und versucht umgehend den Fdl in Rüdesheim (Rh.) telefonisch zu erreichen. Aufgrund besetzter Telefonleitungen teilt sie ihre Beobachtungen der BÜ-Beobachterin beim Fdl Rüdesheim (Rh.) mit.

Einen Nothaltauftrag über den GSM-R Zugfunk durch den özF Oberlahnstein-Süd wird nicht abgesetzt. Während der Einfahrt des DGS 90636 telefoniert der özF Oberlahnstein-Süd mit dem Fdl Rüdesheim (Rh.) bezüglich einer Unregelmäßigkeit an Zug 90636. DGS 90636 beschädigt im Einfahrbereich des Bf Rüdesheim (Rh.) die Einfahrweichen und zerstört das Signal N3. Fast zeitgleich wird durch einen zweiten Fahrdienstleiter vom Stellwerk Rüdesheim (Rh.) aus, das Kreissignal – Signal Sh3 an den Tf des DGS 90636 gegeben.

Die in der EFR dokumentierte Fahrt des DGS 90636 belegt, dass die zulässigen Fahrplangeschwindigkeiten in den relevanten Strecken-und Bahnabschnitten eingehalten wurden. Starke Geschwindigkeitsschwankungen konnten nicht festgestellt werden. Die Einlei-

tung der Schnellbremsung in Rüdesheim (Rh.) durch den Tf, ist auf das Absetzen des Signals Sh 3 zurückzuführen.

Feststellungen:

Um 5:22 Uhr wird dem öZF Oberlahnstein-Süd die Störmeldung der aufgefahrenen Weiche 1 der Üst Lorch und des Achszählers AZA9 sowie für den Gleisfreimeldeabschnitte 31B3210 und 31G2210 sowie der Gleisfreimeldeabschnitt 31W 1 angezeigt. DGS 90636 befindet sich zu diesem Zeitpunkt zwischen km 75,500 und 74,800. Die Dokumentation der Historie belegt, dass um 5:25 Uhr weitere Störmeldungen des Gleisfreimeldeabschnittes 26G402 und Auffahrmeldungen der Weichen 11 und 10 im Bf Assmannshausen angezeigt werden. DGS 90636 befindet sich zwischen km 70,175 und km 69,415. Um 5:26 Uhr passiert DGS 90636 die Weichen 3 und 2 des Bf Assmannshausen und offenbart Auffahrmeldungen an den Weichen 3, 2 und 1 zwischen km 68,835 und 68,408 km. Um 5:27 Uhr wird eine weitere Störmeldung im Gleisfreimeldeabschnitt 26B204 von km 68,408 und km 67,671 angezeigt. Der Gleisfreimeldeabschnitt 26B202 von km 67,611 bis km 66,611 meldet um 5:28 Uhr eine Störung.

Zwischen 5:26 Uhr und 5:27 Uhr passiert DGS 90636 laut ESTW Historie den Gefahrenraumüberwachungsbereich der BÜ-Beobachterin in Assmannshausen. Die EFR (DSK-Zeit) registriert den Halt des führenden Fahrzeuges um 5:28 Uhr im Bf Rüdesheim (Rh.) unmittelbar nach den Oberbaubeschädigungen im Einfahrbereich sowie der Zerstörung des Signal N3 im Bf Rüdesheim (Rh.).

4.4 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Der Bereich der ESTW-Unterzentrale Oberlahnstein-Süd umfasst alle Betriebsstellen zwischen dem Bf Niederlahnstein (ausschließlich) und dem Bf Rüdesheim (Rh.) (ausschließlich). Der Arbeitsplatz des öZF Oberlahnstein-Süd ist als Standardbedienplatz BZ (SBP) eingerichtet. Auf alle Standardanwendungen der leittechnischen Systeme der BZ Frankfurt/M (Streckenspiegel, ZWL-Bild, LeitFÜ-G) kann von hier zugegriffen werden. Das fernmündliche Zugmeldeverfahren für diesen Bereich und die anschließenden Streckenabschnitte wird durch eine Zugnummernmeldeanlage ZN L2000 ersetzt.

Im Gleis Kamp-Bornhofen – Loreley befindet sich die Heißläufer- und Feststellbremsortungsanlage (HOA/FBOA) Nr. 195 der Bauart FÜS für die Fahrtrichtung Koblenz – Wiesbaden. Die Lage des Abtasters ist in km 95,555.

Der Streckenabschnitt (VZG 3507) im Bedienbereich des ESTW A - Assmannshausen ist mit einer selbsttätigen Gleisfreimeldeanlage mit Achszählern für alle Weichen- und Gleisabschnitte ausgerüstet. Die Gleisfreimeldeanlagen dienen zur Überprüfung der Belegung von Gleisabschnitten und Weichen sowie Blockabschnitten durch Schienenfahrzeuge. Die punktuelle Achszählung erfolgt durch die Beeinflussung der Zählpunkte durch die Radsätze des Schienenfahrzeuges. Bei Ein- bzw. Ausfahrt aus dem Freimeldeabschnitt wird die notwendige Besetzt- oder Freimeldung angezeigt.

Die Grenzen der Gleisfreimeldeanlage für die ereignisrelevanten Streckenbereiche, sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die einzelnen Achszählkreise sind im Signallageplan sowie im Achszählübersichtsplan hinterlegt.

Üst Lorch		
aus Richtung	Höhe	km
Kaub (Regelgleis)	Bksig 31210	75,500
Kaub (Gegengleis)	Bksig 31112	75,500
Assmannshausen (Regelgleis.)	Bksig 31111	74,800
Assmannshausen (Gegengleis.)	Bksig 31209	74,800

Bf Assmannshausen		
aus Richtung	Höhe	km
Kaub (Regelgleis)	Esig 26F	70,175
Kaub (Gegengleis)	Esig 26FF	70,175
Rüdesheim (Regelgleis)	Esig 26A	68,402
Rüdesheim (Gegengleis)	Esig 26AA	68,408

Abb. 7: Grenzen der Gleisfreimeldeanlage (Steuerbezirk Oberlahnstein-Süd)

Laut Historie des ESTW wurden nachfolgende signaltechnische Meldungen im relevanten Stellbereich angezeigt. Die Dokumentationen der signaltechnischen Meldungen auf dem Lu-

penplan werden systembedingt teilweise zeitversetzt von der tatsächlich aufgetretenen Störung angezeigt. In *Kursivschrift* sind die Erläuterungen zur jeweiligen signaltechnischen Meldung dargestellt.

Datum	Uhrzeit	signaltechnische Meldungen im ESTW	Erläuterung
09.06.	5:22 Uhr	AUSF G 190336 VON FLOR 31B212 NACH FLOU 31B 3210	<i>Ausfahrt 90636 von Hp Lorch nach Üst. Lorch B 212 –B210</i>
09.06.	5:22 Uhr	FLOU WG 31 W 1 S, AUFGEFAHREN; FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 1 ; Üst Lorch aufgefahren</i>
09.06.	5:22 Uhr	STW AZA9 ZI:0C S, EAK 3.1 GESTÖRT R:1,2,3,;FZ 495	<i>Störmeldung Achszähler AZA9 gestört</i>
09.06	5:22 Uhr	FLOU GLS 31B3210 S,GFM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 31B3210 gestört</i>
09.06	5:22 Uhr	FLOU GLS 31G2210 S,GFM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 31G2210 gestört</i>
09.06.	5:22 Uhr	FLOU WG 31W1 S,GFM- ABSCHNITT;FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 31W1 gestört</i>
09.06	5:25 Uhr	LT US EINF 190636 VON FAH 26B206 NACH FAH 26G302	<i>Durchfahrt des 90636 von Lorch – Assmannshausen / B206 in Bf Assmannshausen / B 302</i>
09.06	5:25 Uhr	FAH WG 26W11 GLS 26B206 S, GFM-ABSCHNITT, FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 11, Ass- mannshausen aufgefahren</i>
09.06	5:25 Uhr	FAH GLS 26G402 S,GFM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 26G402 gestört</i>
09.06	5:25 Uhr	FAH WG 26W10 S, AUFGEFAHREN; FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 10 Ass- mannshausen aufgefahren</i>
09.06	5:25 Uhr	FAH WG 26W11 S, GFM- ABSCHNITT: FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 26W11 Weiche 11, Ass- mannshausen gestört</i>

09.06	5:26 Uhr	LT US AUSF 190636 VON FAH 26G302 NACH FAH 26B204	<i>Durchfahrt des 90636 von Lorch – Assmannshausen / G302 nach Assmannshausen – Rüdesheim (Rh.) / B204</i>
09.06	5:26 Uhr	FAH WG 26W2 S, AUFGEFAHREN; FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 2 Ass- mannshausen aufgefahren</i>
09.06	5:26 Uhr	FAH WG 26W3 S, AUFGEFAHREN, FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 3 Ass- mannshausen aufgefahren</i>
09.06	5:26 Uhr	FAH WG 26W1 S, AUFGEFAHREN, FZ 055	<i>Störmeldung: Weiche 1 Ass- mannshausen aufgefahren</i>
09.06	5:26 Uhr	FAH WG 26W1 S, GFM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 26W1 Weiche 1, Ass- mannshausen gestört</i>
09.06	5:27 Uhr	FAH GLS 26B204 S, GFM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 26B204 gestört</i>
09.06	5:28 Uhr	FAH GLS 26B202 S, GLM- ABSCHNITT; FZ 118	<i>Störmeldung: Gleisfreimeldeab- schnitt 26B202 gestört</i>

Abb. 8: Lupenplan (Störmeldeübersicht aus der Historie des ESTW Oberlahnstein)

Der Arbeitsplatz des BÜ-Beobachter in Assmannshausen ist nicht mit nachrichtentechnischen Einrichtungen versehen, die ein direktes Absetzen eines Notrufes über GSM-R ermöglichen. Der Bedienplatz verfügt über Signalnottasten, die den Haltfall der deckenden Signale der Bahnübergänge durch Bedienen der Signalnottaste und der BÜT/GT ermöglichen.

Feststellungen:

Die signaltechnischen Meldungen im Bedienbereich des ESTW Assmannshausen wurden ab 5:22 Uhr (ESTW-Systemzeit) generiert. Zeitgleich standen am Bedienplatz des özF Oberlahnstein-Süd die Störungsmeldungen an. Die Abfolge der signaltechnischen Meldungen sowie der Störmeldungen belegt, dass in der Zeit von 5:22 Uhr bis 5:28 Uhr (ESTW-

Systemzeit) fast ausschließlich gleisbezogene Meldungen, beginnend mit Gleisfreimeldeabschnitt 31B3210 und endend mit Gleisfreimeldeabschnitt 26B202, angezeigt wurden.

Das Absetzen eines Nothaltauftrages für Zug DGS 90636 vom Bedienplatz des BÜ-Beobachters war technisch nicht möglich.

Die Heißläuferortungsanlage Nr. 195 in km 95,555 (Kamp-Bornhofen und Loreley) lieferte keine verwertbaren Daten.

4.5 Untersuchung der Infrastruktur

4.5.1 Allgemeine Angaben zur Infrastruktur

Bei der Strecke 3507 handelt sich um die zweigleisige, elektrifizierte Hauptbahn von Wiesbaden-Ost (km 36,2) bis Niederlahnstein (km 127,5), die als konventionelle Strecke (TEN-Kategorie VII) des transeuropäischen Eisenbahnsystems eingestuft ist. Die Strecke ist mit „D4“ klassifiziert, womit die maximal zulässige Radsatzlast mit 22,5 t und das maximal zulässige Fahrzeuggewicht je Längeneinheit mit 8,0 t/m angegeben wird. Der Bremswegabstand der Strecke beträgt 1.000 m, die zulässige Höchstgeschwindigkeit liegt bei $V_{\max} = 130 \text{ km/h}$ und sie ist mit punktförmiger Zugbeeinflussung (PZB) und Zugfunk (GSM-R) ausgerüstet.

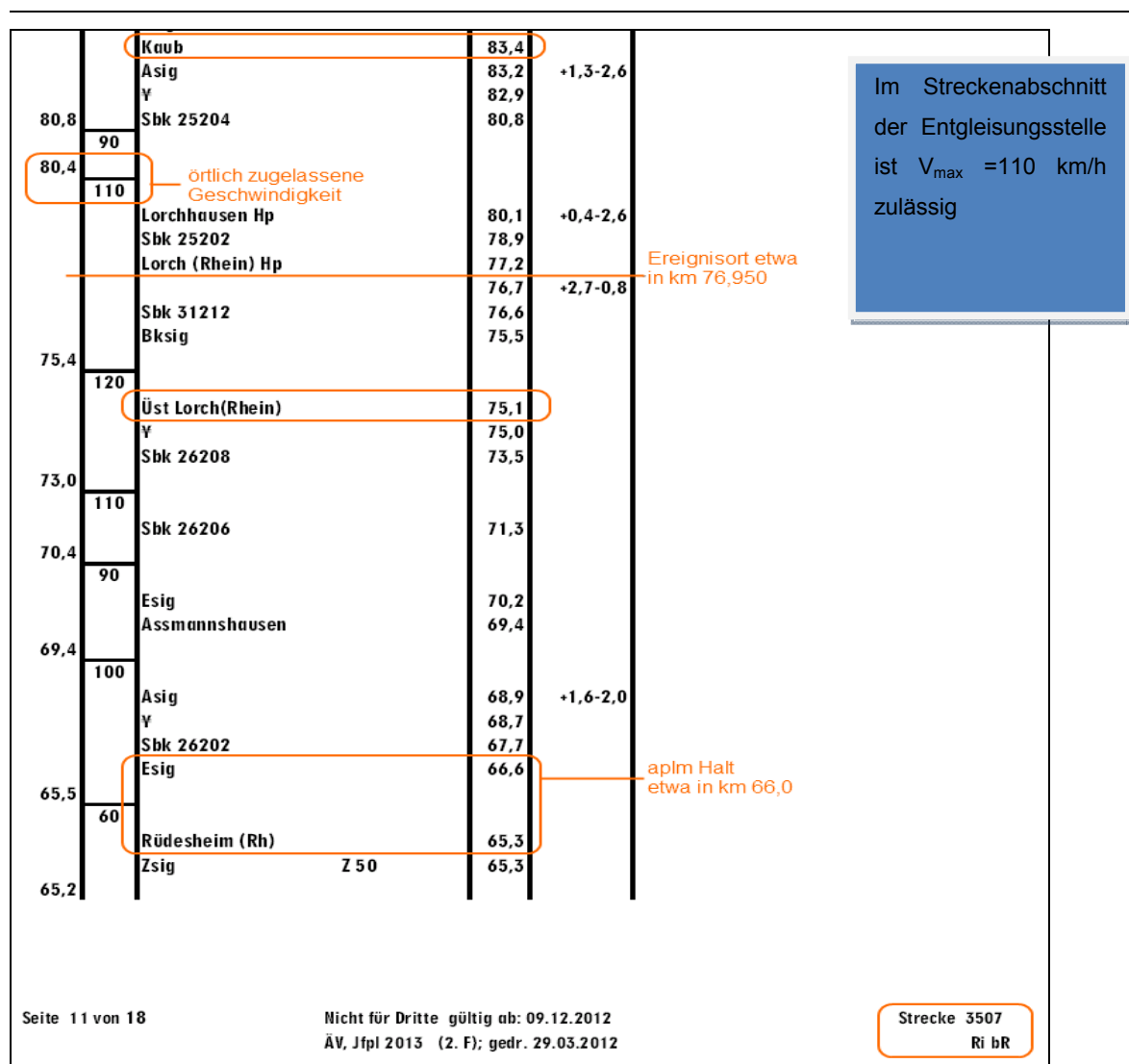


Abb. 9: Auszug Strecke 3507

Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch EUB

4.5.2 Örtliche Untersuchung der Unfallstelle

Die Entgleisung erfolgte kurz hinter dem Hp Lorch in Bogenlage mit Radien ≥ 650 m. In diesem Gleisabschnitt lag der ehemalige Bf Lorch, aus dessen Umwandlung im Jahr 2010 der Haltepunkt Lorch entstand. Der Oberbau besteht in diesem Gleisabschnitt aus der Bauart W14K-60-1667 B70. Die Bahnsteige wurden damals derart verändert, dass anstatt des Mittelbahnsteiges ein neuer Außenbahnsteig gebaut wurde. Die eingebaute flach verlegte Tiefenentwässerung verblieb auch nach der Umwandlung in einen Haltepunkt zwischen den Gleisen, sodass das anfallende Wasser im Gleisbereich gesammelt und gezielt abgeleitet werden kann. Die flach verlegte Tiefenentwässerung konnte vor Ort anhand der vorgefundenen Schächte verifiziert werden. Neben optisch sichtbaren Gleislagefehlern in der Längshöhe,

waren vor Ort weiße Stellen im Schotter erkennbar, die auf Bewegungen des Gleises mit entsprechendem Schotterabrieb hindeuten.



Abb. 10: „weiße Stellen“ im Schotter deuten auf Störstellen im Gleis hin

Im Entgleisungsbereich durchgeführte Schürfungen lassen oberflächennahe Wasseransammlungen erkennen. Zudem offenbarten die Schürfen, dass der Oberbauschotter unter der Betonschwelle derart mit bindigen Stoffen durchsetzt ist, dass eine kontrollierte Wasserableitung auf dem Planum nicht mehr ausreichend gewährleistet ist. Als Folge der Verunreinigung und des nicht abgeleiteten Wassers, entstehen unter den Belastungen aus dem Eisenbahnbetrieb die vorgefundenen Schlammstellen.



Abb. 11: Schürfstelle an der Entgleisungsstelle in km 76,950

Ca. 11 Stunden nach dem Ereignis wurde von der DB Netz AG eine unbelastete Gleislage-messung mit dem Messkleinwagen Krabbe durchgeführt. Bei dieser Messung wurden meh-rere hintereinanderliegende SR100-Überschreitungen in der Längshöhe aufgezeichnet und die bereits optisch erkennbaren Gleislagefehler dadurch bestätigt.

Die graphische Aufzeichnung der Messung Abb. 12 sowie das dazugehörige Überschrei-tungsprotokoll Abb. 13 sind nachfolgend dargestellt.

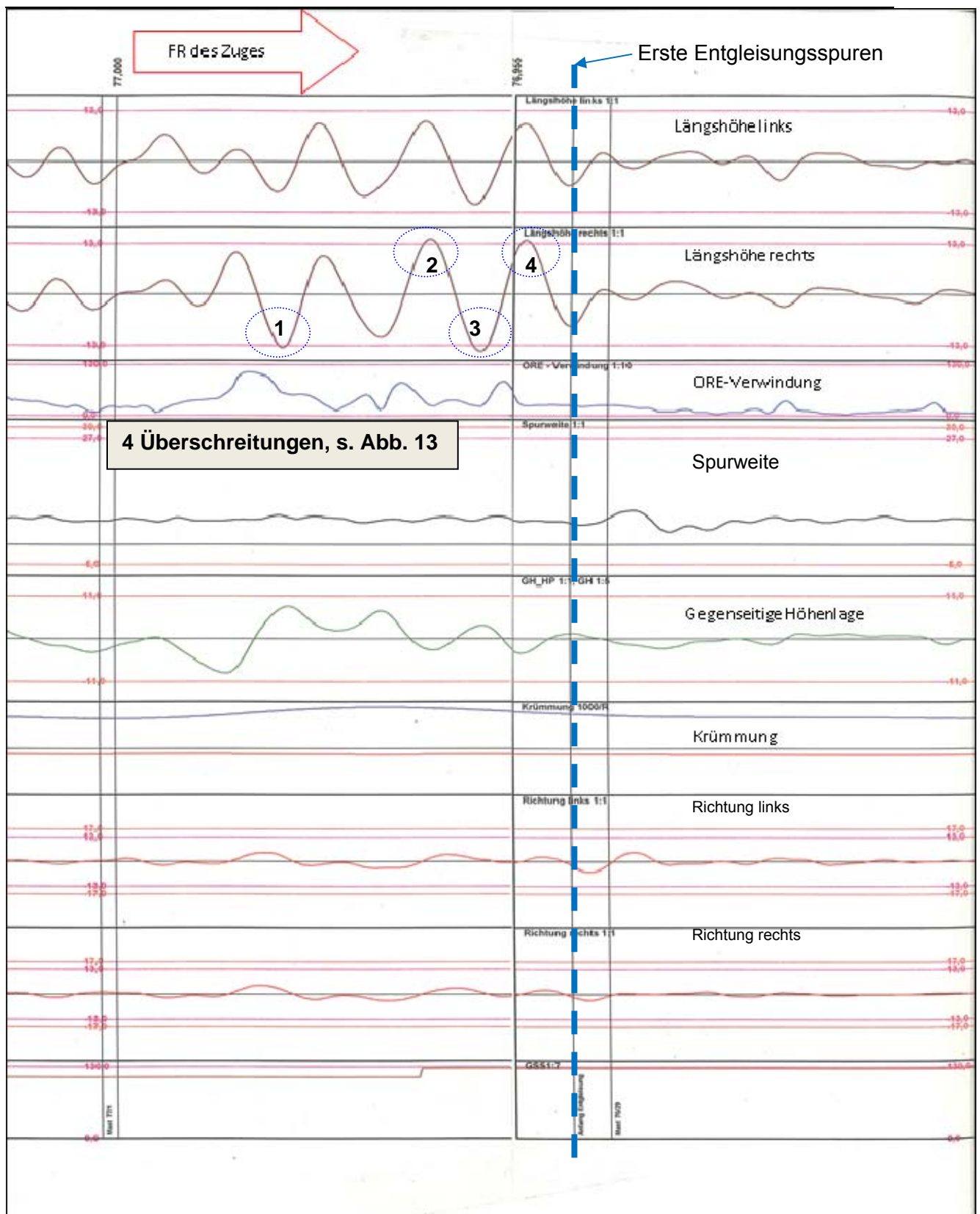


Abb. 12: Graphische Aufzeichnung des Messkleinwagens Krabbe vom 09.06.2013

Quelle: DB Netz AG, bearbeitet durch EUB

Überschreitungsprotokoll Krabbe	
Name :	3507-2
Bemerkung :	
Toleranzen : SR100	Datum, Zeit: 9/6/2013, 16:49,
KM von bis: 77,415000 - 76,729000	Stellung : Vorwärts

GB 1.part: noname [GB2 80 < V < 120 km/h]

km	Ereignisse	LH li/re Dreipunkt >SR100 mm	GH Hochpass >SR100 mm	ORE-Vw >SR100	PH li/re Dreipunkt >SR100 mm	Spurweite Min/Max <1430 / >SR100 mm	EF-GES >SR100 % von SR100
77,3+68,000	ÜA			Siehe graphische Darstellung Abb. 12			
77,1+55,000	ÜE						
77,1+51,250	Mast 77/7						
77,0+52,000	Mast 77/3						
77,0+1,750	Mast 77/1			1: Überschreitung LH re			
76,9+81	50°02.3606"N 007°48.8887"E		14				
76,9+66	50°02.3531"N 007°48.9010"E			2 – 4: Überschreitung LH re			
76,9+64	50°02.3531"N 007°48.9010"E		14	Erste Entgleisungsspuren			
76,9+59	50°02.3485"N 007°48.9080"E		15				
76,9+54	50°02.3485"N 007°48.9080"E		14				
76,9+48,500	Anfang Entgleisung						
76,9+44,250	Mast 76/29						
76,8+89,750	Mast 76/27						
76,8+66	50°02.3108"N 007°48.9553"E						106
76,8+54	50°02.3064"N 007°48.9605"E		14				
76,8+34,500	Mast 76/25						
76,7+82,500	Mast 76/23						
76,7+30,500	Mast 76/21						

Evaluated by DB Netz AG, Kassel, Germany (KRAB_81) (1/1)

130609164901.krx Krab SN:119 Printed:10.06.2013

Abb. 13: Überschreitungsprotokoll Krabbe vom 09.06.2013

Quelle: DB Netz AG

Feststellungen:

Durch die unbelastete Gleislagemessung mit dem Messkleinwagen Krabbe wurden insbesondere mehrere, hintereinanderliegende SR100-Überschreitungen in der Längshöhe der rechten Schiene bestätigt und dokumentiert. Diese sind im Graph und im Überschreitungsprotokoll Krabbe siehe Abb. 12 und Abb. 13 dargestellt.

Aufgrund der Feststellungen und Erkenntnisse vor Ort wurden weitere Untersuchungen zum Zustand der Entwässerungsanlagen und des Oberbaus eingeleitet.

4.5.3 Bauakte und Dokumentation

Gemäß Richtlinie 210.11xx der DB AG erhält jedes Bauwerk eine Anlagennummer und wird in einer Datenbank erfasst. Im Bereich des Hp Lorch wurden drei Anlagennummern für Entwässerungseinrichtungen im Anlagenbestand der DB Netz AG hinterlegt, wobei die vorgefundene flach verlegte Tiefenentwässerung darin nicht separat aufgeführt wurde. Die flach verlegte Tiefenentwässerung wurde dem technischen Platz „Bahnkörper insgesamt“ zugewiesen, wobei diesem Platz eine Länge von 47 km zugeschrieben ist. Technische Plätze sind Elemente einer Struktur, mit denen man aus Instandhaltungssicht individuelle Daten verwalten, individuelle Instandhaltungsmaßnahmen durchführen, Nachweise der durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen führen und technische Daten über längere Zeiträume hinweg sammeln und auswerten kann.

Im Anlagenbestand der DB Station&Service AG wurden keine Entwässerungseinrichtungen des Gleises im entsprechenden Abschnitt vorgefunden. Damit ist die flach verlegte Tiefenentwässerung eindeutig DB Netz AG zuzuordnen. Dem ALV KIB obliegt die Anlagenverantwortung im konstruktiven Ingenieurbau (KIB). Bei der Zuordnung in einem größeren Bauwerk, im vorliegenden Fall der „Bahnkörper insgesamt“, ist für die flach verlegte Tiefenentwässerung ein Entwässerungsheft zu führen. Folglich hätte die flach verlegte Tiefenentwässerung eine eigene Anlagennummer und einen eigenen technischen Platz im SAP-System erhalten müssen. Hierdurch hätten Regelinspektionsaufträge generiert und dementsprechende Inspektionen durchgeführt werden können. Unter Einhaltung der entsprechenden Inspektionsfristen für Entwässerungen wäre somit eine regelkonforme Überwachung zu gewährleisten.

Feststellungen:

Es wurde festgestellt, dass es sowohl keinen techn. Platz für die flach verlegte Tiefenentwässerung gab, als auch keine Anlagennummer für die Entwässerungsleitung als Einzelbauwerk vorlag. Für den Bahnkörper gibt es über einen größeren Streckenabschnitt eine Anlagennummer. Diese bildet den Bahnkörper insgesamt ab, wobei die Entwässerung nur einen sehr geringen Anteil davon darstellt. Da die flach verlegte Tiefenentwässerung nicht mit einem eigenen technischen Platz belegt ist, wurden demzufolge auch keine separaten Inspektionen und Inspektionsfristen generiert und durchgeführt.

4.5.4 Untersuchung der Untergrundverhältnisse im Erdbau

Mit dem Bauvorhaben Hp Lorch (Rh.), "Errichtung eines Außenbahnsteigs mit Personenunterführung und Rückbau des vorhandenen Mittelbahnsteigs, von km 76,980 bis km 80,080 der Strecke Wiesbaden Ost – Niederlahnstein (3507)" wurden im Entgleisungsbereich im Jahre 2010 Baumaßnahmen durchgeführt. Die Gesamtmaßnahme dient der Verbesserung der Betriebssicherheit der Eisenbahnstrecke und der Verbesserung des öffentlichen Schienenpersonennahverkehrs. Für das Bauvorhaben (BV) wurde im Bereich des Bahnsteiges ein geotechnischer Bericht zur Bewertung der Untergrundverhältnisse angefertigt. Da die Entgleisungsstelle lediglich ca. 150 m vom damaligen BV entfernt liegt, ist anzunehmen, dass sich die Baugrundverhältnisse aufgrund der relativen Nähe der Entgleisungsstelle zum Umbauabschnitt im geotechnischen Bericht der DE-Consult vom 20.12.2005 nicht wesentlich unterscheiden. Ziel eines geotechnischen Berichtes ist die Darstellung der Baugrundverhältnisse im Untersuchungsbereich, um Rückschlüsse auf deren Einfluss für das BV zu erlangen. Für den geotechnischen Bericht wurden an verschiedenen Stellen fünf Rammkernsondierungen ausgeführt. Die Bestimmung der Lagerungsverhältnisse erfolgte mittels einer schweren und einer leichten Rammsondierung. Die Aufschlüsse wurden zwischen den vorhandenen Gleisen, sowie bahnrechts an der Dammschulter und am Dammfuß durchgeführt. Die Aufschlüsse ergaben, dass der Gleisschotter mit sandigen, kiesigen Anteilen und Wurzeln durchsetzt war. Darunter stehen grob- feinkörnige Auffüllungen an. Entsprechend der Handspezifizierung und Kornverteilung können diese Böden den Bodengruppen [SI, GI, SU, SU*, GU*, GT, GT*] nach DIN 18196 zugeordnet werden.

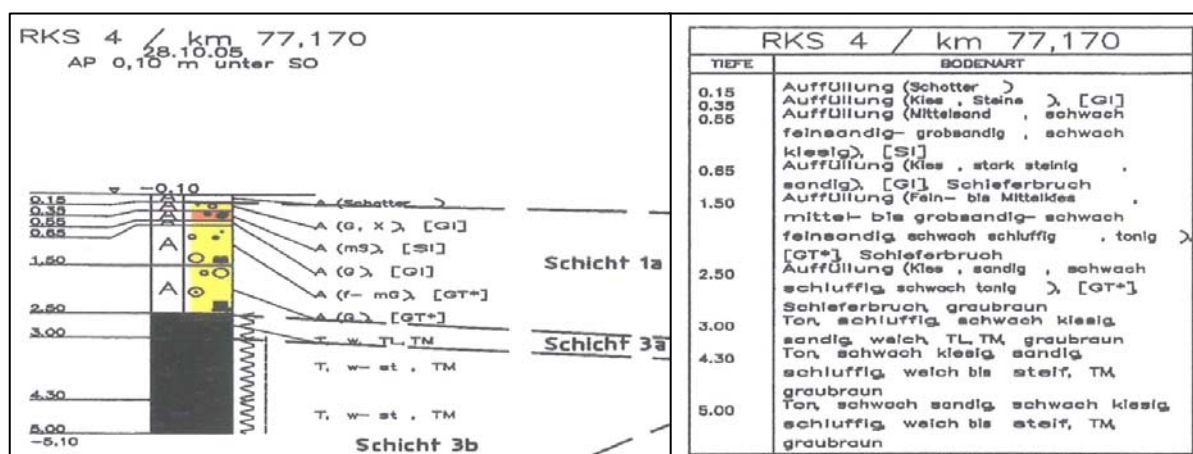


Abb. 14: Auszug aus dem geotechnischen Bericht des BV Lorch (Rh.) vom 20.12.2005

Quelle: DE-Consult

Die damals erkundeten grob- bis gemischtkörnigen Verwitterungsprodukte waren wasser-durchlässig und versickerungsfähig (siehe Abb. 14). Durch die Zunahme der Durchfeuchtung des Untergrundes kommt es zur Durchmischung mit den bindigen Schichten und dadurch zur Erhöhung des Feinkornanteils in den wasserdurchlässigen Schichten. Bei Erhöhung des Feinkornanteils kann die Durchlässigkeit derart abnehmen, dass es zur Schicht- und Stauwasserbildung kommen kann. Durch die hohe Feuchtigkeit in Verbindung mit der Verkehrsbelastung, sowie durch die einsetzenden Kapillarwirkungen, dringen feinkörnige Bestandteile des Unterbaus immer weiter in den Gleisschotter ein. Die Mischzone zwischen Planum und Gleisschotter nimmt weiter zu und entwickelt sich ohne geeignete Instandsetzung zu einer „Schlammstelle“ (siehe Abb. 11).

Der Zwischenbericht über das Ergebnis der technischen Untersuchung des Oberbaus nach der Entgleisung vom 09.06.2013 enthält auch die Stellungnahme des Fachbeauftragten Oberbau. Dieser kommt zu dem Schluss, dass es bei Wasserzutritt durch den voraussichtlich stark bindigen und nicht versickerungsfähigen Untergrund zu einem Aufweichen des Bodens und in dessen Folge zu einer Herabsetzung der Tragfähigkeit des Oberbaus kommt. Durch die Belastung des Oberbaus aus dem Eisenbahnbetrieb kommt es in der Folge zur Senkenbildung, die sich unter dem laufenden Betrieb weiter ausprägen.

Bei einer örtlichen Begehung am 10.06.2013 zeigten sich im Entgleisungsbereich, außer den sichtbaren Gleislagefehlern und den „weißen „Stellen im Schotter, keine weiteren optischen Hinweise auf Untergrundmängel. Der Gleisschotter wies an der Oberfläche, außer den „weißen Stellen“ keine markanten Verunreinigungen auf. Bei den mittlerweile zwischen den Schwellen vorgenommenen Schürfungen war hingegen eine deutliche Verunreinigung des Schotters mit bindigem Material sowie Wasseransammlung erkennbar. Derartige Schlammstellen führen zu einer Verringerung der Tragfähigkeit des Oberbaus, aus denen die vorgefundenen Gleislagefehler resultieren.

4.5.5 Untersuchung der Entwässerungsanlagen

Die Soll-Vorgabe ergibt sich aus der Ril 836.4603 Abschnitt 3, dem maßgeblichen Regelwerk für Anforderungen an Entwässerungen an Gleis- und Weichenanlagen in Bahnhöfen. In Gleis- und Weichenanlagen in Bahnhöfen sollen die Entwässerungsanlagen des Bahnkörpers das ober- bzw. unterirdisch zuströmende Wasser aufnehmen und schadlos ableiten. Die Entwässerung der Gleis- und Weichenanlagen soll aufgrund der Flächenausdehnung von Bahnhöfen und des in Bahnhöfen geringen Längsgefälles von maximal 2,5 ‰ mit einem Netz aus Sicker- und Sammelleitungen erfolgen. Das vom Planum abfließende Oberflächenwasser soll bei nicht versickerfähigem Untergrund zwischen jedem zweiten Gleis durch

Gemäß Ril 836.4603 Abschnitt 3 soll in Gleisanlagen auch bei Haltepunkten zwischen zwei Gleisen eine flach verlegte Entwässerungsleitung eingebaut werden. Derartige Anlagen werden in der Regel dem konstruktiven Ingenieurbau zugerechnet. Der anlagenverantwortliche Mitarbeiter hat die hierfür vorgegebenen Regelungen zu beachten.

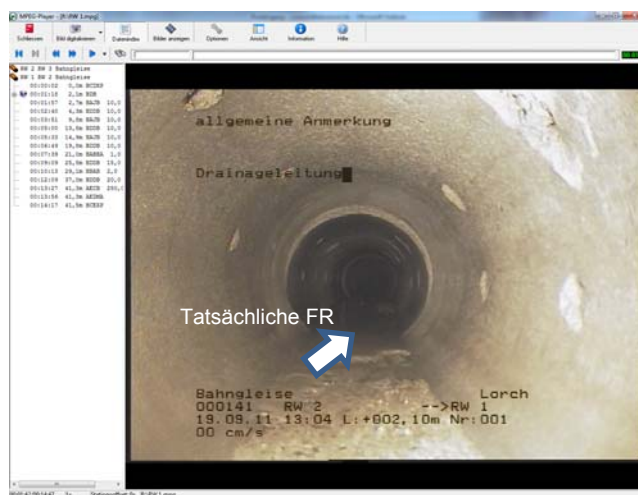
[illegible]

Voraussetzung für eine fachlich qualifizierte Kontrolle und Untersuchung der Entwässerungsanlagen ist die Vorhaltung eines Entwässerungsheftes. Als Grundlage für die Untersuchungsaufträge werden aus dem SAP-System Untersuchungsaufträge für die Überwachungen generiert und weisen somit den zuständigen ALV auf die frist- und termingerechte Überwachung der Anlage hin. Für die Entwässerungsanlage im Entgleisungsbereich lag bis

Untersuchungsbericht

Zugentgleisung, 09.06.2013, Kaub - Lorch (Rhein) Üst

zum Tag der Entgleisung kein Entwässerungsheft vor. Das Entwässerungsheft wurde von der DB Netz AG erst nach dem Auskunftersuchen der EUB vom 15.05.2014 nachträglich erstellt. Hierbei wurde dokumentiert, dass die Entwässerungsleitung am 19.09.2011 mittels TV-Befahrung untersucht wurde. Die Originalunterlagen dieser TV-Befahrung konnten von DB Netz nicht vorgelegt werden. Alle Angaben im nachgeführten Entwässerungsheft beziehen sich auf eine Kopie der ausführenden Firma, die der DB Netz AG im Dezember 2014 überstellt wurden. Folglich ist es nicht nachvollziehbar, ob die Prüfung und Bewertung der Bilder durch den zuständigen ALV KIB durchgeführt wurde, da hierzu keinerlei Unterlagen vorgelegt wurden. Bei der nachfolgenden Bilddokumentation (Bilder 4 - 6) der TV-Befahrung vom 19.09.2011 wurde die Fließrichtung falsch angegeben.



Bilder 4 - 6:

Aufnahmen der Kamerabefahrung zeigen, dass sich Wasser teilweise im Rohr staut.

Quelle: Entwässerungsheft der DB Netz AG

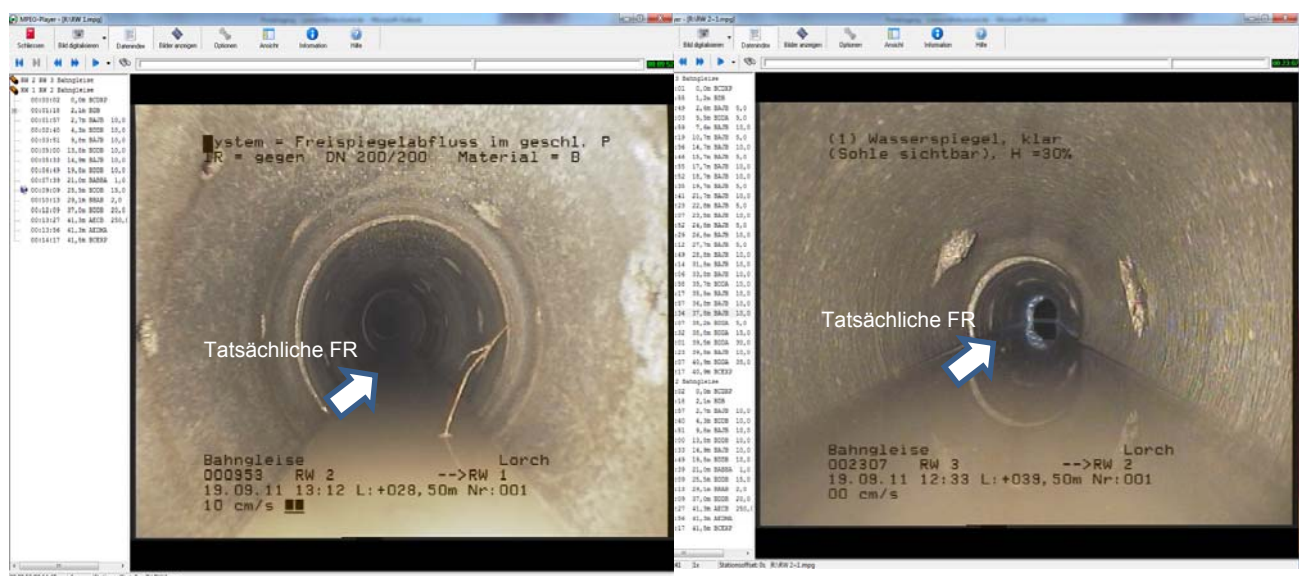




Bild 7: Aufnahme Schlussschacht

Quelle: Entwässerungsheft DB Netz AG

Aufgrund der vorliegenden TV-Befahrung der Leitung ist im Bild 7 ersichtlich, dass der Schlussschacht komplett verschlammt und funktionsuntüchtig war. Aufgrund der Größe und Geometrie des Schachtes, sowie der anstehenden Topographie, kann vermutet werden, dass der Schlussschacht bei der Erstellung als Versickerungsschacht ausgebaut wurde. Der fehlende Auslass zur Vorflut untermauert diese Vermutung.

Feststellungen:

Die aus den SAP Datenbanken generierten Inspektionsaufträge dienen als Grundlage einer frist- und termingerechten Überwachung u.a. auch der Entwässerungsanlagen. Für den ALV KIB waren jedoch keine separaten Aufträge bezüglich der Inspektion der Entwässerungsanlage generiert, da die Entwässerung nicht mit einem eigenen technischen Platz im SAP-System erfasst war. Dies hatte zur Folge, dass Inspektionen auf die Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit der Entwässerungsanlagen lediglich im Zusammenhang mit den Untersuchungen an dem konstruktiven Bauwerk, hier „Bahnkörper insgesamt“, durch den ALV KIB je nach Bauwerksart alle 1-3 Jahre durchgeführt wurden. Da die Frist für eine Untersuchung dem konstruktiven Bauwerk galt, kann davon ausgegangen werden, dass die Untersuchung der Entwässerungsanlagen nicht mit der dafür nötigen Aufmerksamkeit durchgeführt wurde. Gemäß der Anlagenbuchhaltung wurde der technische Platz mit der Bauwerksklasse 2 hinterlegt und hätte mindestens 1x alle 3 Jahre untersucht werden müssen.

Gemäß Richtlinie 836 ist der ALV KIB dafür zuständig, die konstruktiven Bauwerke regelmäßig zu inspizieren.

4.5.6 Untersuchung des Oberbaus

Wie bereits ausgeführt wurden bei der Begehung des Unfallgleises mehrere hintereinander liegende Senken im Gleis festgestellt.

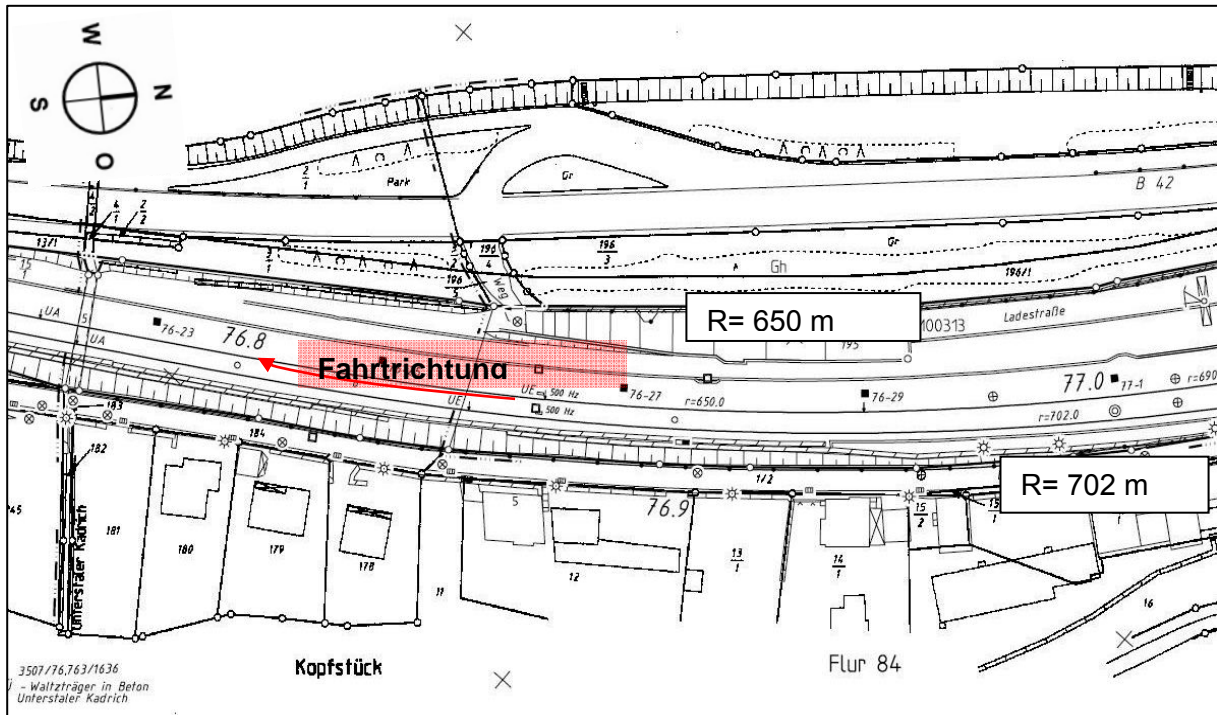


Abb. 15: Lageplanausschnitt Hp Lorch

Quelle: DB Netz AG

Bei den Senken handelt es sich um Längshöhenfehler auf der rechten und linken Schiene. Innerhalb dieses Gleisabschnitts wurden zudem mehrere „weiße Stellen“ festgestellt, die auf eine verminderte Tragfähigkeit hinweisen. Die „weißen Stellen“ im Schotter entwickeln sich durch anhaftendes Gesteinsmehl an den Schottersteinen, was bei unruhiger Gleislage durch Reiben aneinander entsteht. Zur weiteren Ursachenermittlung wurden die durchgeführten Gleisüberwachungen mit in die Untersuchungen einbezogen.

Die Soll-Vorgaben für die Überwachung der Gleise sind in der DB Richtlinie 821 „Oberbau inspizieren“ hinterlegt. So werden gemäß dieser Ril die Gleise der DB Netz AG mehrmals pro Jahr durch unterschiedliche Inspektionen überwacht. Die Regelinspektionen zur Gleisbegehung finden entsprechend dem Prüfplan im SAP-System für das betroffene Gleis 2 in den Monaten Februar, Juni und im Oktober statt. In begründeten Fällen kann diese ausnahmsweise bis zu zwei Monate später erfolgen. Die Regelinspektionen Gleisgeometrie-messung, die durch den ALV Oberbau begleitet werden, finden in den Monaten März und September statt. In begründeten Fällen kann diese ausnahmsweise bis zu zwei Monate spä-

ter erfolgen. Zudem finden zwischen den Gleisbegehungen in regelmäßigen Abständen nachweispflichtige Gleisbefahrungen durch den ALV Oberbau statt.

Oberbau inspizieren Grundlagen der Oberbauinspektion	RiL 821.1000A01
<p>1 Begriffe</p> <p>Zu den Bahnanlagen gehören:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. die Fahrbahn = Oberbau als Schotteroberbau (Schienen, Befestigungsmittel, sonstiges Zubehör, Schwellen, Bettung) sowie als Feste Fahrbahn; 2. der Unterbau (z.B. Erdkörper als Damm, Einschnitt oder Anschnitt, Böschungen, Felshänge); 3. die baulichen Anlagen der Eisenbahninfrastruktur (z.B. Ingenieurbauwerke, Tunnel, Erd- und Stützbauwerke, Schallschutzwände, Bahnübergänge, <u>Entwässerungsanlagen</u>, Einfriedungen, Bahnsteige und andere Zugänge, Rand-, Flucht- und Rettungswege); <p>...</p>	<p>Definition</p> <p>Bahnanlagen</p>

Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke Inspektion	RiL 836.8001
<p>4 Überwachung</p> <p>(1) Erdbauwerke und sonstige geotechnische Bauwerke sind im Rahmen der Gleisbegehung gemäß RiL 821.2003 zu überwachen.</p> <p>Die Überwachung ist die Beobachtung des Istzustandes der vom Gleisbereich aus zu erkennen ist.</p> <p>...</p>	<p>Erfordernis</p>

							Regelfall/ Fristen für neue Bau- werke
Bild 1 Im Regelfall einzuhaltende Fristen für Inspektionen und Zuständigkeit							
Inspektionsart	Zeitabstände	Erdbauwerk			Stützbauwerke / Tröge		Nachweis
		Festgesteinsböschung (FG)	Locker-gesteinsböschung (LG)	Uferschutz, Rückhaltebecken	massive Stützbauwerke	flexible Stützbauwerke	
Überwachung	Analog zur RIL 821.2003, Abschn. 3, Tabelle 1	alle Bauwerksklassen einschl. Entwässerungsanlagen (nicht objektbezogen) Mitarbeiter gemäß RIL 821, Abschn. 3, Tabelle 1					gemäß RIL 821.2003
Untersuchung (U)	mind. 1 x jährlich mind. 1 x in 3 Jahren	Ingenieur	Ingenieur	Ingenieur	Ingenieur	Ingenieur	Inspektionsliste bei Bedarf Schadensliste / Gutachten
Begutachtung (B)	mind. alle 6 Jahre	Bauwerksklasse 3 (objektbezogen) Fachbeauftragter					Gutachten
Sonderinspektion	nach Erfordernis	alle Bauwerksklassen in besonderen Fällen (eingehend objektbezogen) bei U Ingenieur, bei B Fachbeauftragter					Gutachten

Oberbau inspizieren Gleisbegehung durchführen Beispiel Inspektionsinhalte übrige Bahnanlagen		RiL 821.2003Z02
1 Allgemein (1) in nachfolgender Tabelle sind beispielhaft Inspektionsinhalte der Gleisbegehung zur Bahnanlage dargestellt.		Inspektionsinhalte Auffälligkeiten/ Schadensentwicklung
Entwässerung	Bahngraben voll mit stehendem Wasser Vegetation (z.B. Ablage von Rückschnitt) Schächte (zerstört, nicht funktionsfähig) Unkontrollierte Zuführung von Oberflächenwasser (z.B. durch Dritte oder infolge starker Regenfälle)	
...		

Für diese Inspektion der Gleise macht die Ril 821.2001 folgende Vorgaben:

Oberbau inspizieren	RiL 821.2001
Prüfung der Gleisgeometrie mit Gleismessfahrzeugen	
4 Planung und Durchführung der Inspektion (1) Der ALV hat die Prüfung der Gleisgeometrie mit GMFZ zu veranlassen. ... (3) Der ALV oder ein von ihm beauftragter Vertreter (siehe RiL 820.0140) hat sich in seinem Zuständigkeitsbereich an der Regelinspektionsfahrt zu beteiligen. ...	Veranlassung Teilnahme an Inspektion
5 Prüfgrößen und Beurteilungsmaßstäbe (1) Die GMFZ messen die Längshöhe, die Pfeilhöhe bzw. die Krümmung, die gegenseitige Höhenlage und die Spurweite. Aus diesen Messwerten werden weitere Parameter wie die Verwindung, der Überhöhungsfehlbe-	

<p>trag, die Standardabweichung und die mittlere Spurweite über 100 m (RAILab) berechnet.</p> <p>Die Qualität der Gleislage wird mittels Prüfgrößen für Einzelfehler und Prüfgrößen für Gleisabschnitte von 250 m Länge beurteilt.</p> <p>...</p> <p>(2) Die Prüfgrößen für die Beurteilung der Einzelfehler der Gleislage sind</p> <ul style="list-style-type: none">- Längshöhe- Verwindung- Spurweite- gegenseitige Höhenlage- Pfeilhöhe <p>Die Gesamtbeurteilung Einzelfehler (EF-Gesamt) ist eine Aussage über den Größten, auf den jeweiligen SR100-Wert bezogenen Einzelfehler innerhalb eines 25m-Abschnittes. Bei der Einzelfehlerbeurteilung sind kombiniert auftretende Einzelfehler besonders zu berücksichtigen.</p> <p>...</p>	
--	--

Die mit dem GMFZ am 11.04.2013 bei der letzten Regelinspektion vor der Entgleisung festgestellten Gleislagemängel wiesen im Bereich der späteren Entgleisungsstelle markante Lage-fehler bei der Längshöhe (LH), der Verwindung (Vw) und der gegenseitigen Höhenlage (GH) auf. Gemäß Grenzwert-Überschreitungsprotokoll (Abb. 17) überschritt ein LH-Fehler in km 76,981 SRlim. Bei der eingeleiteten Sofortmaßnahme wurde der Mangel durch Handstopfung instandgesetzt. Bei den Parametern Gleisverwindung wurde SR100 überschritten und bei der gegenseitigen Höhenlage lediglich SR100 erreicht aber nicht überschritten.

3507-2 Niederlahnstein – Wiesbaden Ost			11.04.2013 12:02			RL13041106.srl (4)		
km	vzul aus IIS-Daten [km/h]	LH II/re Dreipunkt > SRLim [mm]	GH Hochpass > SRLim [mm]	ORE-Vw > Grenzwert	nicht belegt	PH II/re Dreipunkt > SRLim [mm]	Spw 1435 Min/Max <1428/>SRLim [mm]	nicht belegt
88,020 + 000	90	20	Sofa gestopft	v. Hdl. Wörsdörfer			11.04.13	
88,019 + 000	90	20	Sofa gestopft	v. Hdl. Wörsdörfer			11.04.13	
76,981 + 000	110	(18)	Sofa gestopft	v. Hdl. Wörsdörfer			11.04.13	
52,072 + 000	100	22	Sofa gestopft	v. Hdl. Wörsdörfer			11.04.13	
37,558 + 000	70					25		

DB Netz
ENP/31
Grenzwert-Überschreitungsprotokoll RAILab-1
Version 4.0

Abb. 17: Grenzwertüberschreitungsprotokoll RAILab-1 vom 11.04.2013

3507-2 Niederlahnstein – Wiesbaden Ost		11.04.2013 12:02		RL13041106.srh (4)				
km	nicht belegt	LH li/re Dreipunkt > SR100 [mm]	GH Hochpass > SR100 [mm]	ORE-Vw > SR100	nicht belegt	PH li/re Dreipunkt > SR100 [mm]	Spw 1435 Min/Max <1430/>SR100 [mm]	Spw 1435 Mittelwert <TSI [mm]
88,020 + 000		20			Sofa Werdohr 12 ^{te} fe			
88,020 + 000		15				stopf. von Hd. 12.04.13		
88,034 + 000				101	Sofa Werdohr			
88,019 + 000		20				DUA 121 96 929		
88,019 + 000		15			DUA 121 97 290			
88,015 + 000				103				
84,836 + 000		15			DUA 121 97 290			
84,835 + 000				105				
84,433 + 000		14			Sofa Werdohr stopf. von Hd. 11.04.13			
84,233 + 000		14				wird mit DUA am 21./22.04.13		
76,981 + 000		18			maschinell gestopft			
76,985 + 000				119		OSS 126 62 955		
76,863 + 000				106	DUA Sprinter 130 59 088			
68,652 + 000	FAH W2 ZGV			105	FGSM W1 16 Herzstück KLI			
64,106 + 000				103	platteln 121 87 279			
60,272 + 000					+ OSS ZGV Schleif. 126 30 768			
60,274 + 000	ii			107	DUA 125 97 059			
58,784 + 000				101	DUA 126 00 424			
56,344 + 000	BÜ 93 vor BÜ			103	DUA Sprinter 130 63 428			
52,874 + 000		15			Schlammstelle Sofa Werdohr 11.04			
52,876 + 000				105	vorab gestopft v. Hd.	DUA 114 40 976		
52,072 + 000		22			DUA Sprinter 130 63 970			
52,072 + 000		17			DUA 127 84 559			
49,606 + 000		14			DUA Sprinter 130 63 936			
44,588 + 000		14			KLI 126 64 024 + RL Re 126 89 794			
42,372 + 000		13			KLI ZWP 80 einb. 130 45 176			
42,372 + 000	(42,340)	13			18	Radlenk. K-HZ erneuern 130 45 390		
38,746 + 000	WA 903 Iso			102				
37,576 + 000	DKW 487			102				
37,560 + 000	FWO ii							
37,558 + 000	ii	ii						

Abb. 18: SR100-Überschreitungsprotokoll vom 11.04.2013

Die Ril 821 regelt, welche Grenzwerte bei der Einzelfehlerausprägung einzuhalten sind und welche Maßnahmen bei Überschreitung zu ergreifen sind. Nach Vorgabe der Ril 821.2001 Abschnitt 5 Absatz 2, sind kombiniert auftretende Einzelfehler besonders zu berücksichtigen. Da der Begriff „kombinierter Einzelfehler“ in der Ril nicht näher definiert ist, kann daraus abgeleitet werden, dass die Kombination sowohl gleicher als auch unterschiedlicher Fehler darunter zu verstehen ist. Demnach fallen sowohl verschiedene sich überlagernde Einzelfehler an einer Stelle im Gleis als auch gleiche hintereinander liegende Einzelfehler, wie die hier zu betrachtenden periodisch vorkommenden Längshöhenfehler, unter diesen Begriff. In der DIN EN 13848 werden derartige Fehler erstmals - im Normentwurf mit Ausgabedatum September 2016 - als zyklische Gleislagefehler beschrieben

In den Messschrieben der dem Unfall vorangegangenen Regelinspektionen waren neben den vorstehenden Mängeln vom 11.04.13 weitere markante Gleislagemängel bei den Mes-

sungen vom 19.03.2012 und vom 10.09.2012 zu erkennen. Unter Berücksichtigung, dass kombiniert auftretende Einzelfehler besonders zu beachten sind und der Erkenntnis, dass die bisher durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen nicht erfolgreich waren, hätten geeignete kompensierende Maßnahmen bis zur Klärung der Ursache die Sicherheit im Eisenbahnbetrieb erhöhen können. Bei konsequenter Beachtung der vorherigen Inspektionsergebnisse hätte der Anlagenverantwortliche nach der Inspektion vom 11.04.2013 die bereits bekannten Schwachstellen in engeren Intervallen überwachen können. Auch weitere betriebliche Maßnahmen, wie z.B. die Reduzierung der Geschwindigkeit im auffälligen Streckenabschnitt hätten zur Erhöhung der Sicherheit beitragen können.

Oberbau inspizieren Grundlagen der Oberbauinspektion	RiL 821.1000
3 Inspektion und Inspektionsabstände (3) Können bekannte Schwachstellen, Bauzustände, die Auswirkungen außergewöhnlicher Witterungsverhältnisse oder vorübergehend erhöhte Beanspruchungen des Oberbaus nicht ausreichend durch die Regelinspektion überwacht werden, sind zusätzliche Inspektionen erforderlich. Der Anlagenverantwortliche nach RiL 820.0106 hat über Notwendigkeit, Art, Umfang und Häufigkeit einer zusätzlichen Inspektion zu entscheiden, die Entscheidung zu dokumentieren und die Inspektion zu veranlassen. ...	Zusätzliche Inspektion

Oberbau inspizieren Gleisbefahrung durchführen	RiL 821.2004
2 Inspektion und Inspektionsabstände (2) Mit der Gleisbefahrung soll eine auf Oberbautechnischer Erfahrung gestützte Inspektion im Oberbau und der vom Fahrzeugaus einsehbaren anderen Bahnanlagen durchgeführt werden. ...	Inspektionsinhalt
4 Planung und Durchführung der Inspektion (2) Im Rahmen der Inspektionsplanung sollen die Inspektionen Gleisbefahrung und Gleisbegehung zeitversetzt so aufeinander abgestimmt werden, dass sie möglichst gleichmäßigen Abständen erfolgen. ...	Harmonisierung der Abstände

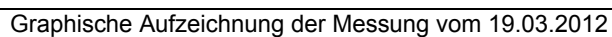
Die Regelinspektionen Gleisbegehungen und Gleismessfahrten wurden nachweislich regelkonform durchgeführt und dokumentiert. Zu den Regelinspektionen nach Ril 821 wurden durch den ALV Oberbau nachweislich zusätzliche Inspektionen durchgeführt und auch dokumentiert.

Die in der Tabelle dargestellten IH-Befundsmeldungen wurden durch den Infrastrukturbetreiber vorgelegt:

Datum Inspektionsart	Strecke / IH Befund- meldung / Ort	erforderliche Maßnahmen	Erledigung der Maßnahmen
2011			
28.02.2011 Gleisbegehung	Strecke 3507-2. Fehler in der Längshöhe; Gleis 2; km 77,100 bis 76,900	DUA Stopfen mit GSM/SSP Länge: 200 m	Maßnahme nachweislich erledigt
Der Auftrag zur Inspektion und die zugehörige Abarbeitung des Befundes wurden mit der Meldung am 28.02.2011 nachweislich durchgeführt.			
10./11.04.2011 Gleismessfahrt	Strecke 3507-2 Fehler in der Längshöhe; Gleis 2; km 77,000 – 76,700	Instandsetzungsauftrag: DUA mit GSM/SSP; Gleis 2 FLOR von km 77,000-76,700 Länge : 300m	MKS Aufschreibung GSM 08/32 liegt vor. Maschinelle Durcharbeitung am 10./11.04.2011 ausgeführt.
Der Auftrag zur Inspektion und die zugehörige Abarbeitung des Befundes wurden mit der Meldung vom 10./11.04.2011 nachweislich durchgeführt.			
Juni 2011 Gleisbegehung	NI01 Auftrag wurde erstellt	Ohne Befund	Maßnahme nachweislich im SAP System am 25.07.2011 geschlossen
September 2011 Gleismessfahrt	Auftrag wurde erstellt	Ohne Befund	Maßnahme nachweislich im SAP System am 29.11.2011 geschlossen
Okttober 2011 Gleisbegehung	NI01 Auftrag wurde erstellt	Ohne Befund	Maßnahme nachweislich im SAP System am 02.11.2011 geschlossen

Zugentgleisung, 09.06.2013, Kaub - Lorch (Rhein) Üst

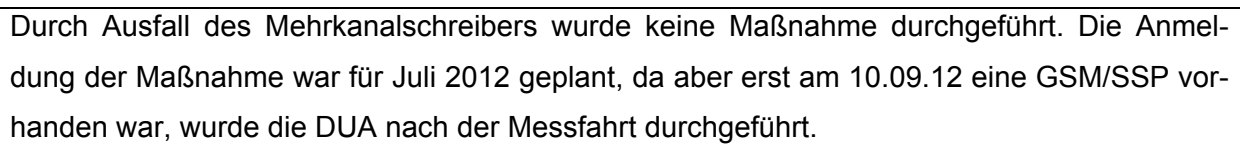
2012			
19.03.2012 Gleismessfahrt	Befundmeldung aus Messfahrt der Strecke 3507-2	DUA Stopfen mit GSM/SSP.	Ausfall der DUA-Maßnahme wegen Ausfall des Mehrkanalschreibers. Anmeldung für Juli 2012 .



Auszug aus dem Überschreitungsprotokoll vom 19.03.2012

km von	Km bis	Parameter	Wert	Schwellwert	Insp.Datum
75,8+75	75,9+0	ORE-Verw.	101 (3,65‰ bei 1,5m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	19.03.2012
76,9+75	77,0+0	ORE-Verw.	112 (5,00‰ bei 1,5m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	19.03.2012
76,9+75	77,0+0	GH Hochpass: Überschreitung SR 100+	12mm	11mm	19.03.2012

Juni 2012 Gleisbegehung	NI01 Auftrag wurde erstellt	Ohne Befund	Maßnahme nachweislich im SAP System am 28.06.2012 geschlos- sen
August 2012 Gleisbegehung	Zusätzlicher Auftrag NI01 wurde erstellt	Ohne Befund	Maßnahme nachweislich im SAP System am 17.08.2012 geschlos- sen
10.09.12 Gleismessfahrt	Strecke 3507-2	Instandsetzungsauftrag: DUA Gleis FKAU-FLOR von km 77,400 – 76,700	MKS Aufschreibung GSM 09/32 . liegt vor. Maschinelle Durcharbei- tung am 22./23.09.12 ausgeführt.



Auszug aus dem Überschreitungsprotokoll vom 10.09.2012

km von	Km bis	Parameter	Wert	Schwellwert	Insp.Datum
75,8+75	75,9+0	ORE-Verw.	101 (3,65‰ bei 1,5m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	10.09.2012
76,9+75	77,0+0	ORE-Verw.	112 (5,00‰ bei 1,5m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	10.09.2012
76,9+75	77,0+0	GH Hochpass: Überschreitung SR 100+	12mm	11mm	10.09.2012
Oktober 2012 Gleisbegehung	Auftrag zur Inspektion der Gleislage durch Gleisbegehung	Ohne Befund		Ohne Befund, Maßnahme nachweislich im SAP System am 22.10.2012 geschlos- sen	

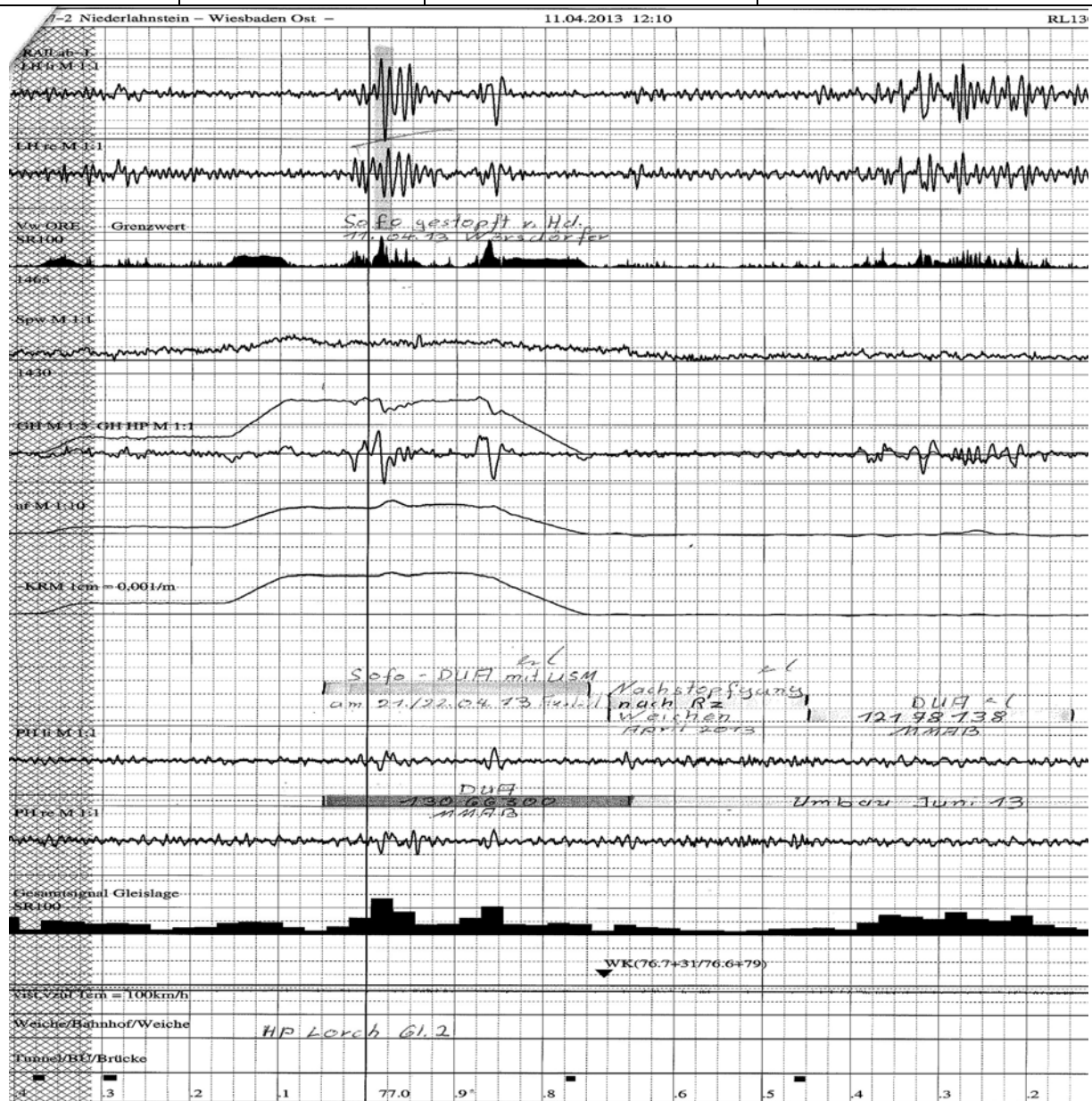
2013

Februar 2013 Gleisbegehung	Strecke 3507-2 Gleis 2	Ohne Befund	Objektliste liegt vor, Gleisbegehung ohne Befund.
27.03.2013 Gleismessfahrt	Strecke 3507-2 Gleis 2; km 77,330 – 76,750. Störmeldung Nr.13005902	Auftrag zur sofortigen Entstö- rung am 27.03.14	27.03.2014 Entstörung Schienenbruch Gleis 1; km 77,330 – 76,750.
04.04.2013 Gleisbegehung	Strecke 3507-2 Richtung 1 und 2 Fehler in der Längs- höhe	Stopfarbeiten zur Beseitigung der Längshöhenfehler Zeitraum 8.4. bis 30.4.	

Untersuchungsbericht

Zugentgleisung, 09.06.2013, Kaub - Lorch (Rhein) Üst

11.04.2013	Strecke 3507-2	DUA mit GSM /SSP vom km	<u>Erläuterung:</u>
Gleismessfahrt	Gleis 2; Km 77,300 - 76,750; Fehler in der Verwindung	77,050 – 76,950. 400m	siehe : RAILab Messergebnisse vom 11.04.2013 und Handstopfung



Nach dem Überschreitungsprotokoll vom 11.04.2013 SR100-Überschreitung in der LH und in der Verwindung. Mängel mit Handstopfung und DUA abgearbeitet.

Auszug aus dem Überschreitungsprotokoll vom 11.04.2013					
76,8+50	76,8+75	ORE-Verw.	103 (3,96‰ bei 3,0m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	11.04.2013
76,9+75	77,0+0	ORE-Verw.	119 (5,73‰ bei 1,5m)	100 (SR100 (GW2)/3,50‰)	11.04.2013
76,9+75	77,0+0	LH rechts: Über- schreitung SRlim+	18mm	13mm	11.04.2013
Am 11.04.2013 wurde aufgrund des RAILab Protokolls eine Niederschrift und Beurteilung einer Messung von Hand nach einer durchgeführten Instandsetzung im Gleis 2 von km 76,985 bis 76,975 gefertigt.					

Hinweis: Die Störmeldung für den 27.03.2013 mit der Nr.13005902 war falsch im SAP-System eingetragen und hat für die Entgleisungsursache keine Bedeutung.

Am Ereignistag wurde die Gleislage gegen 16:49 Uhr mit dem „Kleinmesswagen Krabbe“ von km 77,415 bis km 76,760 gemessen. Das Ergebnis dieser unbelasteten Messung ist in Abb. 12 und 13 dargestellt.

Am 12.06.2013 erfolgte ergänzend eine Sonderinspektion mit dem Messwagen für die Gleisinspektion (GMTZ). Die Messergebnisse zeigen im relevanten Streckenabschnitt bei km 77,950 Gleislagefehler bei der Längshöhe bis 17 mm. Dies entspricht gemäß Ril 821.2001 Tabelle 2 einer SR100-Überschreitung. Aufgrund der Ausprägung des Fehlers wird SRlim zwar erreicht aber nicht überschritten.

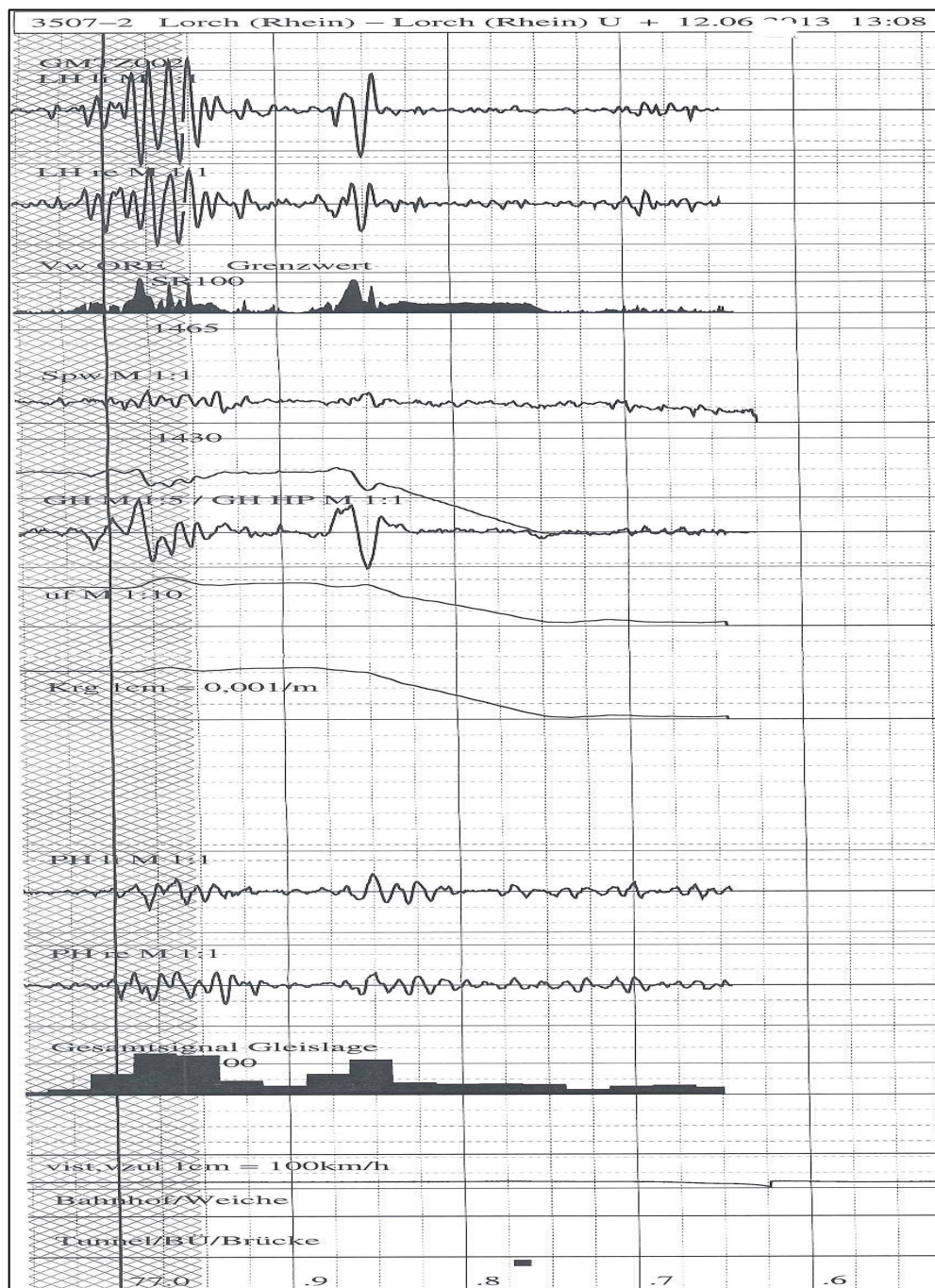


Abb. 19: Sonderinspektion vom 12.06.2013

Quelle: DB Netz AG

Lorch (Rhein) – Lorch (Rhein) U		3507-2	12.06.2013	12:53	G213061202.srh (01)			
km	nicht belegt	LH li/re Dreipunkt > SR100 [mm]	GH Hochpass > SR100 [mm]	ORE-Vw > SR100	nicht belegt	PH li/re Dreipunkt > SR100 [mm]	Spw 1435 Min/Max <1430/>SR100 [mm]	nicht belegt
81,489 + 000		14						
80,507 + 000		14						
80,478 + 000		15						
79,918 + 000		14						
79,706 + 000				101				
76,978 + 000		17						
76,979 + 000				114				
76,950 + 000		17						
76,951 + 000				101				
76,850 + 000		15						
76,850 + 000			12					
76,856 + 000				108				

Abb. 20: Überschreitungsprotokoll vom 12.06.2013

Quelle: DB Netz AG

Feststellungen:

In der Zeit von 2011 bis zum Ereignis wurden jährlich drei Regelinspektionen bei der Gleisbegehung und zusätzlich weitere drei Begänge sowie Streckenfahrten durchgeführt. Bis auf die Begehung am 28.02.2011 wurden alle Begehungen ohne Befund dokumentiert. Die Ergebnisse der gleisgeometrischen Inspektionen mit RAILab vom 19.03.2012 und vom 10.09.2012 zeigen geringfügige SR100-Überschreitungen im betroffenen Streckenabschnitt. Das Ergebnis der gleisgeometrischen Inspektion vom 11.04.2013 zeigt mehrere Gleislagefehler bei der Längshöhe mit SR100-Überschreitungen sowie einer SRlim-Überschreitung (LH 18mm). Die festgestellte SRlim-Überschreitung wurde als Sofortmaßnahme durch Handstopfung beseitigt und dies durch Handmessung am 12.04.2013 belegt.

Betrachtet man die Abschnittsbeurteilung des Messschriebs auf 25 m Länge, wurden einerseits mehrere hintereinander liegende LH-Fehler, sowie Fehler in der Verwindung nach ORE und in der gegenseitige Höhenlage bei diesem Gleisabschnitt dokumentiert. Gemäß Ril 821.2001 Abschn. 5 Abs. 2 sind die Prüfgrößen Längshöhe, Verwindung, Spurweite, gegenseitige Höhenlage, Pfeilhöhe für die Beurteilung der Einzelfehler der Gleislage maßgebend. Die Gesamtbeurteilung Einzelfehler (EF-Gesamt) ist eine Aussage über den größten, auf den jeweiligen SR100-Wert bezogenen Einzelfehler innerhalb eines Abschnittes von 25 m. Bei der Einzelfehlerbeurteilung sind kombiniert auftretende Einzelfehler besonders zu berücksichtigen. Folglich sind auch mehrere hintereinander auftretende Längshöhenfehler in

Verbindung mit Fehlern bei der Verwindung und der gegenseitigen Höhenlage als kombiniert auftretende Einzelfehler der Gleislage anzusehen und zu bewerten.

Seitens des ALV Oberbau wurde im Rahmen der kombiniert auftretenden Einzelfehlerbetrachtung die Inspektionsintervalle beim Gleisbegang verkürzt. Letztendlich führten diese Maßnahmen nicht zum Erfolg, da nur auf die Mängel aus der Gleislagemessung reagiert wurde. Eine Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit im maßgebenden Abschnitt oder eine Verkürzung der Inspektionsfrist bei der Gleislagemessung wurde nicht in Betracht gezogen. Der Nachweis der gleichen Sicherheit durch Verkürzung der Inspektionsintervalle beim Gleisbegang konnte nicht erbracht werden. Das vorliegende Schadensbild im Oberbau basiert eindeutig aus den Schäden im Unterbau. Eine funktionierende Entwässerung gewährleistet unter anderem die Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit des Gleises. Ist die Entwässerung schadhaft oder nicht funktionsfähig, führt dies nach und nach zur Durchfeuchtung des Unterbaus. Dies wiederum führt zwangsläufig zu Gleislagefehlern im Oberbau. Bei der visuellen Prüfung der Gleislage am 09. und 10.06.2013 wurden mehrere dicht hintereinander liegende LH-Fehler auf beiden Schienensträngen im Gleisabschnitt der Strecke 3507-2 von km 77,000 bis 76,950 vorgefunden.

Die nach dem Ereignis am 09.06.2013 durchgeführte unbelastete Aufmessung mit dem Messkleinwagen „Krabbe“ zeigt zwischen km 77,000 und km 76,955 mehrere hintereinander liegende SR100-Überschreitungen in der Längshöhe, sowie eine SR100-Überschreitung der Verwindung nach ORE. SRlim-Überschreitungen lagen nicht vor.

Die am 12.06.2013 durchgeführte gleisgeometrische Messung mit dem GMTZ zeigt deutlich höhere Werte im Vergleich zum Messergebnis der „Krabbe“ vom 09.06.13 (Krabbe 14mm bis 15mm /GMTZ 17mm was dem schwereren Messfahrzeug zuzuschreiben ist). Die planmäßigen Inspektionen wurden im betroffenen Streckenabschnitt gemäß der Vorgabe der Ril durchgeführt.

Anhand der dargestellten Instandhaltungshistorie ist erkennbar, dass sich im Bereich der Entgleisungsstelle bereits seit 2011 regelmäßig Gleislagestörungen eingestellt haben, die trotz nachgewiesener Instandsetzung nicht nachhaltig beseitigt werden konnten und regelmäßig wieder auftraten. Selbst die ca. 8 Wochen vor der Entgleisung durchgeführte IH-Maßnahme war nicht geeignet, einen dauerhaft ausreichenden Abnutzungsvorrat für eine sichere Betriebsführung zu gewährleisten. Somit ist festzustellen, dass die von der DB Netz AG über einen mehrjährigen Zeitraum gewählten Verfahren zur Instandsetzung der Gleislagefehler nicht geeignet waren, um die Mängel nachhaltig beseitigen zu können.

4.6 Untersuchung von Fahrzeugen

Der Güterzug besteht aus dem Tfz 1216950 und insgesamt 20 nahezu baugleichen Wagen mit dem Gattungsbuchstaben „La“. Bei den Wagen handelt es sich um zweigeteilte Autotransportwagen. Die einzelnen Einheiten der Wagen werden paarweise kurzgekuppelt und sind durch eine Rampe im Betrieb dauerhaft mit einander verbunden. Diese Kombination wird nach § 24 Abs. 2 (EBO) als ein Wagen betrachtet.

4.6.1 Zugbildung, Bremsverhältnisse und Wagenuntersuchung des DGS 90636

Nachfolgende Angaben sind dem Bremszettel und der Wagenliste des DGS 90636 entnommen:

Bezeichnung	Wagenzug	Triebfahrzeug	Gesamtzug
Gewicht (t)	760 (t)	87 (t)	847 (t)
Bremsgewicht (t)	684 (t)	90 (t)	774 (t)
Achsenzahl	80	4	84
Bremsenanzahl (mehrlosig)	20		
Wagenanzahl	20		
Länge (m)	620 (m)	20 (m)	640 (m)
Mindestbrems Hundertstel			90
Vorhandene Brems Hundertstel			91

Abb. 21: Angaben aus Bremszettel und Wagenliste

Eine erste Wagenuntersuchung erfolgte durch den Wagenmeister im Verladeterminale Soe der Train Group. Im Abgangsbahnhof Soe wird eine weitere vollwertige Wagenuntersuchung durch das verantwortliche EVU LOCON Benelux Bv durchgeführt. Bei beiden Wagenuntersuchungen werden keine technischen Mängel dokumentiert.

Feststellungen:

Zwischen der Train Group (Verladeterminale) und der LOCON Benelux Bv gibt es kein Vertrauensabkommen. Folglich wurde der Zug am Terminal einer vollwertigen Wagenmeisteruntersuchung unterzogen. Das in den Niederlanden zuständige EVU übernahm den Zug im Abgangsbahnhof Soe und führte hier ebenfalls eine vollwertige Wagenuntersuchung durch.

Diese wurde im vorliegenden Fall durch den Lokführer des 50583 vorgenommen, der sowohl die Befähigung zum Wagenmeister als auch zum Triebfahrzeugführer besitzt. Das Vertrauensabkommen zwischen der IGE und der LOCON Benelux Bv ermöglicht die vereinfachte Eingangsbehandlung des DGS 90636 im Grenzbahnhof Emmerich.

4.6.2 Auswertung der Elektronischen-Fahrten-Registrierung

Die Auswertung der Elektronischen-Fahrten-Registrierung (EFR) wurde am Triebfahrzeug 91 81 1216 950-6 der Wiener Lokalbahn GmbH vorgenommen. Das Triebfahrzeug ist mit einer induktiven Zugsicherungsanlage, System PZB 90 ausgerüstet. Am 09.06.2014 um 3:20:03 Uhr (DSK-Zeit) registrierte die EFR des führenden Fahrzeuges 91 81 1216 950-6 in km 76,500 eine Geschwindigkeit von 96 km/h. Um 3:20:24 Uhr (DSK-Zeit) befindet sich das Triebfahrzeug bei einer registrierten Geschwindigkeit von 104 km/h in ca. km 76,300. Gegen 3:20:47 Uhr durchfährt der Zug den Weichenbereich der Üst Lorch. Die EFR registriert um 3:24:10 Uhr (DSK-Zeit) bei kontinuierlich fallender Geschwindigkeit die Durchfahrt im Bf Assmannshausen mit 87 km/h. Die EFR des führenden Fahrzeuges registriert ab km 66,000 bei 92 km/h um 3:26:29 (DSK-Zeit) eine stetig abfallende Geschwindigkeit bis zum Stillstand in km 65,300 im Bf Rüdesheim (Rh). Das führende Fahrzeug kommt um 3:28:21 Uhr (DSK-Zeit) zum Stehen.

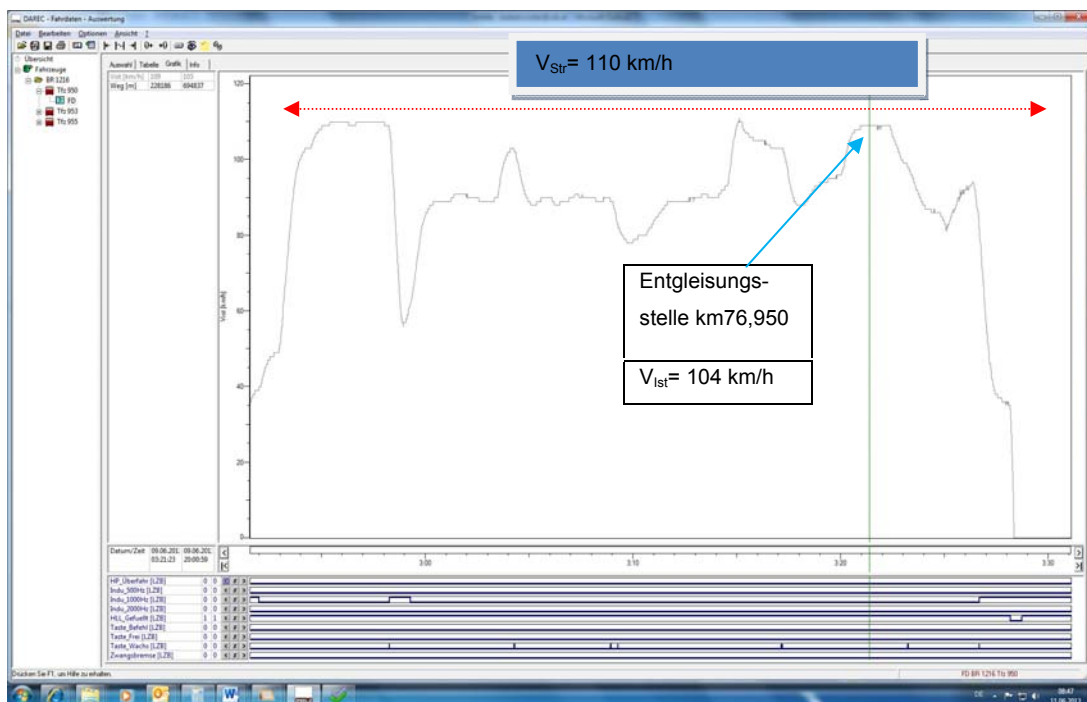


Abb. 22: EFR Triebfahrzeug 1216950 bearbeitet durch EUB

Feststellungen:

Um 5:20:24 Uhr (korrigierte Zeitangabe, Echtzeit) passierte der am Schluss des DGS 90636 laufende Autotransportwagen 23 88 4371 080-3 den Entgleisungsbereich in km 76,950 mit einer beim führenden Fahrzeug 91 81 1216 950-6 registrierten Geschwindigkeit von 104 km/h. Ca. 44 sec. nach der Entgleisung passiert der Zug mit zumindest einem entgleisten Wagen den Weichenbereich der Üst. Assmannshausen mit einer Geschwindigkeit von 108 km/h. Den Einfahrweichenbereich des Bf Assmannshausen in km 69,7 erreicht DGS 90636 spätestens nach weiteren 3 min und 20 sec. Die Bahnübergänge in km 69,7, 69,8 und 69,9 werden durch einen vor Ort befindlichen BÜ Beobachter überwacht. In diesem Bereich registriert die EFR eine gefahrene Geschwindigkeit von 87 km/h. Um 5:28:21 Uhr (korrigierte Zeitabgabe) kommt das Triebfahrzeug des DGS 90636 in unmittelbarer Nähe des Stellwerkes Rüdesheim (Rh.) zum Stehen. Die nach den Fahrplanunterlagen zulässigen Geschwindigkeiten wurden eingehalten.

4.6.3 Wagentechnische Untersuchung

Die beiden entgleisten Autotransportwagen verfügen über eine Serienzulassung der Nummer BE 53 2012 0002 vom 31.05.2012 der belgischen Sicherheitsbehörde (Service de Sécurité et d'Interopérabilité des Chemins de Fer (SSICF)). Weiterhin sind die beiden Fahrzeuge im belgischen Fahrzeugregister gelistet. Einmal zugelassene Fahrzeuge bewegen sich ab dem Zeitpunkt der Zulassung innerhalb der festgelegten Normen (DIN EN 14363) und haben ein stabiles Laufverhalten nachgewiesen. Die jeweiligen Reserven der Fahrzeugeigenschaften fallen typbedingt höher aber auch niedriger aus. Außergewöhnliche Gleislagefehler, wie die hier vorliegenden zyklischen Längshöhenfehler können ein normalerweise stabiles Laufverhalten stark beeinflussen (DIN EN13848).

Die vorgelegten Fahrzeugdossiers wie auch Konstruktionszeichnungen der ABRF INDUSTRIES aus Chateaubriant (Frankreich) wurden gesichtet und notwendige Daten zur Durchführung der Simulationsrechnung entnommen.

Nach der Entgleisung wurde der Zug im Bf Rüdesheim erstmalig in Augenschein genommen. Augenscheinliche Mängel wurden hierbei nicht festgestellt.

Bei der anschließenden wagentechnischen Untersuchung im Werk Kaiserslautern wurden die Wagen mit den Nummern 23 88 4371 098-5 und 23 88 4371 080-3 auf ihren ordnungsgemäßen Zustand untersucht. Der Fokus richtete sich vorrangig auf den lauffechnischen Zustand der Wagen. Die Laufleistung der beiden Wagen betrug bis zum Ereignistag ca. 62.800 km. Die Laufflächen der Räder, soweit diese nicht durch die Entgleisung beschädigt

waren, wiesen nur geringe Abnutzungen auf. Die festgestellten Schäden an Achsen, Federn und Aufhängungen wurden als Folge-schäden eingestuft. Die Puffer hatten an den entgleisten Wagen einen normalen Schmierzustand (siehe Abb. 23).



Abb. 23: Puffer des entgleisten Autotransportwagens

Auffällig war allein, dass bei einer von der DB Netz AG streckenseitig durchgeführten Schallmessung am letzten Wagen mit der Nummer 23 TEN 88 B – Touax 4371 0803 des Unfallzugs eine Lärmquelle detektiert wurde. Ursache hierfür war die in Abb. 24 dargestellte Flachstelle des Radsatzes 10003405 (in Fahrtrichtung 1. Achse von 4).



Abb. 24: Flachstelle des Radsatzes 10003405

Da sich die Fehlergröße der Flachstelle unterhalb der von nach AVV Anlage 9 definierten Eingreifschwelle von 60 mm bei Raddurchmessern größer 630 mm befindet, ist diese als nicht entgleisungsrelevant einzustufen.

Die Ladebühnenverriegelung der entgleisten Wagen befand sich in einem Zwischenzustand zwischen verriegelt und geöffnet.



Aufnahme des Zwischenzustandes einer Verriegelung bei EuroMaint Rail GmbH in Kaiserslautern

Abb. 25: Verriegelungseinrichtung der Hebebühne

Die Bühne des letzten Wagens war einseitig abgesenkt. Bei genauerer Betrachtung war an den Aufschlagspuren des Bolzens auf der Verriegelung erkennbar, dass sich die Bühne vor der Entgleisung oberhalb der Verriegelung befunden haben muss.

Um das Fahrverhalten der Wagen genau simulieren zu können, wurde auch die Kennlinie der Parabelfedern bei der Firma Langen & Sondermann in Lünen aufgenommen. Hierbei wurden keine Kennlinienabweichungen festgestellt. Die Betrachtung von Nässe zwischen den Federblättern als schmierendes Medium wurde verworfen, da die eventuell vorhandene Nässe auf Grund der hohen Reibung zwischen den Federblättern, bereits nach kurzer Fahrzeit verdampft.



Abb. 26: entgleister Radsatz eines Laaers-Wagen

Feststellungen:

Die Autotransportwagen waren technisch in einem guten Zustand. Die vorgefundenen Mängel waren mit Ausnahme der Flachstelle als Folge der Entgleisung einzustufen. Die Ausprägung der Flachstelle lag hierbei noch innerhalb der lauftechnisch zulässigen Toleranz.

4.7 Simulationsuntersuchung

Aufgrund der vermuteten aber nicht eindeutig belegbaren Entgleisungsursache wurden weitere Untersuchungen eingeleitet. Ziel war es, die Wechselwirkung zwischen Fahrzeug und Fahrweg im Bereich der Entgleisungsstelle detaillierter darzustellen. Am Institut der Firma SIMTES wurden hierzu der Fahrweg mit den Gleislagefehlern und das entgleiste Fahrzeug umfangreich modelliert und die Zugfahrt im Abschnitt der Entgleisungsstelle simuliert. Hierfür wurde von dem Fahrzeug ein Mehrkörpermodell in SIMPACK Version 9.5/9.6 aufgebaut, sowie aus 4 gekoppelten Wagen ein 2(2)-Wagen-Zug modelliert. Das Modell wurde basie-

rend auf den vorliegenden Unterlagen wie Zeichnungen, Datenblätter, CAD Daten erstellt, wobei unbekannte Parameter abgeschätzt bzw. durch Rechnungen (Laufstabilität des Fahrzeugs, Steifigkeiten Wagenkasten) ermittelt wurden. Insbesondere die Abbildung der Blattfedern mit ihrer Hysterese und die Radsatzhalter wurden detailliert abgebildet. Durch Plausibilitätsrechnungen wurde die korrekte Modellierung und Gültigkeit des Modells überprüft.

Zusammen mit den gemessenen Gleislagedaten und der Trassierung wurden in diesem Streckenabschnitt die Rad/Schiene-Kräfte, der Entgleisungskoeffizient Y/Q und das Radanheben für verschiedene Geschwindigkeiten (80 km/h – 140 km/h) und Konfigurationen (Einzelfahrzeug, 2-Wagen-Zug, beladen/unbeladen) ermittelt.

Eine Analyse der Anregung durch die zyklischen Gleislagefehler und die Eigenschaften des Fahrzeugs ergibt, dass neben der Hubbewegung auch die Nick- und Wankbewegungen der Wagenkästen angeregt werden. Dabei zeigt sich, dass die starke Anregung des Fahrzeugs zu einem Radanheben von 7 mm führt. Ebenso liegt der Entgleisungskoeffizient mit 0,9 über dem zulässigen fahrtechnischen Grenzwert von 0,8 nach EN 14363. Da das Radanheben über dem als kritisch eingestuften Wert von 6 mm liegt, ist somit insbesondere bei einer Bogenfahrt von einem erheblichen Entgleisungsrisiko auszugehen.

Der vollständige Bericht zu den Fahrzeug-, Fahrweg-Simulationsrechnungen ist dem Untersuchungsbericht als Anlage 1 beigelegt.

5 Auswertung und Schlussfolgerungen

5.1 Betriebliches Verfahren

Die signaltechnisch angezeigten Meldungen im Stellbereich des ESTW im Steuerbereich Oberlahnstein-Süd belegen, dass um 5:22 Uhr für die Weiche 1 eine Störmeldung „Weiche aufgefahren“ angezeigt wurde. Zeitgleich wurde der Achszähler AZA9 sowie die Gleisfreimeldeabschnitte 31B3210; 31G2210 und der Gleisfreimeldeabschnitt der Weiche 31W1 als gestört angezeigt. Um 5:25 Uhr trat bei der Durchfahrt des DGS 90636 an der Weiche 11 in Assmannshausen eine weitere Weichenstörmeldung (Auffahrmeldung) auf. Zwischen 5:25 Uhr und 5:26 Uhr offenbarten die signaltechnischen Meldungen mehrere Auffahrmeldungen der Weichen auf der Betriebsstelle Assmannshausen. Die Störmeldeanzeigen setzten sich beim özF Oberlahnstein-Süd bis 5:28 Uhr mit der zeitlich zuletzt angezeigten Störmeldung des Gleisfreimeldeabschnittes 26B202 fort.

Grundsätzlich können Störmeldungen sowohl auf zugbewirkte bzw. signaltechnische Störungsursachen oder auf einen Eingriff Dritter zurückzuführen sein. Unter Berücksichtigung, dass die erste Störmeldung um 5:22 Uhr als eine signaltechnische Störung gewertet werden

konnte, hätte spätestens um 5:26 Uhr bei der Durchfahrt des DGS 90636 aufgrund der weiteren Störmeldungen, insbesondere der fortlaufenden Auffahrmeldungen von Weichen, die Störungsursache als zugbewirkte Störung erkannt werden müssen. Die Auswertung des Meldebildes von Gleisfreimeldestörungen und Weichenstörungen im zeitlichem Zusammenhang mit dem Laufweg des DGS 90636, der als einziger Zug im relevanten Streckenabschnitt zu dieser Zeit unterwegs war, lassen keinen anderen Schluss zu. Folglich wäre es spätestens um 5:26 Uhr erforderlich gewesen einen Nothaltauftrag gemäß Ril 408.0581 3 abzusetzen.

Sowohl der özF Oberlahnstein-Süd als auch die BÜ Beobachterin in Assmannshausen nahmen in der Zeit von 5:25 Uhr bis 5:27 Uhr mit dem Fdl Rüdesheim (Rh.) Kontakt zur Sachverhaltsermittlung auf. Es ist anzunehmen, dass der özF Oberlahnstein-Süd die Störmeldungen aus seiner subjektiven Sicht als signaltechnische Störungsmeldung deutete. Folgt man der Sichtweise des özF Oberlahnstein-Süd konnte Ril 408.0581 - Grundsatz - keine Anwendung finden. Somit entfiel aus Sicht des özF das Absetzen des Nothaltauftrages.

Wären die Störmeldeanzeigen in ihrer zeitlichen Reihenfolge und Art (Gleisfreimeldestörungen und Auffahrmeldungen) in Zusammenhang mit der einzigen Zugfahrt im relevanten Streckenabschnitt richtig gedeutet worden, hätte DGS 90636 durch einen Nothaltauftrag deutlich früher gestoppt werden können. Folglich wäre eine Gefahr für evtl. entgegenkommende Züge verringert worden und Sachschäden wären nicht in dieser Höhe entstanden.

5.2 Leit- und Sicherungstechnik

Die signaltechnisch angezeigten Meldungen im Stellbereich des ESTW Oberlahnstein-Süd, die durch Schäden an der Außenanlage indiziert wurden, offenbarten die anliegenden Störungen einwandfrei. Die jeweiligen Störungen der Gleis-, Weichen- und Signalanlagen konnten in zeitlich nahezu chronologischem Ablauf detektiert werden. Ein Absetzen eines Notrufes über das GeFo durch die BÜ Beobachterin zu den benachbarten Fahrdienstleitern war technisch nicht möglich, da zum Zeitpunkt der Entgleisung eine GSM-R Störung anstand. Da der Bedienplatz der BÜ Beobachterin technisch nicht ausgelegt war, einen Nothaltauftrag direkt an den betroffenen Zug DGS 90636 abzusetzen, kann auf eine Beurteilung der Gefahrenbewertung durch die festgestellten Oberbauschäden verzichtet werden.

5.3 Infrastruktur

Die flach verlegte Tiefenentwässerung zwischen beiden Gleisen sollte vom ALV KIB gemäß Ril 836.8002 Abschn. 3 Abs. 2 regelmäßig untersucht werden. Dies beinhaltet unter anderem

eine Spiegelung oder Kamerabefahrung der einzelnen Haltungen, deren Ergebnisse systematisch auf Datenträgern zu dokumentieren sind. Bei Verschmutzung der TE durch Schwebstoffe, wie z.B. Schlamm oder Sand soll die TE nach Bedarf gespült werden. Der Wartungsbedarf ermittelt sich anhand regelmäßiger Inspektionen und deren Auswertung. Aufgrund der vorliegenden TV-Inspektion hätte offensichtlich erkennbar sein müssen, dass der Großteil der Haltungen defekt und der Anschluss an eine Vorflut nicht gegeben war. Inwieweit eine Auswertung der TV-Inspektion stattgefunden hat, lässt sich abschließend nicht feststellen. Gründe für die Vernachlässigung der Überwachung der Entwässerung liegen offensichtlich darin, dass den Entwässerungsanlagen einschließlich der zu führenden Entwässerungshefte nicht die notwendige Bedeutung beigemessen wird. Weiterhin ist festzustellen, dass die vorhandenen Entwässerungsanlagen häufig nicht oder nicht vollständig erfasst wurden und somit dem ALV kein Kataster über den tatsächlichen Anlagenbestand und dessen Zustand zur Verfügung steht. Die fehlenden Untersuchungsergebnisse bezüglich der Inspektion und Instandsetzung von Entwässerungsanlagen belegen, dass die sicherheitsrelevante Bedeutung einer funktionierenden Wasserabführung für den angrenzenden Oberbau nicht die notwendige Beachtung erfährt. Bei der Inspektionsart „Überwachung“ der Entwässerungsanlagen nach Ril 836.8001, erfolgt keine objektbezogene Begutachtung sondern eine augenscheinliche Begutachtung der Anlagen während der Streckenbegehung gemäß Ril 821.2003 vom Gleis aus. Bei Auffälligkeiten bzw. zur weiteren Feststellung und Beurteilung des Zustandes der Entwässerungsleitungen ist eine Untersuchung durch Inaugenscheinnahme, Spiegelung oder mittels Kamerabefahrung durchzuführen und zu dokumentieren.

In Ril 836.8001 Abschn. 8 Abs. 1 Bild 1 werden die einzuhaltenden Fristen und Zeitabstände für Erdbauwerke, Stützbauwerke/Tröge und Durchlässe/Querungen näher definiert. Entwässerungsanlagen werden hierbei in der Regel nicht separat aufgeführt und mit eigenen Inspektionsfristen belegt, sondern sie werden überwiegend einem angrenzenden konstruktiven Bauwerk zugewiesen und unterliegen dessen Inspektionstakt. Die daraus generierten Inspektionen werden vom ALV KIB gemäß Fristenplan durchgeführt. Die Inspektionsabstände für konstruktive Ingenieurbauwerke, denen die Entwässerungsanlagen häufig zugewiesen sind, liegen in Abhängigkeit der Anlagenart zwischen mind. 1x jährlich bis mind. 1x in 3 Jahren und haben damit einen wesentlich weiteren Takt als die Inspektionen beim Oberbau. Für Entwässerungsanlagen, die keinem konstruktiven Bauwerk zugewiesen wurden, sind in der Ril 836 keine separaten Inspektionsfristen hinterlegt.

Für Entwässerungsanlagen, die Einflüsse auf sicherheitsrelevante oberbautechnische Anlagen haben, sollten eigene Planunterlagen (Kataster) geführt werden, um dem ALV KIB zu

ermöglichen, entsprechend der Ril 836 die Inspektionsfristen sach- und fachgerecht durchführen zu können.

Die nach Regelwerk geforderten Inspektionen im Oberbau wurden termingerecht durchgeführt. Die dabei festgestellten Mängel wurden bewertet und zeitnah durch Handstopfung und maschinelle Durcharbeitung abgearbeitet. Die vorliegenden Ergebnisse der Untersuchung belegen, dass die durchgeführten Instandsetzungsmaßnahmen nicht nachhaltig wirkten. Grund für die häufigen Instandsetzungsversuche des Oberbaus ist die fehlende Ursachenermittlung durch die Anlagenverantwortlichen. Das Erkennen von Zusammenhängen der verschiedenen Fachsparten, wie z.B. Oberbau und konstruktiver Ingenieurbau incl. Entwässerung, sowie Erdbau finden sich in der gesamten Bandbreite nur im Aufgaben-spektrum eines Ingenieurs wieder. Die Fehlinterpretierung der Mängelursache durch den ALV Oberbau bei den häufig durchgeführten Inspektionen lässt darauf schließen, dass Defizite beim Erkennen der Gesamtzusammenhänge vorlagen. Im Rahmen durchgeführter Unfalluntersuchungen wurde das Fehlinterpretieren der Ursachen bei Oberbaumängeln bereits mehrfach festgestellt. Insbesondere wird hier auf die Untersuchungsberichte zu den Zugentgleisungen am 11.02.2011 zwischen Gröbers – Großkugel und am 13.12.2012 in Löhne (Westf) verwiesen. Da die Überschreitungsprotokolle lediglich Einzelfehler ausgeben, obliegt es allein dem ALV Oberbau bei kombiniert auftretenden Einzelfehlern den im Regelwerk unpräzise formulierten Begriff „besonders zu berücksichtigen“ fachlich eindeutig zu bewerten und in Maßnahmen umzusetzen.

Die Formulierung „besonders zu berücksichtigen“ billigt dem ALV Oberbau bezüglich der Bewertung und Abarbeitung der kombinierten Einzelfehler der Gleislage einen erheblichen Ermessungsspielraum zu. Bewertungsgrundlage für die Abarbeitung von sicherheitsrelevanten Aufgaben kann, allein schon wegen der Einheitlichkeit der Behandlung, nur das Regelwerk sein. Folglich muss der Regelwerkstext so gefasst sein, dass dieser eindeutig und zweifelsfrei vom ALV angewendet werden kann.

Dem ALV Oberbau muss zur Bewertung der zyklisch auftretenden Einzelfehler, Unterlagen zur Verfügung gestellt werden, aus denen eindeutig hervorgeht, welche Maßnahmen beim Auftreten von unterschiedlichen Kombinationen der Einzelfehler einzuleiten sind. Weiterhin fehlt eine Überwachung des ALV, ob er seinen Pflichten nachgekommen ist. Bei einem funktionierenden Vieraugenprinzip wäre es bei der Bewertung der durch die Messfahrten festgestellten Mängel sicher aufgefallen, dass die durchgeführten Instandhaltungsmaßnahmen nicht nachhaltig greifen. Folglich wäre ein frühzeitiges Eingreifen möglich gewesen.

5.4 Fahrzeuge

Die entgleisten Fahrzeuge sind zugelassen und es bestehen hinsichtlich des Einsatzes auf der Infrastruktur der DB Netz AG keine Restriktionen. Mit Ausnahme einer innerhalb der lauftechnisch zulässigen Toleranz liegenden Flachstelle einer Radscheibe am Radsatz 10003405 befanden sich die Fahrzeuge in einen ordnungsgemäßen Zustand.

Bei einer Zugfahrt entstehen je nach Fahrzeug spezifische Eigenfrequenzen, die bei normalen Bedingungen als unkritisch anzusehen sind. Gleislagefehler, hier insbesondere die kurz hintereinander liegenden (periodischen) Längshöhenfehler, regen die Fahrzeugeigenfrequenzen zusätzlich an. Angesprochen werden in diesem Fall die Hub- aber auch die Nick- und Wankbewegungen der Fahrzeuge. Bei den entgleisten Wagen führte hauptsächlich die Hubbewegung zu derart großen Amplituden, dass es in der Simulation zu einem Anheben eines Rades von 7 mm und zur Überschreitung des zulässigen fahrtechnischen Grenzwertes (Entgleisungskoeffizient nach EN 14363) kam.

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Simulationsrechnung gemäß Anlage 1 ergeben sich Möglichkeiten, auch an den Fahrzeugen Veränderungen vorzunehmen, die die Entgleisungssicherheit erhöhen wie

1. Einbau von Federn mit stärkerer Dämpfung
2. Größeres Spiel der Achsen bis zum Anschlag an den Haltesteg.

Zu 1.) Eine stärkere Dämpfung in den Federn würde die Amplitude des Hubes verkleinern, aber auch gleichzeitig durch die Straffung des Federsystems größere Kräfte in den Gleiskörper einleiten.

Zu 2.) Ein größeres Spiel bewirkt, dass die Achse durch den Haltesteg erst bei größeren Amplituden beeinflusst wird und somit der Spielraum der einwirkenden Amplituden bis zum Abheben des Rades vergrößert wird. Zu berücksichtigen sind hierbei größere Wankbewegungen des Fahrzeuges, die im Zulassungsprozess des Fahrzeuges zu bewerten sind (z. B. Lichtraumprofil).

5.5 Zusammenfassung

Ursächlich für die Entgleisung sind mehrere kurz hintereinander liegende zyklische Gleislagefehler in der Längshöhe. Ausgehend durch eine gestörte Entwässerung des Gleiskörpers kommt es abschnittsweise zu Einschränkungen bei der Tragfähigkeit des Gleisunterbaus, woraus sich durch den Eisenbahnverkehr Gleislagefehler entwickeln. Die auf dieser Strecke häufig verkehrenden Wagen mit Einzelachsen nehmen aufgrund ihrer individuellen Laufei-

genschaften Einfluss auf Abstand und Ausprägung dieser Gleislagefehler. Werden derartige Gleislagefehler nicht nachhaltig instand gesetzt, erhöht sich mit der Zeit die Fehleranzahl und Fehlerausprägung. Die speziell aus gleichförmigen Gleislagefehlern resultierende dynamische Anregung, die insbesondere leichte unbeladene Wagen beeinflusst, steigt an. Die Wagen verformen den Untergrund anlog zur Eigenfrequenz. Treffen dann alle ungünstig wirkenden Faktoren zusammen, kommt es zur Entgleisung.

Die durchgeführten Untersuchungen belegen, dass die entgleisten Autotransportwagen unter den vorgefundenen Bedingungen zu markanten Hubbewegungen angeregt werden. Hierbei ist das Einfedern der Wagen als erste Reaktion auf die Längshöhenfehler unkritischer als die Gegenreaktion des Ausfederns, die einen Hub erzeugt. Ist dieser Hub so groß, dass der Achshaltersteg an das Achslager anschlägt, lässt dieser Impuls den Hub der Achse weiter ansteigen, was in der Summe zum kritischen Radanheben führt. Die Autotransportwagen der Gattung Laaers konnten diese zusätzlich wirkenden Anregungen aus den vorgefundenen Gleislagefehlern bei der gefahrenen Geschwindigkeit von 104 km/h aufgrund ihrer konstruktiven Eigenschaften nicht mehr ausreichend kompensieren und entgleisten. Eine weitere Ursache ist in der Fehleinschätzung des Gefahrenpotentials der aufgetretenen kombinierten (zyklischen) Einzelfehler durch das Inspektionspersonal und der fehlenden Regelung mit deren Umgang in den Richtlinien der DB AG zu sehen.

Abschließend ist anzumerken, dass die vorgefundene Störstelle im Gleis bestimmte Wagengattungen derart zusätzlich anregt, dass es zu einer Entgleisung kommen kann. Zum Zeitpunkt der Entgleisung haben offensichtlich Wechselwirkungen zwischen den Fahrzeugen, dem Fahrweg und ggf. auch Witterungseinflüsse dazu geführt, dass sich die ohnehin vorhandenen Anregungen noch veränderten und es dadurch zur Entgleisung kam. Die Berechnungen von SIMTES belegen, dass die vorgefundenen Gleislagefehler das Entgleisungsrisiko zwar erhöhen, aber nicht zwangsläufig auch zu einer Entgleisung führen. Erst die komplexen Wechselwirkungen, die in vollem Umfang auch durch die verwendeten Simulationsmodelle nicht erfasst werden konnten, haben offenbar zur Entgleisung des Fahrzeugs beigetragen. Welchen Anteil hierbei die einzelnen Komponenten haben, lässt sich im Einzelnen nicht beziffern. Vielmehr ist hier das Gesamtsystem Eisenbahn zu betrachten, in dem alle daran beteiligten Akteure gehalten sind, für einen sicheren Eisenbahnbetrieb zu sorgen. Möglichkeiten hierzu werden in diesem Bericht sowohl auf der Seite des EIU als auch auf der Seite des EVU aufgezeigt.

6 Bisher getroffene Maßnahmen

Zum Ereigniszeitpunkt lag die Gefahrraumüberwachung der Bahnübergänge in km 69,897; 69,835 und 69,720 bei dem örtlich besetzten BÜ-Beobachtungsposten in Assmannshausen. 2014 wurde der Arbeitsplatz des BÜ-Beobachters aufgelöst und die Anlage zurückgebaut. Die Anlage ist in den Stell- und Überwachungsbereich des özF Oberlahnstein-Süd mit integriert worden. Die Maßnahmen zur Abwendung von Gefahren aus dem Eisenbahnbetrieb sind damit an den Bedienplatz des özF Oberlahnstein-Süd übertragen worden.

Durch die DB Netz AG erfolgte bundesweit eine Abfrage bei den ALV Oberbau hinsichtlich ähnlicher Gleislagefehler in den Betriebsgleisen. Hierbei wurden anfangs weit mehr als 700 Stellen im Gleis detektiert, die sich nach Überprüfung etwa halbierten. Nach Auswertung und Bewertung der Mängel erfolgte sukzessive die Instandsetzung.

Im Bereich der Produktionsdurchführung Mainz ist ein Programm angelaufen, um Entwässerungsanlagen im SAP-System richtig abzubilden. Hierzu gehört, dass die Entwässerungsanlagen einen eigenen technischen Platz erhalten und die fehlenden Entwässerungshefte erstellt, eingepflegt und ergänzt werden. Durch den technischen Platz können die Entwässerungsanlagen einer regelmäßigen Wartung und Inspektion gemäß den Konzernrichtlinien unterzogen werden.

7 Sicherheitsempfehlungen

Gemäß § 6 Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) und Art. 25 Abs.2 der Richtlinie 2004/49/EG ergehen nachfolgende Sicherheitsempfehlungen an die nationale Sicherheitsbehörde:

lfd. Nr.	Sicherheitsempfehlung	betrifft Unternehmen
2/2017	Entwässerungsanlagen im Gleis sowie in Gleisnähe können bei Funktionsstörungen zur Durchfeuchtung des Gleisunterbaus führen, woraus sich als Folge betriebsgefährdende Gleislagefehler entwickeln können. Den für die Inspektion von Entwässerungsanlagen eingesetzten Personalen fehlt ein flächendeckendes Kataster über die vorhandenen Entwässerungsanlagen, um regelmäßige Inspektionen planen und durchführen zu können.	Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)

	<p>Es wird empfohlen alle Entwässerungsanlagen separat zu erfassen, um regelmäßige Inspektionen auf Funktionsfähigkeit der jeweiligen Entwässerungsanlage zu planen und zeitnah durchführen zu können.</p> <p>Ziel dieser Maßnahme ist die vollständige und regelmäßige Kontrolle der Entwässerungsanlagen im Gleis sowie in Gleisnähe, um die Entwicklung von betriebsgefährdenden Gleislagefehlern, die aus der Durchfeuchtung des Gleisunterbaus entstehen können, zu verhindern.</p>	
3/2017	<p>Gleislagestörungen werden gemäß Ril 821.2001 Abschnitt 5 nach Einzelfehlern beurteilt, wobei kombiniert auftretende Einzelfehler besonders zu betrachten sind. Unter diesen kombiniert auftretenden Einzelfehlern sind auch kurz hintereinander folgende, also zyklische, Längshöhenfehler einzustufen. In Ril 821.1000 Abschnitt 2 und in Ril 821.2001 Tabelle 2 sind Beurteilungsmaßstäbe für Einzelfehler nach der SR Logik definiert und in den folgenden Abschnitten anzuwendende Handlungsanweisungen für den ALV hinterlegt. Für kombiniert auftretende Einzelfehler fehlen konkrete Handlungsanweisungen. Der ALV wird gemäß Ril 821 aufgefordert, kombiniert auftretende Gleislagefehler besonders zu berücksichtigen und nach eigenem Ermessen zu handeln.</p> <p>Es wird empfohlen, das Regelwerk hinsichtlich der kombiniert auftretenden Einzelfehler zu präzisieren.</p> <p>Ziel dieser Maßnahme ist, dem ALV anstatt der Ermessensentscheidung konkrete Handlungsanweisungen beim Auftreten von kombiniert auftretenden Einzelfehlern vorzugeben. Mit dieser Maßnahme soll einerseits bereits die Entwicklung von betriebsgefährdenden kombinierten Gleislagefehlern erkannt und gehemmt werden und andererseits konkrete Maßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Eisenbahnbetriebes definiert werden.</p>	Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU)