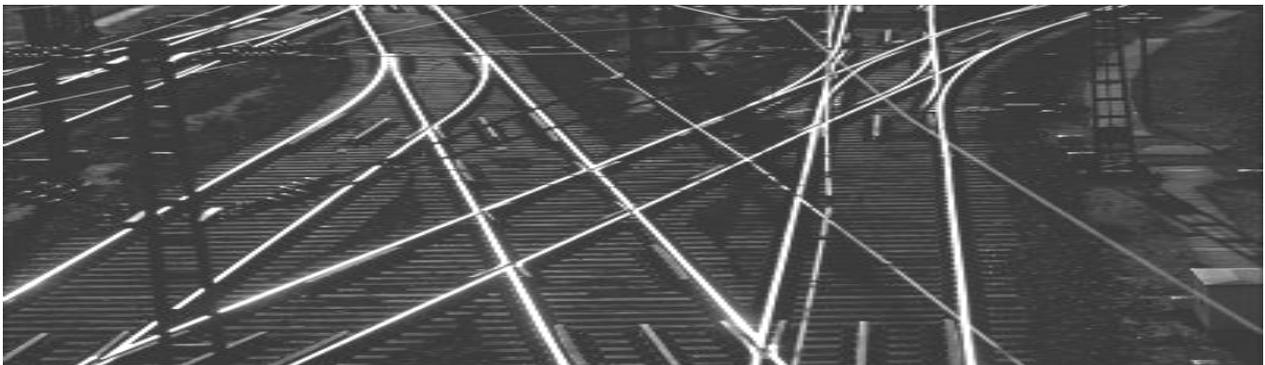




Zwischenbericht

Aktenzeichen: 60uu2016-02/005-3323

Stand: 07.02.2017 Version: 1.0



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugkollision
Datum:	09.02.2016
Zeit:	06:47 Uhr
Benachbarte Betriebsstellen:	Bad Aibling - Kolbermoor
Streckennummer:	5622
Kilometer:	30,29

Veröffentlicht durch:

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur

Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes

Robert-Schuman-Platz 1

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1	Vorbemerkungen 4
1.1	Organisatorischer Hinweis..... 4
1.2	Ziel der Eisenbahn-Unfalluntersuchung..... 4
1.3	Untersuchungsstand..... 5
2	Ereignis..... 5
2.1	Hergang 5
2.2	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden..... 6
3	Untersuchungsprotokoll 8
3.1	Untersuchung Infrastruktur 8
3.2	Untersuchung Leit- und Sicherungstechnik 8
3.3	Untersuchung Telekommunikationsanlagen..... 11
3.4	Untersuchung Eisenbahnbetrieb 15
3.5	Untersuchung Fahrzeuge 16
4	Auswertung und Schlussfolgerungen 18
4.1	Ablaufrekonstruktion 18
4.2	Telekommunikationsanlagen 23
4.3	Offene Punkte 23
5	Sicherheitsempfehlungen 23

1 Vorbemerkungen

1.1 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.

1.2 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.

1.3 Untersuchungsstand

In diesem Zwischenbericht sind insbesondere die bisherigen als vorläufig zu betrachtenden Feststellungen dargestellt. Diese spiegeln den gegenwärtigen Untersuchungsstand wider, können jederzeit Änderungen unterliegen und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Aus diesen Gründen können zum jetzigen Zeitpunkt noch keine vollumfänglichen Auswertungen und Schlussfolgerungen getroffen werden.

2 Ereignis

2.1 Hergang

Am 09.02.2016 gegen 06:47 Uhr kollidieren auf der Bahnstrecke Holzkirchen – Rosenheim zwischen den Bahnhöfen Bad Aibling und Kolbermoor die beiden Züge DPN 79505 und DPN 79506 der Bayerischen Oberlandbahn etwa in Streckenkilometer 30,29.

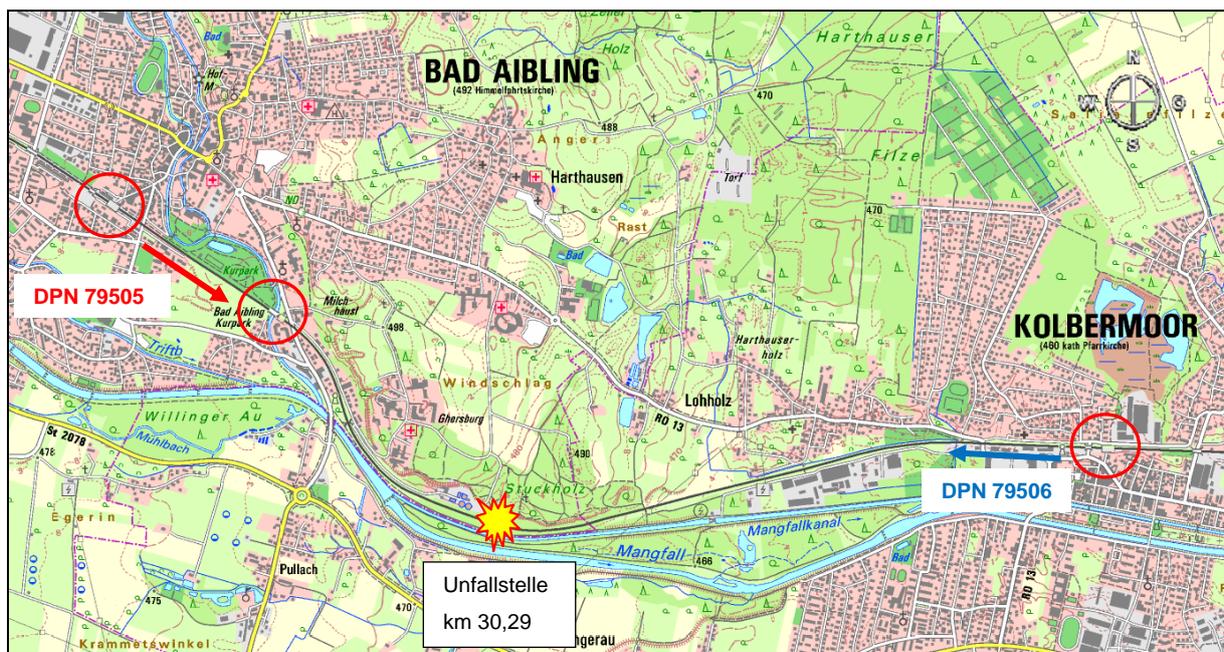


Abb. 1: geographische Lage der Unfallstelle

Quelle: Geobasisdaten©Bayerische Vermessungsverwaltung, bearbeitet durch EUB

In der folgenden Systemskizze sind alle maßgeblichen Signalstandorte zwischen Bad Aibling und Kolbermoor dargestellt.

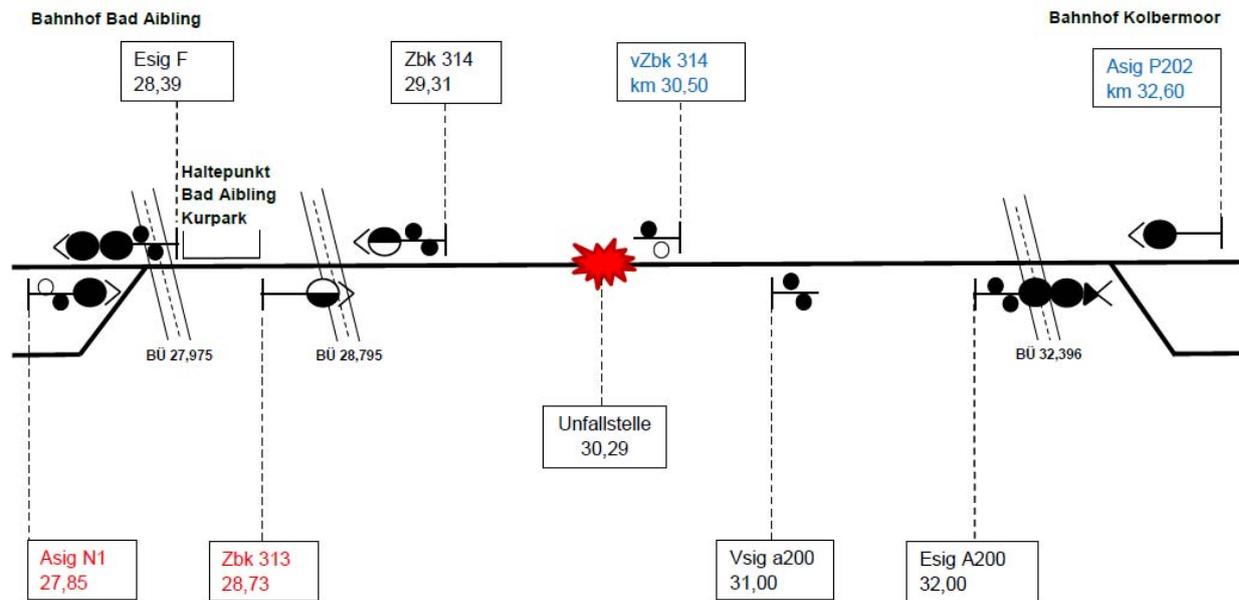


Abb. 2: Systemskizze Bad Aibling - Kolbermoor

Der aus einem Elektrotriebzug (ET) 325 gebildete Zug DPN 79505 näherte sich aus Richtung München / Bad Aibling. Der DPN 79506 bestand aus einem ET 355 und bewegte sich entgegengesetzt aus Richtung Rosenheim / Kolbermoor. Die beiden am Faschingsdienstag nur schwach besetzten Züge sollten planmäßig in Kolbermoor kreuzen.

2.2 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Durch die Kollision beider Züge kam es zu folgend aufgeführten Personenschäden.

Personenschäden	tödlich verletzt	schwer verletzt	leicht verletzt
Fahrgäste	7	27	63
Bahnbetriebspersonal	4	-	-
Dritte	-	-	-
Gesamt	11	27	63

Eine schwer verletzte Person verstarb zwei Monate nach dem Unfall.

Die Sachschäden sind monetär noch nicht abschließend beziffert. Die beiden Triebzüge wurden stark beschädigt, verkeilten sich mit den vorderen Wagenteilen ineinander und stürzten teilweise um. Der Oberbau der Strecke und die Oberleitung wurden beschädigt. Der betroffene Streckenabschnitt blieb vom 09.02.2016, 06:58 Uhr bis 19.02.2016, 17:10 Uhr auf Grund von Unfalluntersuchung, Räumungs- und Instandsetzungsarbeiten gesperrt.



Abb. 3: Unfallstelle 1



Abb. 4: Unfallstelle 2

3 Untersuchungsprotokoll

3.1 Untersuchung Infrastruktur

Die Strecke Holzkirchen - Rosenheim (VzG Strecke-Nr. 5622, Mangfalltalbahn) ist eine eingleisige und elektrifizierte Hauptbahn im konventionellen Netz (kein Bestandteil des TEN-Netzes). Infrastrukturbetreiber ist die DB Netz AG. Die Strecke ist der Streckenklasse D4 (bis 22,5 t Achslast, bis 8,0 t/m Meterlast) zugeordnet und für die Lichtraumprofile G2 und GC freigegeben. Die zugelassene Streckengeschwindigkeit beträgt 120 km/h. Die Strecke ist mit punktförmiger Zugbeeinflussung (PZB) und digitalem GSM-R-Zugfunk ausgestattet. Das Betriebsverfahren wird gemäß Fahrdienstvorschrift (FV) DB Ril 408 abgewickelt.

Feststellungen:

1	Bei den Untersuchungen wurden streckenseitig keine das Ereignis begünstigenden oder auslösenden Abweichungen festgestellt.
---	--

3.2 Untersuchung Leit- und Sicherungstechnik

Das Spurplan-Drucktastenstellwerk in Bad Aibling ist in der Bauform Siemens SpDrS 60 ausgeführt und befindet sich in einem angebauten Gebäude neben dem historischen Empfangsgebäude. Das Stellwerk ist örtlich durch einen Fdl besetzt. Die Signalanlagen wurden im Jahr 1977 in Betrieb genommen.

Der Stellbereich des Stellwerks Bad Aibling umfasst die drei Bahnhöfe Heufeld (ferngestellt), Bad Aibling (Sitz des Fdl) und Kolbermoor (ferngestellt). Die benachbarten Fdl sind Bruckmühl (örtlich besetzt) und Rosenheim (örtlich zuständige Fdl in der BZ München). Auf dem Stellisch sind die Bahnhöfe Kolbermoor, Bad Aibling und Heufeld untereinander angeordnet. Die Strecke Bad Aibling - Kolbermoor ist in zwei Zugfolgeabschnitte (Blockabschnitte) unterteilt.

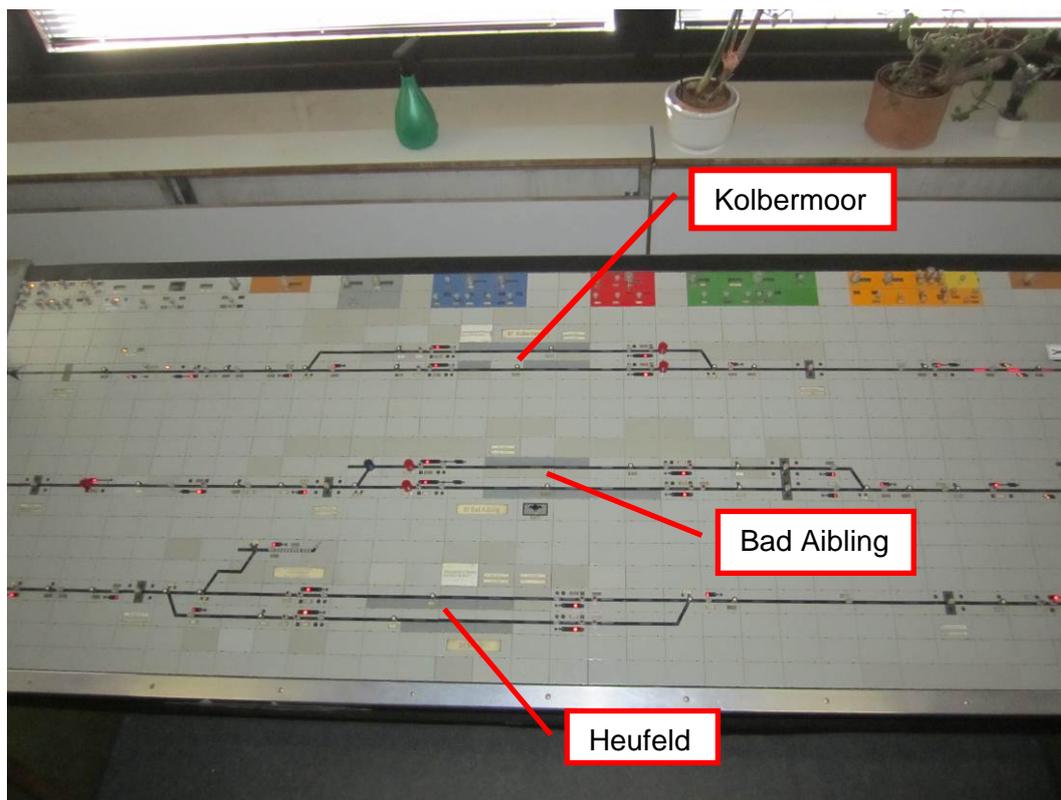


Abb. 5: Ansicht Stelltisch FdI Bad Aibling

Die Planung der Leit- und Sicherungstechnik erfolgte nach dem zum damaligen Zeitpunkt gültigen Regelwerk der Dienstschrift DS 818 „Signalanlagen planen und vorhalten - Sammlung signaltechnischer Verfügungen (SSV)“.

Planungsgrundlage für diesen Stellwerkstyp sind zugelassene Grundschaltungen. Grundschaltungen können nicht alle möglichen Anordnungs- und Anwendungsfälle der einzelnen Fahrwegelemente berücksichtigen. Im Einzelfall sind auf die Örtlichkeit und die Situation Anpassungs- und Sonderschaltungen durch den Planer zu realisieren. Nach den vorliegenden Unterlagen wurden seit Inbetriebnahme folgende Änderungen vorgenommen:

- Anpassungen an die Erhöhung der maximal zulässigen Streckengeschwindigkeit,
- der Rückbau von Gleisen und Weichen sowie
- die Anpassung der punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB) an das „Programm PZB 90“.

Im Bf Kolbermoor wurde der Bahnübergang (BÜ) in km 32,396 im Jahr 2008 mit einer SIMIS[®] LC Anlage ausgerüstet.

Feststellungen:

2	<p>Die Gleismagnete und Signale der Fahrwege für die Fahrstraßen der Züge 79505 und 79506 wurden vollständig in den Bahnhöfen Bad Aibling und Kolbermoor sowie der freien Strecke auf Wirksamkeit geprüft. Bis auf einen 1000 Hz Magnet des Einfahrvorsignals f200 befanden sich alle innerhalb des Toleranzbereichs und waren funktionsfähig. Die Unregelmäßigkeit am 1000 Hz Magnet des Einfahrvorsignals f200 hatte keinen Einfluss auf das Ereignis. Die Signalsichten waren im betroffenen Bereich gegeben.</p>
3	<p>Auf dem Streckenabschnitt zwischen Bad Aibling und Kolbermoor sind Elemente des Zentralblocks 65 (Zb65) ohne Selbstblockstreckengruppe verbaut.</p> <p>Auf dem Stelltisch sind Ausfahrsperrmelder, Erlaubnisabhängigkeit (mit Richtungspfeilen) und Erlaubnisabgabetaaste nicht vorhanden.</p> <p>Der Gegenfahrerschutz wird mittels der Richtungsgruppe sichergestellt. Diese ist ein Element der Fahrstraßentechnik und wurde für die Fahrstraßensicherung im Bahnhofsbereich entwickelt.</p> <p>Durch die Hauptverwaltung der Deutschen Bundesbahn wurde im Jahr 1984 eine Verfügung, HVB –B4.B4012 Sav322/1 vom 28.09.1984 „Blockstreckensicherung mit Schaltmitteln der Fahrstraßentechnik in Fernstellbereichen;</p> <ul style="list-style-type: none">- Vorläufige Grundsätze für die Anwendungen- Richtlinien für die Schaltung“ <p>erlassen. In den vorläufigen Grundsätzen für die Anwendungen ist folgendes geregelt:</p> <p>„Vorbemerkungen</p> <p>Diese Grundsätze sind bei Neubau und bei größeren Veränderungen sowie bei der Erneuerung von Signalanlagen anzuwenden. Eine vorhandene Blockstreckensicherung mit Schaltmitteln der Fahrstraßentechnik im Fernstellbereich, die den Grundsätzen nicht entspricht, ist im Rahmen der den BD (red. Hinweis: Bundesbahndirektionen) zur Verfügung stehenden Mitteln anzupassen.</p> <ol style="list-style-type: none">1. Allgemeines1- Für die Blockstreckensicherung in Fernstellbereichen sind in der Regel die „Grundsätze für Blockanlagen“ anzuwenden.2- In wirtschaftlich begründeten Fällen kann die BD die Blockstrecken-Sicherung in

	Fernstellbereichen abweichend von den „Grundsätzen für Blockanlagen“ mit Schaltmitteln der Fahrstraßentechnik realisieren. Die nachfolgenden Grundsätze regeln diese Blockstrecken-Sicherung für SpDrS60 und Zb65 ohne Selbstblockstreckengruppe (...).“
4	Die Auswertung der Arbeits- und Störungsbücher (Eintragungen vom 17.03.2015 bis Ereignistag sowie im Anschluss bis zum 05.09.2016) wurde auf Auffälligkeiten hinsichtlich Störungen und Unregelmäßigkeiten des Stellwerks geprüft. Es wurden keine Auffälligkeiten, die auf eine Fehlfunktion des Stellwerks hindeuten, festgestellt.
5	Die Auswertung des Vordrucks „Nachweise der Zählwerke“ (12.11.2015 bis 09.02.2016) des Stellwerkes Bad Aibling ergab folgendes Ergebnis. Es wurde in dem oben genannten Zeitraum das Ersatzsignal (Zs1) im Stellwerk insgesamt zwölfmal bedient, davon zweimal am 09.02.2016 für Zug 79505. Die Zs1-Bedienungen waren nachvollziehbar.

3.3 Untersuchung Telekommunikationsanlagen

Zulassung:

Mit Reisezügen befahrene Strecken sollen nach § 16 Abs. 4 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) mit Zugfunkeinrichtungen ausgerüstet sein. Eine Zugfunkausrüstung muss vorhanden sein, sofern auf der Strecke Geschwindigkeiten von mehr als 160 km/h zugelassen sind oder auf Strecken ohne Streckenblockeinrichtungen Reisezüge oder Züge mit mehr als 60 km/h verkehren. Die Strecke 5622 ist mit Zugfunk ausgerüstet. Gemäß der zugehörigen amtlichen Begründung des § 16 Abs. 4 EBO wurde seitens des Verordnungsgebers kein bestimmtes technisches System vorgeschrieben. Somit wird den Eisenbahnen ein Gestaltungsspielraum zugestanden.

Der bei DB Netz AG ursprünglich zum Einsatz kommende analoge Zugfunk sowie die streckenseitig vorhandenen Fernsprecher werden sukzessive durch den digitalen Zugfunk GSM-R ersetzt, nachdem dieser auf Antrag der Mannesmann Arcor AG & Co durch das Eisenbahn-Bundesamt mit Bescheid Gz. 2.214 Shz (GSM-R) – ... vom 27.01.1999 zugelassen wurde. Aufgrund fehlender praktischer Erfahrungen hinsichtlich des gutachterlich beschriebenen Systemverhaltens sowie der Umsetzung notwendiger Nebenbestimmungen, die unter anderem auch die Einhaltung europäischer Anforderungen beinhaltet, wurde die Zulassung mit Befristungen verbunden.

Im Zuge der Weiterentwicklung der gesetzlichen und technischen Anforderungen beantragte die DB Netz AG mit Schreiben, Zeichen I.NVIT 2 AG vom 13.06.2006 die Priorität des sog. Gruppenrufes „Trackside maintenance groups: emergency call“ mit dem Funktionscode 569 (interne Bezeichnung: Notruf-Strecke) den railway emergency calls (train groups: emergency call und shunting groups: emergency call) mit den Funktionscodes 299 und 599 (interne Bezeichnungen Zugfunk- und Rangierfunknotruf) gleichzusetzen. Begründet wurde dies unter Bezugnahme auf die Erweiterung des Artikel 1, Abs. 1 der RL 2004/50/EG vom 29.04.2004. Des Weiteren wird ausgeführt, dass die Ablösung der festen Streckenfernsprecheinrichtungen durch GSM-R nicht zu einer Kommunikationseinschränkung führen darf und in den Alt-systemen die prioritäre Behandlung von Notrufmeldungen durch den Gefahren- bzw. Unfall-ruf gewährleistet war. Im Antrag der DB Netz AG wird darauf hingewiesen, dass bei einem bestehenden Notruf ein weiterer Ruf mit Priorität 0 dem Fdl signalisiert wird und von diesem angenommen werden kann. Der „Notruf-Strecke“ schließt die Teilnehmer des Zug- und Rangierfunks aus. Schließlich wurde dargelegt, dass dies den Regelungen der zu diesem Zeitpunkt gültigen EIRENE SRS vom 17.05.2006, Version 15 nicht widerspreche, da für den Gruppenruf 569 bisher keine Priorität verbindlich vorgegeben war. Auch standen Anforderungen der Interoperabilität wie auch des diskriminierungsfreien Netzzugangs dem nicht entgegen. Mit Bescheid Gz.224.49 Stf 41 (107/06) vom 16.06.2006 des EBA wurde dem Antrag der DB Netz AG stattgegeben.

Einer weiteren nationalen Zulassungsverlängerung bis zum 31.12.2019 wurde insbesondere aufgrund der anzuwendenden europarechtlichen Vorgaben – Substitution von System- und Typzulassung durch Inbetriebnahmegenehmigung (IBG) struktureller Teilsysteme gemäß § 6 TEIV mit Bescheid Gz. 2232-22stf/027-2207#006 vom 16.11.2015 nicht mehr zugestimmt und die Zulassung erfolgte mittelbar über die IBG, Gz 632.12-562ign/055-2161#014-002 vom 08.12.2015 (Nebenbestimmung Nr. 2.16).

Feststellungen:

6	<p>In der zum Zeitpunkt des Genehmigungsverfahrens gültigen EIRENE SRS, Version 15.3.0 vom 08.03.2012 wurde dem Gruppenruf 569 die Priorität 2 eines „High-priority calls“ zugewiesen. Diese Anforderung war</p> <ul style="list-style-type: none">• zum Zeitpunkt der Inbetriebnahmegenehmigung formal nicht erfüllt,• wurde zum Fahrplanwechsel am 13.12.2015 in Ril 481.0103, Abschnitt 5 (1) redaktionell angepasst,• die Mitarbeiter mit einer Betrieblichen / Fahrzeugtechnischen Mitteilung der
---	--

	<p>DB Netz AG, BM 2016-005/B-BW (gültig ab: 01.03.2016) informiert und</p> <ul style="list-style-type: none">• mit einem Softwareupdate zum 01.03.2016 die Prioritätenänderung schließlich eingespielt. <p>Die Umsetzung der in die Neufassung der Ril 481.0103 aufgenommenen Änderung der Priorität des „Notruf Strecke“ (569) zur Priorität 2 war noch nicht eingeleitet.</p>
--	---

Verfügbarkeit des Mobilfunknetzes:

In der „Zusammenstellung der vorübergehenden Langsamfahrstellen und anderen Besonderheiten“ (La) für den Bereich Süd in der für den Unfallzeitraum gültigen Fassung 5 Ausgabe 2016, gültig von 05.02.2016 00:00 Uhr bis 11.02.2016 24:00 Uhr, sind mehrere Bereiche aufgeführt, in denen der GSM-R Funkversorgungslücken in der Funkabdeckung aufweisen kann. In dem beim FdI Bad Aibling aufliegenden Betriebsstellenbuch sind Handlungsanweisungen zur Abgabe von Nothaltaufträgen in Funkversorgungslücken enthalten.

Zur Überprüfung der Netzverfügbarkeit wurde eine GSM-R Messfahrt anberaumt und durchgeführt. Die weiteren Untersuchungen zur Netzverfügbarkeit ergaben, dass bereits 09/2010 ein Füllsender in Kolbermoor in Betrieb genommen wurde.

Feststellungen:

7	Die Messungen ließen keine Einschränkungen in der Verfügbarkeit erkennen. Diese Erkenntnisse wurden durch weitere, unabhängige Messungen der Strafverfolgungsbehörden bestätigt. Auch wurden beide Züge auf der Fahrt nach Bad Aibling mit Einzelrufen vor dem Unfall störungsfrei erreicht, um über die Aufhebung der bestehenden Sturmwarnung zu informieren.
8	Die Information über die Nachrüstung eines Füllsenders in Kolbermoor und Herstellung der Netzverfügbarkeit war zum Unfallzeitpunkt nicht in den La-Einträgen berücksichtigt. Die beiden Einträge zu vermeintlich bestehenden Funklücken im Bereich Kolbermoor wurden mit Erscheinen der 17. Ausgabe 2016, gültig ab 29.04.2016, entfernt.

Notruf:

Zur Durchführung von Zugfunkgesprächen steht dem Fdl in Bad Aibling ein zugelassenes ortfestes GSM-R Fernsprechbedienteil (GeFo) der Marke WENZEL zur Verfügung. Am GeFo des Fdl Bad Aibling ist der „Zugfunknotruf“ (Funktionscode 299) sowie der „Notruf-Strecke“ (Funktionscode 569) eingerichtet. Der „Rangierfunknotruf“ (Funktionscode 599) ist nicht vorhanden. Die Bedienung des WENZEL-Gerätes ist in der DB Ril 481.9023 beschrieben.

Zum Absetzen von Nothaltaufträgen liegt ein „Merkblatt zum Bedienen von Notrufen“ auf. Hiernach sind zur Auslösung eines Nothaltauftrages folgende Bedienhandlungen auszuführen:

1. Drücken Sie die Taste **Notruf** und halten diese Taste gedrückt.
2. Danach drücken Sie zusätzlich die Funktionstaste des entsprechenden Notrufs. Lassen Sie beide Taste wieder los.



Funktionstaste: ZF-Not MWM-MRO

Funktionstaste nicht belegt

Funktionstaste Not Str. MWM-MRO

Abb. 6: Detail Wenzel-Display Fdl Bad Aibling (ohne Taste Notruf)

3. Warten Sie das Ende der akustischen Notrufsignalisierung ab.
4. Achten Sie auf die Anzeige „Sprechen Sie“ in der Displayansicht.
5. Geben Sie den Nothaltauftrag nach Richtlinie 408.0581 ab.

Mit dem Gruppenruf „Zugfunknotruf“ werden ausschließlich die Zugfunkeilnehmer erreicht. Neben den benachbarten Fahrdienstleitern können bei dem „Notruf-Strecke“ Teilnehmer wie Instandhaltungspersonale mit mobilen GSM-R-Geräten angesprochen werden.

Wie den aufgezeichneten und sichergestellten Gesprächen des Fdl zu entnehmen war, hatte dieser die drohende Gefahr vor der Kollision erkannt und daraufhin einen Notruf mit Nothaltauftrag abgesetzt.

Feststellungen:

9	Anhand der vorliegenden Gesprächsaufzeichnungen hat der Fdl beide Notrufe als „Notruf-Strecke“ abgesetzt. Diese erreichten die beiden Züge nicht.
---	---

3.4 Untersuchung Eisenbahnbetrieb

Betriebspersonal EIU:

Feststellungen:

10	<p>Der Fdl war entsprechend der gesetzlichen und unternehmensinternen Regelungen für seine Aufgabe</p> <ul style="list-style-type: none">• aus- und fortgebildet,• örtlich eingewiesen und geprüft sowie• tauglich. <p>Die erforderlichen Überwachungen und die Mindestruhezeiten zwischen den Dienstschichten sind nachgewiesen.</p>
11	<p>Die Überprüfung der dem Fdl zur Verfügung stehenden und von ihm zu führenden betrieblichen Unterlagen ergab insbesondere Feststellungen zu</p> <ul style="list-style-type: none">• dem Betriebsstellenbuch,• dem Auftragsbuch,• dem Zugmeldebuch und• dem Nachweis der Zählwerke. <p>Von besonderer Bedeutung sind hierbei Informationen und Regelungen zur Blockbauform.</p>
12	<p>Bei der Untersuchung der betrieblichen Handlungen wurden Abweichungen bei der Anwendung des betrieblichen Regelwerkes festgestellt.</p> <p>Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Zulassung der Zugfahrt DPN 79505 auf Ersatzsignal und die Nutzung eines privaten Smartphones.</p>

Betriebspersonal EVU:

Feststellungen:

13	Der Triebfahrzeugführer des DPN 79505 war entsprechend den Vorgaben der VDV-Schrift 753 für die Führerschein-Klasse 3 nach FV-NE und FV-DB qualifiziert und im Besitz eines gültigen Eisenbahnfahrzeugführerscheines. Die medizinischen Untersuchungen, der Erwerb der Streckenkunde und die Baureihenbefähigung sind nachgewiesen. Unterlagen über Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen liegen vor.
14	Der Triebfahrzeugführer des DPN 79506 war entsprechend den Vorgaben der Triebfahrzeugführerschein-Verordnung (TfV) qualifiziert und im Besitz eines gültigen Eisenbahnfahrzeugführerscheines. Die medizinischen Untersuchungen, der Erwerb der Streckenkunde und die Baureihenbefähigung sind nachgewiesen. Unterlagen über die Fort- und Weiterbildungsmaßnahmen liegen vor.
15	Die Überprüfung der betrieblichen Unterlagen der Tf ergab insbesondere Feststellungen zu <ul style="list-style-type: none">• den Angaben zum Streckenbuch und der• Dienstanweisung 13/2014 gültig ab 02.10.2014 (Reisendensicherung).
16	Die Auswertung der Fahrtverläufe lässt keine Rückschlüsse auf ein mögliches betriebliches Fehlverhalten der Tf zu. Im ausgewerteten Zeitraum wurden die maximal zulässigen Geschwindigkeiten eingehalten.

Human Faktor:

Im Zuge der vor Ort eingeleiteten Untersuchungen zeigte sich, dass neben der Untersuchung der technischen Faktoren auch dem Faktor Mensch eine besondere Bedeutung beizumessen ist. Zur systematischen Herausarbeitung der für das Verhalten der handelnden Personen beeinflussenden Faktoren wurde ein externer Untersuchungsauftrag vergeben.

3.5 Untersuchung Fahrzeuge

Die beiden am Unfall beteiligten Elektrotriebzüge (ET) 325 und ET 355 werden von der Bayerischen Oberlandbahn betrieben und gehören zur Baureihe FLIRT 3 des Herstellers Stadler Pankow GmbH.

Als DPN 79505 war der sechsteilige ET 325 (Hersteller-Typenbezeichnung FLIRT EMU6, Baureihe 1430 im Fahrzeugregister) eingesetzt. Er fuhr in der Reihung mit den Wagenteil-

nummern 94 80 1430 525-4 / 94 80 1830 925-2 / 94 80 1830 625-8 / 94 80 1830 325-5 / 94 80 1830 025-1 / 94 80 1430 025-5. In der Gegenrichtung fuhr der dreiteilige ET 355 (Hersteller-Typenbezeichnung FLIRT EMU3, Baureihe 1427 im Fahrzeugregister) als Zug DPN 79506 mit den Wagenteilnummern 94 80 1427 505-1 / 94 80 1827 005-8 / 94 80 1427 005-2.

Aus den Fristenübersichten geht hervor, dass alle sicherheitsrelevanten Wartungen dokumentiert wurden.

Die Triebzüge verfügen über eine Bremsanlage mit Magnetschienenbremse und erreichen eine hohe Bremsverzögerung für einen beschleunigten Betrieb. Nach den Angaben zur Bremsverzögerung der Triebzüge aus dem Prüfbericht beträgt der Anhalteweg einschließlich Reaktionszeit der Fahrzeuge aus 100 km/h für das vollbeladene Fahrzeug 291 m.

Die Triebzüge sind nach den Anforderungen der Crashnorm EN 15227 konstruiert. Diese legt eine Kollision zweier Züge mit jeweils 18 km/h Fahrgeschwindigkeit bzw. die Kollision eines 36 km/h schnellen Fahrzeugs mit einem stehenden Fahrzeug zugrunde. Im vorliegenden Fall liegen weit höhere Fahrgeschwindigkeiten zum Zeitpunkt der Kollision vor. Die Wagenkastenkonstruktion besteht aus verschweißten Aluminium-Hohlkammerprofilen. Die Endwagen sind im Frontbereich mit Crashelementen ausgestattet, die im Falle einer Kollision möglichst viel Energie aufnehmen sollen, um die Belastung der übrigen Fahrzeugstruktur und der Fahrgäste zu vermindern. Zusätzlich sind die einzelnen Fahrzeugsegmente über energieabsorbierende Gelenke miteinander verbunden.

Feststellungen:

17	Bei der Untersuchung der Unfallfahrzeuge konnte festgestellt werden, dass die Fahrzeugstruktur eine sehr hohe Festigkeit aufweist und lediglich die jeweils vorderen zwei Fahrzeugeinheiten schwere Schäden aufwiesen. Dabei war die Konstruktion auch hier so stabil, dass sich die Fahrzeigtüren ab der zweiten Wageneinheit nach dem Unfall noch öffnen ließen und eine schnelle Rettung ermöglicht wurde. Ereignisbegünstigende oder gar auslösende Feststellungen wurden nicht getroffen.
----	--

4 Auswertung und Schlussfolgerungen

4.1 Ablaufrekonstruktion

Zur Rekonstruktion des Ereignisses wurde ein Zeitraum am Ereignistag zwischen 06:23 Uhr bis zum Kollisionszeitpunkt um 06:47 Uhr berücksichtigt.

Die vorliegenden Informationen und Auswertungen

- zu den GSM-R Zugfunkgesprächen,
- zur eingetretenen dokumentierten Oberleitungsstörung,
- den dokumentierten Bedienhandlungen des Fdl sowie der Zugnummernmeldeanlage,
- dem Fahrtverlauf des Zuges DPN 79506 inkl. Bedienhandlungen des Triebfahrzeugführers (Tf),
- dem Fahrverlauf des Zuges DPN 79505 inkl. Bedienhandlungen des Tf und
- aus dem Aufzeichnungsspeicher der Bahnübergangssicherungsanlage des BÜ 32,396

wurden chronologisch aufbereitet und in einen Gesamtzusammenhang eingeordnet.

Hierzu war es erforderlich, die in den einzelnen Bereichen hinterlegten Systemzeiten in aufwändigen Verfahren zu synchronisieren und die Weginformationen auf die Strecke zu normieren.

Die Auswertung des Fahrtverlaufs der Zugfahrt DPN 79506 beginnt mit der Einfahrt in den Bahnhof Kolbermoor. Die Auswertung des Fahrtverlaufs des Zuges DPN 79505 beginnt vor dem Halt im Bahnhof Bad Aibling. Die Fahrdaten wurden ordnungsgemäß in den Datenspeicherkassetten (DSK) aufgezeichnet und sind plausibel. Die folgenden Angaben beziehen sich auf die umgerechneten Werte. In der folgenden Abbildung sind die Fahrtverläufe graphisch dargestellt.

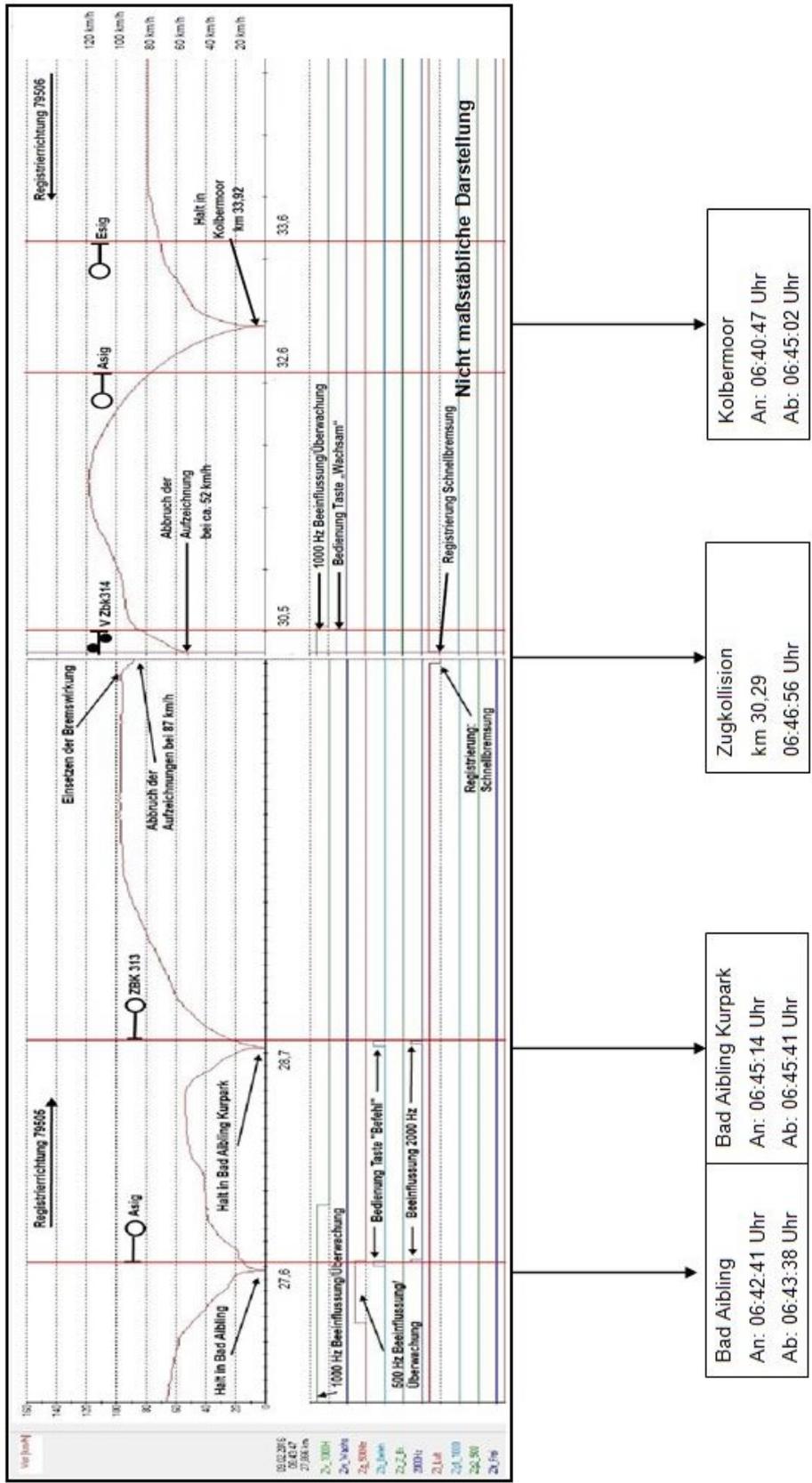


Abb. 7: Fahrtverlaufsauswertung

In der folgenden Tabelle ist das Gesamtereignis chronologisch aufbereitet (örtliche Abfolge der Fdl: Holzkirchen, Kreuzstraße, Westerham, Bruckmühl, Bad Aibling, Rosenheim):

Realzeit	Ereignis
06:23:34	Fdl-Ruf Westerham zu Zug 79505 mit der Info: Sturmwarnung zwischen Westerham und Kolbermoor aufgehoben
06:27:33	Fdl-Ruf Bruckmühl zu Zug 79505 mit der Info: Einfahrt in Bruckmühl vielleicht etwas verzögert. Zugfahrt planmäßig <i>red. Hinweis: Vier Verkehrshalte vor Bad Aibling</i>
06:29:46	Fdl-Ruf Fdl Rosenheim zu Zug 79506: Sturmwarnung zwischen Rosenheim und Westerham, V/max 80km/h!
06:30:11	Fdl-Ruf Bad Aibling zu Zug 79506 mit der Info: Kolbermoor und Westerham Sturmwarnung aufgehoben!
06:38:46	BÜ-Kolbermoor EIN, Rückschluss auf Ausfahrtzugstraße (gleichzeitige Ein- und Ausfahrt / Durchfahrt) in Kolbermoor
06:39:52	Zug 79506 passiert Esig F 200 (Vsig: p201/p202) Kolbermoor in km 33,65 ohne PZB-Beeinflussung (Hinweis auf Zustimmung zur Ausfahrt / Durchfahrt) Zug 79505 ist zu diesem Zeitpunkt in km 24,95, kurz nach der Abfahrt Heufeld
06:40	FHT GAZ - Fahrstraßenhilfstaste – (Zählwerk für Gesamtauflösung von Zugstraßen) und BÜ HAT Hilfsausschalttaste (BÜ-Festlegung der BÜ-Sicherung aufheben) durch Fdl Bad Aibling bedient Fdl ändert vor der Einfahrt des Zuges 79505 in Bad Aibling die bereits zuvor eingestellte Einfahrtzugstraße nach Gleis 2 (bis zum Asig N2) um nach Gleis 1 (bis zum Asig N1). Gemäß Fahrplan für Zugmeldestellen ist Gleis 1 für Zug 79505 vorgesehen. FHT GAZ und HAT Bedienung / Einträge im Nachweis der Zählwerke vorhanden.

06:40	Signalhaltfall Esig in Kolbermoor (Zug 79506), Kontakt in km 33,495 (Achszähler)
06:40:47	Zug 79506 hält in Kolbermoor Gleis 2 (Verkehrshalt am Bahnsteig) Zug 79505 passiert Vsig a zum Esig Bad Aibling
06:42:41	Zug 79505 Ankunft in Bad Aibling Gleis 1 (Verkehrshalt am Bahnsteig)
06:43	ZbHT - Zentralblockhilfstaste – Versuch der Auflösung der Festlegung des Zentralblocksignals (Zbk 313) für Zug 79505 Auflösung erfolgte nicht, da Zug 79506 aus der Gegenrichtung die Zustimmung zur Abfahrt in Kolbermoor hatte, Zbk bleibt in Haltstellung
06:43	ErsGT Ersatzsignalgruppentaste / Bedienung eines Zs1 am Asig N1 Bad Aibling. Einträge im Nachweis der Zählwerke vorhanden. <i>Hinweis: Die Signaltechnik verhindert eine Fahrtstellung des Asig Bad Aibling wegen eingestellter Ausfahrt für Zug 79506 in Kolbermoor nach Bad Aibling. Bedeutung Ersatzsignal/Zs1: Am Signal Hp 0 oder am gestörten Lichthauptsignal ohne schriftlichen Befehl vorbeifahren.</i>
06:43:38	Abfahrt Zug 79505 in Bad Aibling
06:45:02	Abfahrt Zug 79506 in Kolbermoor
06:45:14	Ankunft Zug 79505 in Bad Aibling Kurpark
06:45	ErsGT Ersatzsignalgruppentaste / Bedienung eines Zs1 am Zbk 313 für Zug 79505. Einträge im Nachweis der Zählwerke vorhanden. <i>Hinweis: Die Signaltechnik verhindert eine Fahrtstellung des Zbk 313 Bad Aibling Kurpark wegen eingestellter Ausfahrt für Zug 79506 in Kolbermoor. Bedeutung Ersatzsignal/Zs1: Am Signal Hp 0 oder am gestörten Lichthauptsignal ohne schriftlichen Befehl vorbeifahren.</i>
06:45:31	Zug 79506 passiert Asig P202 (Fahrtbegriff) in Streckenkilometer 32,608 des Bf Kolbermoor
06:45:41	Abfahrt Zug 79505 in Bad Aibling Kurpark

06:45:41	BÜ in km 32,396 wird durch Zug 79506 erreicht
06:45:45	Blockstreckenbelegung Kolbermoor - Zbk 314 durch Zug 79506, bedingt durch Achszähler in km 32,27
06:45:46	Zug 79505 fährt an Zbk 313 vorbei
06:46:20	<p>Fdl Bad Aibling: GSM-R Notruf Prio 0 wird ausgelöst. Zug 79506 und Zug 79505 nicht unter den "Angerufenen" in der Gesprächsliste, da kein „Zugfunknotruf“ sondern ein „Notruf-Strecke“ abgesetzt wurde.</p> <p>Zug 79506 ist zu diesem Zeitpunkt in km 31,16 mit einer Geschwindigkeit von 106 km/h</p> <p>Zug 79505 ist zu diesem Zeitpunkt in km 29,30 mit einer Geschwindigkeit von 89 km/h</p>
06:46:45	<p>Zug 79506 erreicht Vsig 30,503 (v Zbk 314) / 1000Hz-Beeinflussung, Wachsamkeitstastenbedienung, Tendenz: fallende Geschwindigkeit da Halt am Zbk 314 vossignalisiert wurde.</p> <p>Zug 79505 ist zu diesem Zeitpunkt in Kilometer 29,96 mit einer Geschwindigkeit von 97 km/h, Tendenz: sehr leicht fallende Geschwindigkeit</p>
06:46:55	<p>Wirksame Schnellbremsung bei Zug 79506, mit einer Geschwindigkeit von 56 km/h</p> <p>Wirksame Schnellbremsung bei Zug 79505, mit einer Geschwindigkeit von 92 km/h</p>
06:46:56	<p>Kollision</p> <p>Abbruch der Aufzeichnung bei Zug 79506, 52 km/h</p> <p>Abbruch der Aufzeichnung bei Zug 79505, 87 km/h</p>
06:47:02	Registrierte Abschaltung der Oberleitung in der Zentralschaltstelle (Zes-Auslösung)

4.2 Telekommunikationsanlagen

Zu Feststellung 9 (Notruf):

Im Altsystem mit analogem Zugfunk und Streckenfernsprecher besteht für den Fdl keine Möglichkeit einen „Notruf-Strecke“ als Gefahren- bzw. Unfallruf an die vor Ort befindlichen Instandhaltungspersonale über Zugfunk abzusetzen. Diese Funktionalität geht demnach über die ursprüngliche Alttechnik hinaus. Auch wenn die technischen Voraussetzungen zur Abgabe eines „Notruf-Strecke“ im Digitalfunk parallel zum „Zugfunknotruf“ realisierbar sind, eröffnen Auswahlmöglichkeiten in Ausnahmesituationen zusätzliche Fehlerquellen und sollten daher grundsätzlich auf ein absolut notwendiges Maß begrenzt werden.

4.3 Offene Punkte

Da die Untersuchungen in den Fachrichtungen Leit- und Sicherungstechnik und Eisenbahnbetrieb sowie deren Wechselwirkungen aufgrund der Komplexität und des Umfangs bisher nicht abgeschlossen werden konnten, ist eine finale Betrachtung gegenwärtig noch nicht möglich.

5 Sicherheitsempfehlungen

Gemäß § 6 Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) und Art. 25 Abs. 2 der Richtlinie 2004/49/EG ergehen zum jetzigen Zeitpunkt nachfolgende Sicherheitsempfehlungen:

lfd. Nr.	Sicherheitsempfehlung	betrifft Unternehmen
1/2017	Es wird empfohlen den „Zugfunknotruf“ und den „Notruf-Strecke“ im Auswahlmenü des Gefo nach Betätigung der Taste Notruf beim Fdl in einer Funktionstaste zusammenzuführen.	Eisenbahninfrastrukturunternehmen