

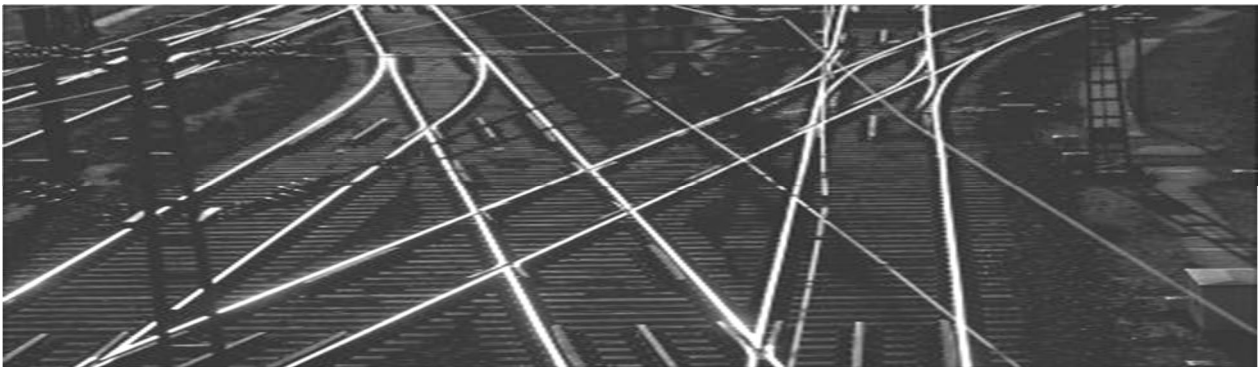


Untersuchungsbericht

Aktenzeichen: BEU-uu2022-02/003-3323

Stand: 24.11.2025 Version 1.0

Erstveröffentlichung: 27.11.2025



Gefährliches Ereignis im Eisenbahnbetrieb

Ereignisart:	Zugkollision
Datum:	14.02.2022
Zeit:	16:35 Uhr
Betriebsstelle:	Bf Ebenhausen-Schäftlarn
Gleis:	1
Kilometer:	17,76

Veröffentlicht durch:

Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung

Heinemannstraße 6

53175 Bonn

Inhaltsverzeichnis

I.	Änderungsverzeichnis:	II
II.	Abbildungsverzeichnis:	III
III.	Tabellenverzeichnis:	IV
IV.	Abkürzungsverzeichnis:	V
0	Vorbemerkung	1
1	Zusammenfassung	2
1.1	Kurzbeschreibung des Ereignisses	2
1.2	Folgen	2
1.3	Ursachen	2
1.4	Sicherheitsempfehlungen	4
2	Die Untersuchung und ihr Kontext	5
3	Beschreibung des Ereignisses	7
3.1	Informationen über das Ereignis und seine Hintergründe	7
3.1.1	Lage und Beschreibung des Ereignisortes	7
3.1.2	Beteiligte.....	9
3.1.3	Äußere Bedingungen	9
3.1.4	Todesopfer, Verletzte und Sachschäden.....	9
3.2	Sachliche Beschreibung der Vorkommnisse.....	11
3.2.1	Hergangsbeschreibung	11
3.2.2	Notfallmanagement.....	12
4	Auswertung des Ereignisses	14
4.1	Aufgaben und Pflichten	14
4.1.1	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers.....	14

4.1.2	Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU.....	15
4.2	Fahrzeuge und technische Einrichtungen	22
4.2.1	Untersuchung von Fahrzeugen	22
4.2.2	Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur.....	26
4.2.3	Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik	26
4.3	Menschliche Faktoren.....	29
4.3.1	Beteiligte des Infrastrukturbetreibers.....	29
4.3.2	Beteiligte des EVU.....	31
4.4	Feedback- und Kontrollmechanismen	39
4.4.1	Feedback- und Kontrollmechanismen des Infrastrukturbetreibers	39
4.4.2	Feedback- und Kontrollmechanismen des EVU	39
4.5	Frühere Ereignisse ähnlicher Art	43
5	Schlussfolgerungen.....	44
5.1	Zusammenfassung und Schlussfolgerung	44
5.2	Seit dem Ereignis getroffene Maßnahmen	48
5.3	Zusätzliche Bemerkungen.....	49
6	Sicherheitsempfehlungen	50

I. Änderungsverzeichnis:

Änderung	Stand

II. Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Übersichtsplan.....	8
Abbildung 2: Kartenausschnitt Ebenhausen-Schäftlarn.....	8
Abbildung 3: Zerstörte Endwagen	10
Abbildung 4: Lageskizze Bf Ebenhausen-Schäftlarn	12
Abbildung 5: Weg-Geschwindigkeitsdiagramm Personenzug S 6785	17
Abbildung 6: Zugkonfiguration der Personenzüge S 6776 und S 6785	23
Abbildung 7: MFA 20 der BR 423 bei PZB-Zwangsbremung.....	24
Abbildung 8: Aufgefahrene Weiche W1	27
Abbildung 9: Gelöste Festhaltung der Schieberstange Weiche W1.....	28
Abbildung 10: Gesamtansicht des Stelltischs Stw Wolfratshausen	30
Abbildung 11: Sicht auf Asig 1P1	33
Abbildung 12: Vorbeifahrten am Halt zeigenden Signal bundesweit.....	35
Abbildung 13: Vorbeifahrten am Halt zeigenden Signal S-Bahn München	35
Abbildung 14: Verkehrsleistung der Eisenbahnen bundesweit	36
Abbildung 15: Unzulässige Vorbeifahrten am Haltbegriff S-Bahn München	37
Abbildung 16: Übersicht unzulässige Vorbeifahrt am Hauptsignal S-Bahn München.....	37
Abbildung 17: Prozessablauf Personal qualifizieren und entwickeln.....	41
Abbildung 18: Meldezettel PZB-Zwangsbremung	49

III. Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Zusammenfassung Einflussfaktoren.....	3
Tabelle 2: Übersicht der äußeren Bedingungen	9
Tabelle 3: Übersicht der Personenschäden	9
Tabelle 4: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe	10
Tabelle 5: Auszug Zeitprotokoll Notfallleitstelle	13
Tabelle 6: Betriebliche Angaben zum Zug S 6785	15
Tabelle 7: Betriebliche Angaben zum Zug S 6776	20
Tabelle 8: Technische Daten Elektrotriebwagen Baureihe 423	22
Tabelle 9: Textmeldungen bei PZB-Zwangsbremung EBI Cab 500, System PZB 90	25

IV. Abkürzungsverzeichnis:

AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Asig	Ausfahrtsignal
Avsig	Ausfahrvorsignal
BEU	Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung
Bf	Bahnhof
BÜ	Bahnübergang
EFR	Elektronische Fahrtenregistrierung
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
Esig	Einfahrtsignal
EU	Europäische Union
EUV	Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung
Evsig	Einfahrvorsignal
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
Fdl	Fahrdienstleiter
GSM-R	Global System for Mobile Communications Rail
Hp	Haltepunkt
LZB	linienförmige Zugbeeinflussung
MFA	modulare Führerraumanzeige
PZB	punktförmige Zugbeeinflussung
Ril	Richtlinie
Sbk	Selbstblocksignal
SMS	Sicherheitsmanagementsystem
Stw	Stellwerk
Tf	Triebfahrzeugführer
Tfz	Triebfahrzeug
VzG	Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten

0 Vorbemerkung

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

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

1 Zusammenfassung

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

1.1 Kurzbeschreibung des Ereignisses

Am 14.02.2022 gegen 16:35 Uhr kollidierte der Personenzug S 6785 auf der Fahrt von Wolf-ratshausen nach Aying bei der Ausfahrt aus dem Bahnhof (Bf) Ebenhausen-Schäftlarn mit dem in km 17,76 stehenden Personenzug S 6776.

1.2 Folgen

Es wurde eine Person getötet. Zehn Personen wurden schwer verletzt und 47 Personen erlitten leichtere Verletzungen. An den Fahrzeugen und an der Infrastruktur entstand erheblicher Sachschaden in Höhe von etwa 3,3 Millionen Euro.

1.3 Ursachen

Im Rahmen der Untersuchung des Ereignisses wurden die folgenden Handlungen, Unterlassungen, Vorkommnisse oder Umstände als sicherheitskritische Faktoren identifiziert. Diese werden gemäß Durchführungsverordnung 2020/572 in ursächliche oder beitragende, und systemische Faktoren unterschieden. Zusätzlich werden ermittelte Defizite des Notfallmanagements behandelt.

Zur besseren Übersichtlichkeit der Faktoren und Aspekte des Notfallmanagements wird eine Systematik mit Kennzeichnungen in eckigen Klammern verwendet.

Eine detaillierte Auswertung des Ereignisses unter Einordnung als sicherheitskritische Faktoren wird in den folgenden Kapiteln gegeben.

Geschehen: Datum/Uhrzeit, sowie Handlung / Unterlassen / Umstand / Vorkommnis	Ursächlicher Faktor	Beitragender Faktor	Systemischer Faktor
14.02.2022 ca. 16:34 Der Triebfahrzeugführer (Tf) des Personenzuges S 6785 fuhr unzulässig gegen das Halt zeigende Ausfahrsignal (Asig) 1P1 im Bf Ebenhausen-Schäftlarn an und in weiter Folge daran vorbei.	Missachtung der Signalstellung [F1]		
14.02.2022 ca. 16:34 Uhr Der Tf des Personenzuges S 6785 unterlässt nach der unberechtigten Vorbeifahrt die zwingend vorgeschriebene Kommunikation mit dem zuständigen Fahrdienstleiter (Fdl).		Unterlassene Kommunikation mit dem Fdl [F2]	Sicherheitsbewusstsein der Mitarbeiter [S2]
14.02.2022 ca. 16:35 Uhr Der Tf des Personenzuges S 6785 löst die Zwangsbremsung der punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB) auf und setzt seine Fahrt in den bereits durch den entgegenkommenden Personenzug belegten Gleisabschnitt fort.	Weiterfahrt nach unzulässiger Vorbeifahrt am Hauptsignal [F3]		Technische Ausführung der PZB Fahrzeugeinrichtung [S3]

Tabelle 1: Zusammenfassung Einflussfaktoren

1.4 Sicherheitsempfehlungen

Am 22.06.2022 wurde durch die Bundesstelle für Eisenbahnunfalluntersuchung (BEU) ein erster Zwischenbericht veröffentlicht. In diesem wurden gemäß § 6 Eisenbahn-Unfalluntersuchungsverordnung (EUV) und Artikel 26 der Richtlinie (EU) 2016/798 nachfolgende Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen. Diese werden aufrechterhalten.

Es wurde empfohlen,

- im Sicherheitsmanagementsystem der Eisenbahnen Prozesse zu entwickeln bzw. zu verbessern, mit denen sich die Wirksamkeit der Einhaltung der Regeln nach Eintreten einer PZB-Zwangsbremung effektiv überprüfen lassen. Entsprechende Maßnahmen zur Bewusstseinsförderung der Mitarbeiter im Bahnbetrieb sind aus diesen Erkenntnissen abzuleiten (BEU-Sicherheitsempfehlung Nr. 03/2022).
- die Fahrzeugtechnik dahingehend zu erweitern, dass dem Tf nach Eintritt einer PZB-Zwangsbremung ein angemessener Zeitraum zum Nachdenken (Situationsbewusstsein) und Handeln (Abarbeiten der Richtlinie 408.2651) zwingend eingeräumt wird (BEU-Sicherheitsempfehlung Nr. 04/2022).

2 Die Untersuchung und ihr Kontext

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

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

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

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

Aufgrund des gegebenen Schadensausmaßes bzw. der Folgen bei dem vorliegenden gefährlichen Ereignis wurden Untersuchungen auf Grundlage des Artikels 20 Abs. 1 Richtlinie (EU) 2016/798 eingeleitet.

Die Unfalluntersuchungshandlungen werden strukturiert in vier definierten Kernprozessen durchgeführt, die mit der Entscheidung zur Aufnahme einer Untersuchung beginnen und mit

der Veröffentlichung des Untersuchungsberichtes abgeschlossen werden. Zur Ursachenermittlung werden ergebnisoffene Untersuchungen in allen beteiligten Fachdisziplinen angestellt und hierbei insbesondere Fehler-Ursachen-Analysen und Soll-Ist-Vergleiche durchgeführt.

Vom örtlich zuständigen Untersuchungsbezirk Südost wurden die Untersuchungshandlungen federführend geleitet.

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

Im Rahmen der Sachverhaltsermittlung und Ursachenerforschung wurden neben den beteiligten Unternehmen keine weitere Stellen einbezogen.

Die Durchführung der Unfalluntersuchung setzt voraus, dass alle an dem gefährlichen Ereignis Beteiligten den jeweiligen Meldeverpflichtungen gem. § 2 Abs. 3 EUV nachkommen. Die relevanten Informationen sind durch die zur Meldung Verpflichteten auf dem neuesten Stand zu halten.

Auf Grundlage des § 5b AEG werden i. d. R. weitergehende zur Untersuchungsdurchführung erforderliche Informationen, Auskünfte und Nachweise abgefordert. Diese notwendigen Zusarbeiten konnten mittels Auskunftersuchen gewonnen werden.

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

- Auswertung von Vorbeifahrten an Halt zeigenden Signalen bei der DB Regio AG, S-Bahn München über einen Zeitraum von zehn Jahren vor dem Ereignis.

Die infrastrukturseitige Freigabe der Unfallstelle erfolgte durch die BEU am 15.02.2022.

3 Beschreibung des Ereignisses

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

3.1 Informationen über das Ereignis und seine Hintergründe

Bei dem Ereignis handelt es sich um eine Kollision eines Zuges mit einem Schienenfahrzeug im Sinne der Richtlinie (EU) 2016/798.

Die BEU führt das Ereignis national unter der Ereignisart Zugkollision.

3.1.1 Lage und Beschreibung des Ereignisortes

Die Zugkollision ereignete sich auf der eingleisigen, elektrifizierten Hauptbahn Großhesselohe-Isartalbahn – Wolfratshausen im nördlichen Bereich des Bf Ebenhausen-Schäftlarn zwischen der Weiche W1 und dem Einfahrsignal (Esig) 1A in Höhe des Streckenkilometers 17,76. Die Strecke wurde gemäß Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten (VzG) mit der Streckennummer 5507 geführt. Die Betriebsdurchführung auf der Strecke erfolgte nach den Regeln der Richtlinie (Ril) 408 „Fahrdienstvorschrift“ der DB Netz AG¹. Die maximal zulässige Geschwindigkeit gemäß VzG betrug 120 km/h, am Ereignisort 70 km/h. Der vorgesehene Regelbremswegabstand betrug für die gesamte Strecke 700 m. Die Strecke war mit digitalem Zugfunk Global System for Mobile Communications - Rail (GSM-R) und PZB ausgerüstet.

Der Bf Ebenhausen-Schäftlarn war zweigleisig mit einem Mittelbahnsteig ausgeführt. Im nördlichen Teil des Bf befand sich zwischen dem Mittelbahnsteig und der Weiche W1 der Bahnübergang (BÜ) „Poststraße“ im km 18,020.

¹ Seit dem 01.01.2024 umfirmiert in DB InfraGO AG

Die nachfolgenden Abbildungen stellen die geographische Lage des Ereignisortes dar.

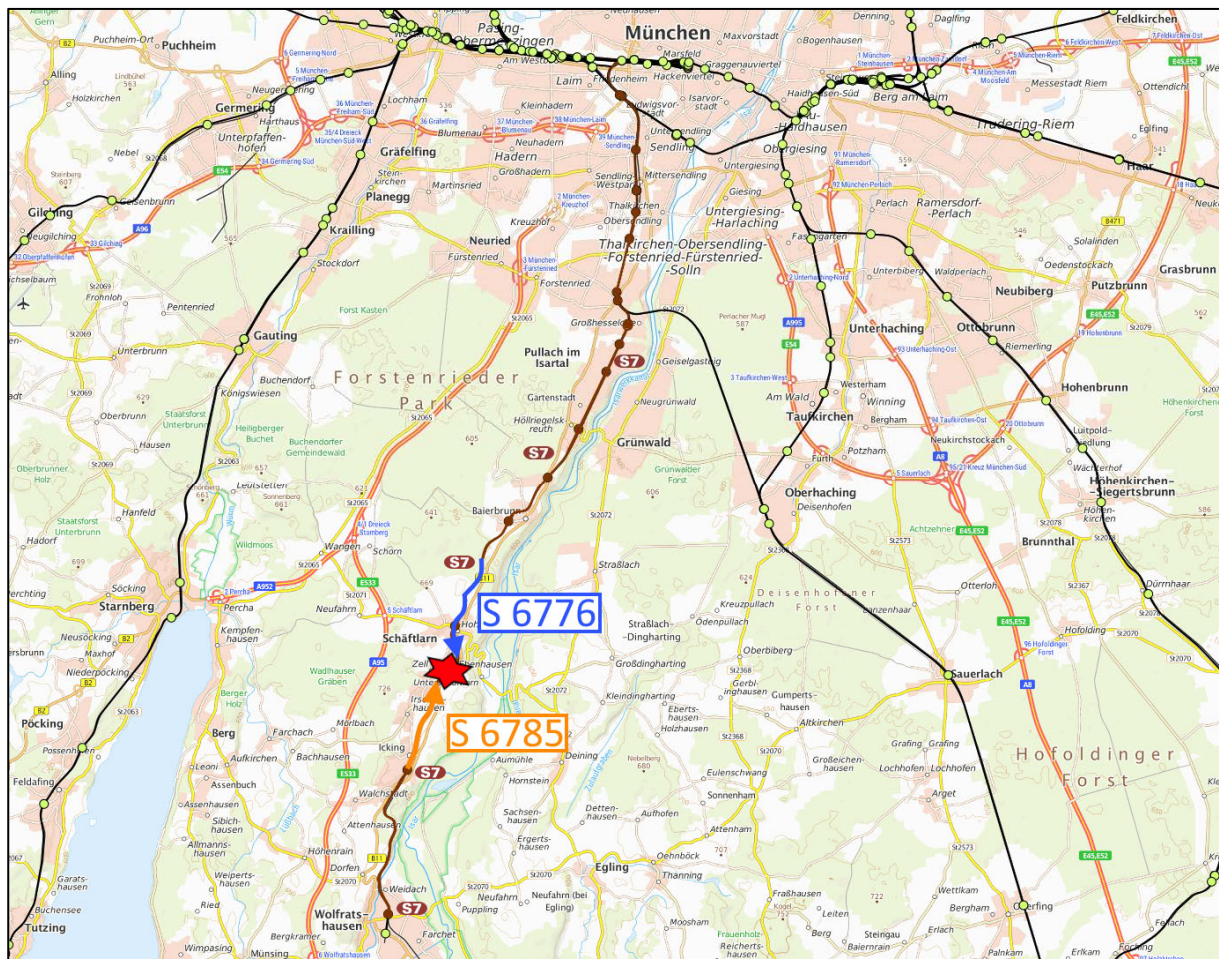


Abbildung 1: Übersichtsplan²

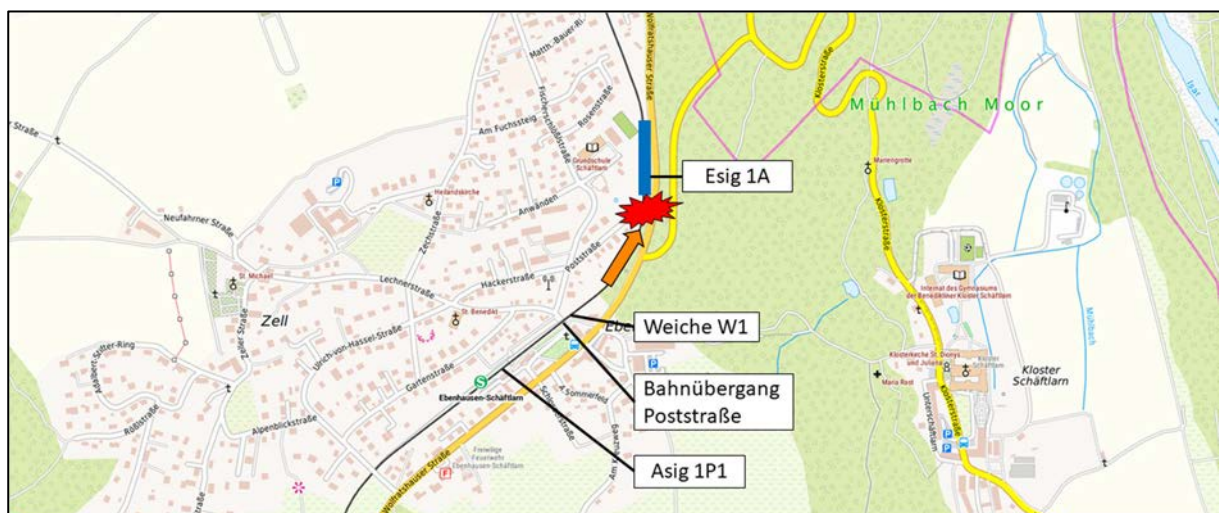


Abbildung 2: Kartenausschnitt Ebenhausen-Schäftlarn³

² Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG [2022], bearbeitet durch BEU

³ Quelle: Geobasisdaten: © GeoBasis-DE / BKG [2022], bearbeitet durch BEU

3.1.2 Beteiligte

Die am Ereignis Beteiligten hatten die folgenden Funktionen:

Für das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) DB Netz AG:

- Fdl Wolfratshausen im Stellwerk (Stw) Wolfratshausen

Für das Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) DB Regio AG:

- Tf des Personenzuges S 6776
- Tf des Personenzuges S 6785

3.1.3 Äußere Bedingungen

Zum Zeitpunkt des Ereignisses herrschten folgende Bedingungen:

Lichtverhältnisse	Tageslicht
Sicht	klar
Bedeckung	leicht bewölkt
Temperaturen	ca. 6°C
fallender Niederschlag	Nein
Niederschlagshäufigkeit	--
Untergrund / gefallener Niederschlag	trocken

Tabelle 2: Übersicht der äußeren Bedingungen

3.1.4 Todesopfer, Verletzte und Sachschäden

Bei der Kollision wurden ein Reisender getötet und 57 Personen zum Teil schwer verletzt.

Aus der folgenden Tabelle können die Personenschäden im Detail entnommen werden:

	Anzahl Tote	Anzahl schwer Verletzte	Anzahl leicht Verletzte
Reisende	1	8	47
Mitarbeiter	-	2	-
Dritte	-	-	-
Summe	1	10	47

Tabelle 3: Übersicht der Personenschäden

Bei den beiden Personenzügen wurden die jeweils vorderen Triebwagenteile von den führenden Drehgestellen abgehoben und zur Bogenaußenseite gedrückt. Dabei wurden die beiden

Führerstände nahezu vollständig zerstört. Ferner wurden die Fahrleitung beschädigt und der Oberbau in Mitleidenschaft gezogen.

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

	geschätzte Kosten in Euro
Fahrzeuge	2.976.000
Infrastruktur	350.000
Dritte	-
Gesamtschadenshöhe	3.326.000

Tabelle 4: Übersicht der geschätzten Schadenshöhe

Aufgrund der mehrtägigen Streckensperrung wurde ein Schienenersatzverkehr eingerichtet. Die anliegende Bundesstraße B11 musste zudem für die Bergungsarbeiten mehrere Tage für den Straßenverkehr gesperrt werden. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Ausmaß der Schäden, insbesondere an den beteiligten Fahrzeugen, nach dem Ereignis.



Abbildung 3: Zerstörte Endwagen

3.2 Sachliche Beschreibung der Vorkommnisse

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

3.2.1 Hergangsbeschreibung

Aufgrund einer Störung an einem im Fahrtverlauf liegenden BÜ kam es bei der von München kommenden Zugfahrt S 6776 zu einer Verspätung von ca. zehn Minuten. Der Fdl Wolfratshausen entschied sich daher, die eigentlich planmäßig im Bf Icking vorgesehene Zugkreuzung der Personenzüge S 6785 und S 6776 in den Bf Ebenhausen-Schäftlarn zu verlegen.

Als sich der Personenzug S 6785 dem Bf Ebenhausen-Schäftlarn näherte, überschritt der Tf die durch die PZB-Fahrzeugeinrichtung überwachte Geschwindigkeit nach einer vorherigen 500 Hz-Beeinflussung. Die PZB-Fahrzeugeinrichtung löste daraufhin eine Zwangsbremmung aus. Nachdem der Personenzug zum Halten gekommen war, löste der Tf die PZB-Zwangsbremmung auf und setzte seine Fahrt ins Gleis 1 fort, ohne den Fdl kontaktiert zu haben.

Nachdem der Personenzug S 6785 vor dem in der Abbildung 4 rot umrandeten Asig 1P1 im Gleis 1 des Bf Ebenhausen-Schäftlarn zum Halten gekommen und der Fahrgastwechsel abgeschlossen war, fuhr der Tf unzulässig gegen das weiterhin Halt signalisierende Asig 1P1 an. Bei der Vorbeifahrt löste die PZB-Fahrzeugeinrichtung des beschleunigenden Personenzuges S 6785, durch die erfolgte 2.000 Hz-Beeinflussung der PZB-Streckeneinrichtung am Asig 1P1 eine Zwangsbremmung aus, die bis zum Stillstand des Zugverbandes wirkte. Nachdem der Personenzug S 6785 zum Stillstand gekommen war, hob der Tf die Zwangsbremmung auf und setzte die Fahrt in Richtung des durch den entgegenkommenden Personenzuges S 6776 belegten eingleisigen Streckenabschnittes fort. Eine Kommunikation mit dem zuständigen Fdl Wolfratshausen erfolgte nicht.

Durch die Weiterfahrt des Personenzuges S 6785 kam es zu einer Belegung des Abschnittes 1³ und dadurch zu einem vorzeitigen Signalhaltfall des Esig 1A ca. 50 m vor der Vorbeifahrt des sich zur gleichen Zeit dem Bf Ebenhausen-Schäftlarn nähernden Personenzuges S 6776. Der Tf dieses Personenzuges leitete umgehend nach Erkennen des Signalhaltfalls eine Schnellbremsung ein und der Zugverband kam ca. im km 17,76 zum Stillstand. Während der Tf sich beim Fdl über den Grund des Signalhaltfalls erkundigte, kam es um ca. 16:35 Uhr zur Zugkollision mit dem ausfahrenden, zu diesem Zeitpunkt noch 57 km/h schnellen Personenzug S 6785.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die Kollisionsstelle ca. im km 17,76 und den Fahrtverlauf der beiden Personenzüge ab der Abfahrt der S 6785 vor dem rot umrandeten Asig 1P1.

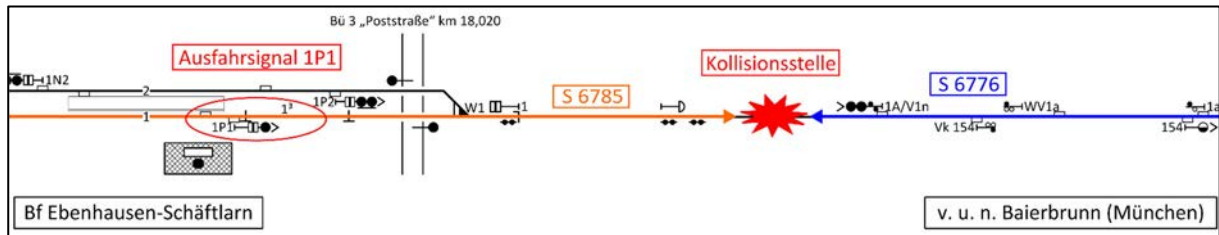


Abbildung 4: Lageskizze Bf Ebenhausen-Schäftlarn

3.2.2 Notfallmanagement

Nach § 4 Abs. 3 AEG haben die Eisenbahnen die Verpflichtung, an Maßnahmen des Brand-schutzes und der technischen Hilfeleistung mitzuwirken. Die Innenministerien der Länder und die DB AG haben sich auf folgende Verfahrensweise verständigt. Für die DB Netz AG gelten die entsprechenden Brand- und Katastrophenschutzgesetze der Länder. Das Notfallmanage-ment der DB AG ist in der Konzernrichtlinie 123, das der DB Netz AG in der Ril 423 näher be-schrieben und geregelt.

In der nachfolgenden Tabelle ist der chronologische Ablauf wichtiger Gespräche und Maßnahmen dargestellt:

Auswertung Zeitprotokoll Notfallleitstelle		
Ereigniszeitpunkt	16:35 Uhr	
Information der Notfallleitstelle durch den Fdl (Verdacht auf Kollision von zwei Zügen; S 6776 und S 6785 zwischen Ebenhausen-Schäftlarn und Baierbrunn; keine weiteren Aussagen möglich, da Situation nicht bekannt)	16:40 Uhr	
Anfrage durch Polizeieinsatzzentrale München (Meldung Kollision Züge im Bereich Ebenhausen-Schäftlarn; keine Bestätigung durch Notfallleitstelle möglich; angenommener Stand ist, dass sich zwei Züge gegenüberstehen)	16:43 Uhr	
Anfrage durch Feuerwehreinsatzzentrale München-Land (Sachstand nicht bekannt, keine Bestätigung über Kollision zweier Züge durch Notfallleitstelle möglich)	16:44 Uhr	
Anfrage durch Bundespolizei München (keine Aussage durch Notfallleitstelle möglich, da Sachstand noch nicht bekannt; Meldung von einem Toten und drei Schwerverletzten durch Bundespolizei)	16:47 Uhr	
Information des Notfallmanagers	16:48 Uhr	
Gleissperrung mit dem Grund UV zwischen Ebenhausen-Schäftlarn und Baierbrunn	16:52 Uhr	
Abschaltung Oberleitung	16:57 Uhr	
Fdl Wolfratshausen bis zu diesem Zeitpunkt nicht erreichbar gewesen; Bestätigung Gleissperrung	16:59 Uhr	
Versand Gleissperrfax an Feuerwehreinsatzzentrale München-Land	17:00 Uhr	
Information der BEU	17:07 Uhr	
Sperrung der Strecke (von / bis)	16:52 Uhr	02.03.2022

Tabelle 5: Auszug Zeitprotokoll Notfallleitstelle

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

4 Auswertung des Ereignisses

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

4.1 Aufgaben und Pflichten

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

4.1.1 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des Infrastrukturbetreibers

Für die Regelung des Bahnbetriebs im Bereich des Ereignisortes war der Fdl Wolfratshausen zuständig. Zu seinem Zuständigkeitsbereich gehörten die Bf Wolfratshausen, Icking und Ebenhausen-Schäftlarn einschließlich der dazwischenliegenden eingleisigen Streckenabschnitte. Für den Betrieb auf dem Streckenabschnitt von Ebenhausen-Schäftlarn nach Baierbrunn hatte er sich mit dem benachbarten Fdl Höllriegelskreuth, zu dessen Zuständigkeitsbereich der Bf Baierbrunn gehörte, zu verständigen. Die erforderlichen Zugmeldungen erfolgten fernmündlich und wurden im Zugmeldebuch dokumentiert. Eine Zugnummernmeldeanlage war für den relevanten Streckenbereich nicht vorhanden. Die Auswertung der Unterlagen der beiden beteiligten Fdl Wolfratshausen und Fdl Höllriegelskreuth ergab keine Einträge, die sich auf das Ereignis ausgewirkt haben könnten. Es waren keine Gespräche zwischen dem Fdl und dem Tf des Personenzuges S 6785 dokumentiert.

Den Anruf des Tf des Personenzuges S 6776 um 16:34 Uhr per GSM-R Einzelruf nahm der Fdl Wolfratshausen umgehend entgegen. Die vom Tf geschilderte Situation des vorzeitigen Signalhaltfalls des Esig 1A und der anschließenden Vorbeifahrt des Personenzuges konnte sich der Fdl nicht erklären. Noch während die beiden Beteiligten versuchten, die Situation aufzuklären, kam es zur Kollision der beiden Personenzüge. Ungefähr zeitgleich erhielt der Fdl Wolfratshausen eine Auffahrmeldung der Weiche W1. Die Zeitverzögerung der Auffahrmeldung war der Bauform der Fernsteuerung des Bf Ebenhausen-Schäftlarn geschuldet und stellte

keine technische Ausnahme dar. Der Fdl Wolfratshausen hatte somit systembedingt zu keiner Zeit die Möglichkeit, die unberechtigte Einfahrt des Personenzuges S 6785 in den eingleisigen Streckenabschnitt vor der Kollision zu erkennen und einen Nothaltaufrag abzusetzen.

Für die betrieblichen Abläufe des EIU wurden keine Handlungen, Vorkommnisse, Unterlassungen oder Umstände festgestellt, die einen Einfluss auf das Ereignis gehabt haben könnten.

4.1.2 Untersuchung der betrieblichen Abläufe des EVU

Durchführendes EVU für die beiden Zugfahrten der am Ereignis beteiligten Personenzüge war die DB Regio AG, S-Bahn München. Die beiden Tf wurden durch die S-Bahn München ausgebildet und ausschließlich auf diesem Streckennetz eingesetzt. Die folgende Rekonstruktion der betrieblichen Abläufe basiert maßgeblich auf den ausgewerteten Daten der elektronischen Fahrtenregistrierung (EFR) und dem aufgezeichneten Zugfunkgespräch zwischen dem Fdl Wolfratshausen und dem Tf des Personenzuges S 6776 unmittelbar vor dem Ereignis. Beide Fahrzeuge waren mit einem Datenrekorder vom Typ DSK 20 des Herstellers DEUTA-WERKE GmbH ausgerüstet. Dieser konnte noch am Ereignisort durch die BEU ausgelesen werden. Die im folgenden angegebenen Zeiten basieren auf der internen Systemzeit der Datenrekorder und können von der realen Uhrzeit geringfügig abweichen. Ein Abgleich der Daten ergab, dass die hinterlegten Uhrzeiten für die Rekonstruktion hinreichend genau waren.

Beschreibung des betrieblichen Ablaufes der Zugfahrt S 6785

Die betrieblichen Angaben für die Zugfahrt S 6785 sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Betriebliche Angaben zum Zug S 6785		
Zugnummer	6785	
Zuggattung	S	
Verwendete Zugsicherungssysteme	PZB	
Laufweg (von / nach)	Wolfratshausen	Aying
Zugkonfiguration (gemäß Buchfahrplan)	Triebfahrzeug (Tfz) 2 x (80 0423)	
Bremshundertstel (vorhanden / MbrH)	142	139
Bremsstellung (tatsächlich / gefordert)	„R“	R/P

Tabelle 6: Betriebliche Angaben zum Zug S 6785

Nachfolgend wird der rekonstruierte Fahrtverlauf ab dem Zuganfangsbahnhof Wolfratshausen beschrieben. Der Tf gab um 16:18:01 Uhr im Bf Wolfratshausen die Zugdaten für die spätere Zugfahrt über den Zugdateneinsteller ein. Alle Eingaben erfolgten regelkonform. Anschließend war für den gesamten Betrachtungszeitraum die PZB in der Betriebsart „O“ aktiv. Für das Zugsicherungssystem PZB können drei verschiedene Betriebsarten „U“, „M“ oder „O“, je nach Bremsvermögen des Zuges, zur Anwendung kommen. Die Betriebsart „O“ lässt dabei die höchstmöglichen Geschwindigkeiten an den jeweiligen Überwachungspunkten bzw. Bremskurven zu.

Um 16:24:25 Uhr war die planmäßige Abfahrt des Zuges im Bf Wolfratshausen verzeichnet. Im Streckenabschnitt zwischen dem Bf Wolfratshausen und dem nächsten planmäßigen Verkehrshalt im Bf Icking waren keine Besonderheiten ersichtlich. Von 16:30:10 Uhr bis 16:30:44 Uhr wurde ein erneuter Stillstand des Personenzuges registriert. Dies entspricht einer Standzeit von ca. 34 Sekunden während des planmäßigen Halts im Bf Icking. Die hier vorgesehene Zugkreuzung mit dem Gegenzug S 6776 erfolgte nicht. Ferner waren keine GSM-R-Gespräche aufgezeichnet, sodass zumindest auf diesem Weg keine Information des Fdl Wolfratshausen an den Tf über die Verlegung der Zugkreuzung erfolgte. Diese Information war gemäß den zum Ereigniszeitpunkt geltenden Regelwerken nicht vorgeschrieben. Weitergehend war festzustellen, dass es sich hierbei in einem S-Bahn-Netz um keinen außergewöhnlichen Vorgang handelte und eine zusätzliche Information des Zugpersonales eher die Ausnahme als die Regel darstellte. Eine weitere Betrachtung dieser Thematik erfolgt im Kapitel 4.3.2.

Nach dem Halt beschleunigte der Personenzug auf eine Geschwindigkeit von ca. 100 km/h. Dies entsprach der an dieser Stelle zulässigen Höchstgeschwindigkeit. Anschließend reduzierte sich die Geschwindigkeit langsam auf ca. 80 km/h. Bei dieser Geschwindigkeit wurde in Höhe des Einfahrtvorsignals (Evsig) 1f des Bf Ebenhausen-Schäftlarn eine 1.000 Hz-Beeinflussung und eine zeitgleiche Bedienung der Wachsamkeitstaste registriert. Das Evsig muss somit zu diesem Zeitpunkt den Signalbegriff Vr 0 „Halt erwarten“ oder den Signalbegriff Vr 2 „Langsamfahrt erwarten“ gezeigt haben, wobei die weitere Auswertung den Signalbegriff „Vr 0“ als am wahrscheinlichsten identifiziert hat. Die folgende Abbildung beinhaltet den aus den Rohdaten rekonstruierten Geschwindigkeitsverlauf ab diesem Wegpunkt bis zur Zugkollision. Die auf der Längsachse dargestellte Wegstrecke wurde dabei auf die Streckenkilometrierung der Örtlichkeit normiert.

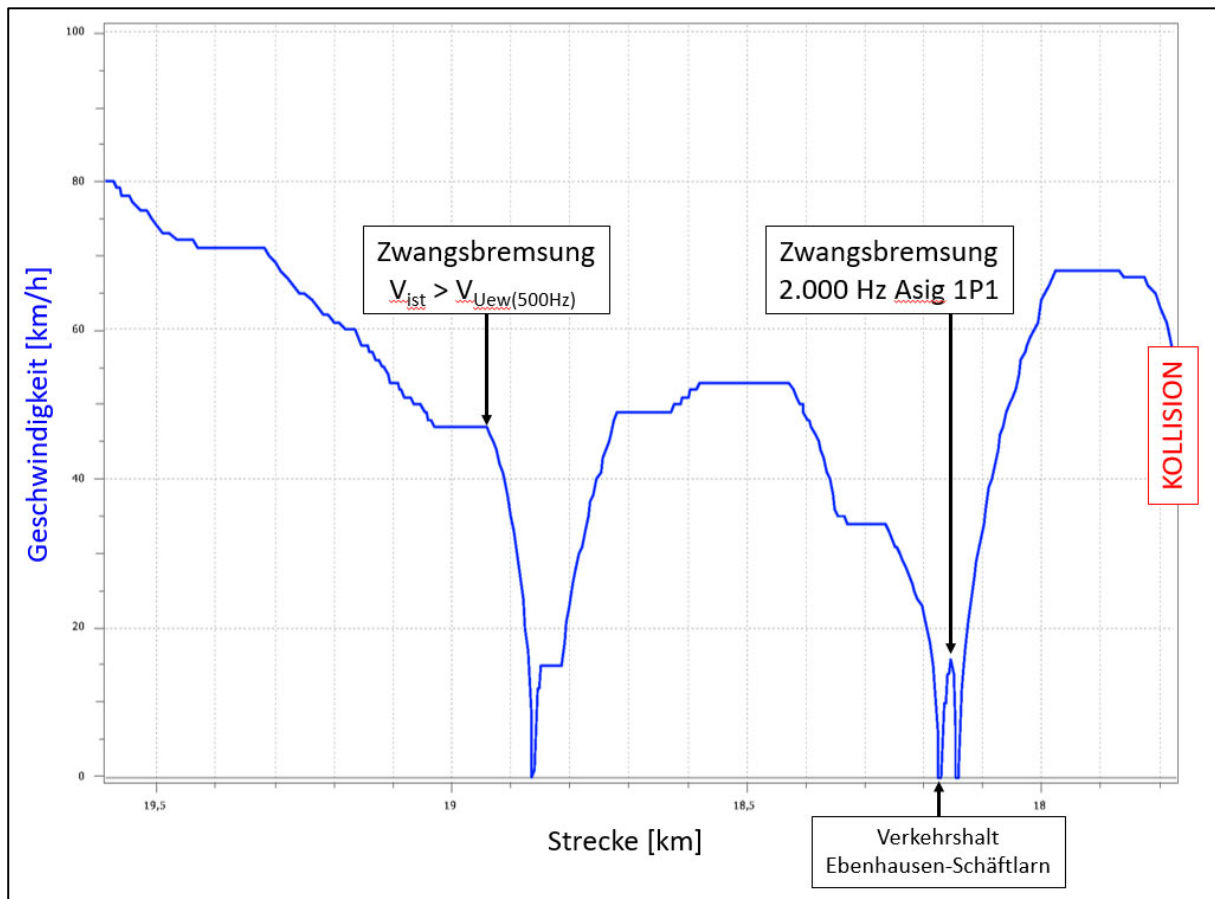


Abbildung 5: Weg-Geschwindigkeitsdiagramm Personenzug S 6785

Im weiteren Fahrtverlauf wurde um 16:32:27 Uhr, etwa 250 m vor dem Esig 1F des Bf Ebenhausen-Schäftlarn, eine 500 Hz-Beeinflussung bei einer Geschwindigkeit von 53 km/h registriert. Das Esig muss somit zu diesem Zeitpunkt noch den Signalbegriff Hp 0 „Halt“ gezeigt haben. In weiterer Folge verringerte sich die Geschwindigkeit des Personenzuges auf ca. 47 km/h und blieb anschließend annähernd gleich. Vermutlich erkannte der Tf zu diesem Zeitpunkt am Esig 1F eine Änderung des Signalbegriffes von Hp 0 auf einen Fahrtbegriff.

Im km 18,951 überschritt die Geschwindigkeit V_{ist} mit 47 km/h den Wert der Überwachungsgeschwindigkeit der angehängten, von 65 km/h auf 45 km/h ablaufenden, Geschwindigkeitsüberwachungskurve $V_{Uew(500Hz)}$ innerhalb der geprüften Wegstrecke von 153 m. Systembedingt wird diese von der PZB-Fahrzeugeinrichtung nach wie vor überwacht, auch wenn zwischenzeitlich eine Aufwertung des Signalbegriffes am Hauptsignal erfolgt sein sollte. In der Folge wurde um 16:32:38 Uhr eine Zwangsbremmung durch die PZB-Fahrzeugeinrichtung ausgelöst, die bis zum Stillstand wirkte. Der Personenzug kam um 16:32:49 Uhr ca. im km 18,86 zum Halten.

Der Tf löste die PZB-Zwangsbremung durch Betätigung der Freitaste um 16:32:52 Uhr auf und setzte seine Fahrt nach einer Standzeit von etwa zwölf Sekunden um 16:33:01 Uhr fort. Gemäß Ril 408.2651 Abschnitt 3 Absatz 1, gültig ab 11.12.2016, musste sich der Tf sofort mit dem Fdl verständigen, sobald er infolge einer PZB-Zwangsbremung zum Halten gekommen war. Der Tf musste anschließend gemeinsam mit dem Fdl feststellen, wo die PZB-Zwangsbremung eingetreten war. Wenn die PZB-Zwangsbremung, wie in diesem hier beschriebenen Fall, nicht an einem Hauptsignal, einem Sperrsignal oder einem Signal Ne 1 erfolgte, hätte der Tf nach mündlicher Zustimmung des Fdl seine Fahrt fortsetzen dürfen. Bei der Ereignisrekonstruktion wurden keinerlei Bemühungen des Tf festgestellt, den Fdl zu kontaktieren. Auch die kurze Standzeit von lediglich ca. zwölf Sekunden spricht dafür, dass der Tf nicht versucht hat, den Fdl zu verständigen. Er setzte seine Fahrt ohne die zwingend erforderliche mündliche Zustimmung des Fdl fort.

In Höhe des Esig 1F des Bf Ebenhausen Schäftlarn wurde um 16:33:08 Uhr eine 1.000 Hz-Beeinflussung durch die PZB-Streckeneinrichtung des am Esig befindlichen Ausfahrsvorsignals (Avsig) 1p und eine Betätigung der Wachsamkeitstaste registriert. Zusammen mit der im weiteren Fahrtverlauf registrierten 500 Hz-Beeinflussung lässt sich somit schlussfolgern, dass das Asig 1P1 des Bf Ebenhausen-Schäftlarn zu diesem Zeitpunkt den Signalbegriff Hp 0 „Halt“ zeigte und dieses dem Tf auch durch den Signalbegriff „Halt erwarten“ am zugehörigen Avsig 1p angekündigt wurde. Um 16:34:13 Uhr kam der Personenzug am gewöhnlichen Halteplatz vor dem Asig 1P1 im Gleis 1 des Bf Ebenhausen-Schäftlarn zum Halten.

Nach einer Haltezeit von etwa 31 Sekunden wurde um 16:34:44 Uhr eine erneute Bewegung des Fahrzeuges aufgezeichnet. Kurz darauf, nach einer zurückgelegten Wegstrecke von 13 m, wurde eine 2.000 Hz-Beeinflussung in Verbindung mit einer sofort ausgelösten PZB-Zwangsbremung, die bis zum Stillstand wirkte, registriert. Der Personenzug S 6785 kam um 16:34:50 Uhr ca. 17 m nach dem Asig 1P1 zum Halten. Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass der Tf gegen das nach wie vor den Signalbegriff Hp 0 „Halt“ signalisierende Asig angefahren und erst nach der Vorbeifahrt zum Halten gekommen war.

Diese Missachtung der Signalstellung durch den Tf wertet die BEU als ursächlichen Faktor [F1] für das Ereignis. Ein Ausschluss dieses Vorkommnisses hätte das Ereignis aller Wahrscheinlichkeit nach verhindert.

Die PZB-Zwangsbremmung wurde durch den Tf durch Betätigen der Freitaste ca. zwei Sekunden nach Stillstand des Zuges aufgehoben. Um 16:35:06 Uhr, nach einer gesamten Standzeit von 16 Sekunden, ist eine erneute Bewegung des Personenzuges S 6785 verzeichnet. Wie auch schon im zuvor beschriebenen Fall bei der Anfahrt auf den Bf Ebenhausen-Schäftlarn erfolgte keine Verständigung mit dem Fdl. Den Umstand der mehrmals unterlassenen Kommunikation durch den Tf wertet die BEU als beitragenden Faktor [F2]. Wäre diese erfolgt, hätte das Ereignis unter dann veränderten Bedingungen vermutlich verhindert werden können. Der sich hieraus ergebende systemische Faktor Sicherheitsbewusstsein der Mitarbeiter [S2] wird vertieft in den Kapiteln 4.3 und 4.4 betrachtet.

Gemäß Ril 408.2531 Absatz 2 muss nach einer unzulässigen Weiterfahrt an einem Halt zeigenden Signal ein Befehl 2 durch den Fdl erteilt werden. Den Umstand, dass der Tf die PZB-Zwangsbremmung auflöste und ohne einen Befehl 2 nach unzulässiger Vorbeifahrt an einem Halt zeigenden Signal weiterfuhr, wertet die BEU als ursächlichen Faktor [F3]. Ein Ausschluss dieses Umstandes hätte das Ereignis aller Wahrscheinlichkeit nach verhindert.

Nach der Weiterfahrt beschleunigte der Zug kontinuierlich auf eine Geschwindigkeit von 68 km/h, bevor um 16:35:28 Uhr ca. im km 17,8 ein Wegfall der Spur „L“ registriert wurde. Dies deutet auf eine eingeleitete Schnellbremsung durch den Tf hin, da kein anderer Auslöser für den Wegfall der Spur „L“ festgestellt werden konnte. Nach weiteren 53 m Wegstrecke endete die Aufschreibung der EFR nach etwa fünf Sekunden um 16:35:33 Uhr ca. im km 17,7 abrupt bei einer Geschwindigkeit von 57 km/h. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass es zu diesem Zeitpunkt zur Kollision mit dem stehenden Personenzug S 6776 kam und durch die Zerstörung der entsprechenden technischen Einrichtungen keine plausiblen Daten mehr aufgezeichnet wurden.

Beschreibung des betrieblichen Ablaufes der Zugfahrt S 6776

Die betrieblichen Angaben für die Zugfahrt S 6776 sind in der folgenden Tabelle enthalten.

Betriebliche Angaben zum Zug S 6776		
Zugnummer	6776	
Zuggattung	S	
Verwendete Zugsicherungssysteme	PZB, Linienförmige Zugbeeinflussung	
Laufweg (von / nach)	Aying	Wolfratshausen
Zugkonfiguration (gemäß Buchfahrplan)	Tfz 2 x (80 0423)	
Bremshundertstel (vorhanden / MbrH)	142	135
Bremsstellung (vorhanden / gefordert)	„R“	R/P

Tabelle 7: Betriebliche Angaben zum Zug S 6776

Der Laufweg des Personenzuges S 6776 erforderte einen Richtungswechsel mit gleichzeitigem Personalwechsel am Bf München Ost. Der Tf gab um 15:43:47 Uhr im Bf München Ost die Zugdaten für die spätere Zugfahrt über den Zugdateneinsteller ein. Alle Eingaben erfolgten regelkonform. Die PZB war anschließend, wie auch bei der zuvor beschriebenen Zugfahrt, in der Betriebsart „O“ aktiv.

Im weiteren Fahrtverlauf war im Bereich kurz nach Ausfahrt aus dem Bf München Ost bis zum Bf München Donnersbergerbrücke das Zugsicherungssystem linienförmige Zugbeeinflussung (LZB) aktiv. Ab dem Bf München Donnersbergerbrücke bis zum Ereignisort kam als Zugsicherungssystem wieder die PZB in der Betriebsart „O“ zu Anwendung.

Im weiteren Fahrtverlauf bis zum Haltepunkt (Hp) Pullach waren keine Besonderheiten verzeichnet. Um 16:14:51 Uhr erfolgte ein Gespräch zwischen dem am Selbstblocksignal (Sbk) 149 stehenden Tf und dem Fdl Höllriegelskreuth. Inhalt des Gespräches war die Übermittlung der Befehle 2, 8 und 12 infolge einer Bahnübergangsstörung am BÜ im km 7,475 zwischen dem Hp Pullach und dem Bf Höllriegelskreuth. Sowohl bei der Befehlsübermittlung als auch bei der anschließenden Ausführung der Befehle wurden keine Unregelmäßigkeiten festgestellt. In der Folge hatte der Personenzug S 6776 jedoch eine Verspätung von etwa zehn Minuten, was schlussendlich den Fdl Wolfratshausen dazu veranlasste, die vorgesehene Zugkreuzung mit dem Gegenzug S 6785 vom Bf Icking in den Bf Ebenhausen-Schäftlarn zu verlegen.

Der weitere Fahrtverlauf bis zum Esig 1a des Bf Ebenhausen-Schäftlarn verlief ohne Besonderheiten. Am Esig 1a wurde eine 1.000 Hz-Beeinflussung und eine Bedienung der Wachsamkeitstaste aufgezeichnet. In weiterer Folge wurde keine Beeinflussung durch die 500 Hz-PZB-Streckeneinrichtung vor dem Esig 1A registriert. Eine Überprüfung nach dem Ereignis ergab eine korrekte Funktion der PZB-Streckeneinrichtung. Da an der 500 Hz-PZB-Streckeneinrichtung keine Beeinflussung erfolgte, ist davon auszugehen, dass der Fdl der Einfahrt des Personenzuges S 6785 in den Bf Ebenhausen-Schäftlarn am Esig 1A zugestimmt hatte.

Noch vor Passieren des Esig 1A des Bf Ebenhausen-Schäftlarn um 16:34:58 Uhr ca. im km 17,63 ist ein Wegfall der Spur „L“ verzeichnet. Die Rekonstruktion ergab, dass der Tf den vorzeitigen Signalhaltfall des Esig 1A erkannte und daraufhin eine Schnellbremsung einleitete. Der vorzeitige Signalhaltfall war die Folge der unberechtigten Einfahrt in den Gleisabschnitt 1³ durch den entgegenkommenden Zug und wurde durch die Stellwerkstechnik automatisch ohne Zutun des Fdl Wolfratshausen ausgelöst. Mit bereits eingeleiteter Schnellbremsung passierte der Personenzug mit 46 km/h das Esig 1A im km 17,695. Durch den Signalhaltfall erhielt dieser eine 2.000 Hz-Beeinflussung und eine dadurch ausgelöste PZB-Zwangsbremung. Nach weiteren ca. 60 m kam der Zug um 16:35:11 Uhr ca. im km 17,76 zum Halten. Kurz darauf wurde das Auflösen der PZB-Zwangsbremung durch Bedienung der Freitaste aufgezeichnet. Dieses Verhalten war regelkonform und entsprach der üblichen Vorgehensweise, um eine bessere Kommunikation mit dem Fdl ohne störende Hintergrundgeräusche zu ermöglichen. Bis zum Ende der Aufzeichnungen wurden ab diesem Zeitpunkt keine weiteren auswertbaren Ereignisse mehr durch die EFR verzeichnet.

Der Tf versuchte umgehend den Fdl Wolfratshausen zu erreichen, um sich über den Grund des vorzeitigen Signalhaltfalls zu erkundigen und mit ihm die Situation, gemäß den Vorgaben aus der Ril 408.2651 in Verbindung mit der Ril 408.2531, zu klären. Ab 16:35:17 Uhr, und damit nach Stillstand des Zuges, wurde ein Gespräch zwischen dem Tf und dem Fdl Wolfratshausen mittels GSM-R-Einzelruf geführt. In diesem meldete der Tf, dass das Esig 1A des Bf Ebenhausen-Schäftlarn auf Halt zurückgefallen oder durch den Fdl auf Halt gestellt worden sei. Der Fdl Wolfratshausen reagierte überrascht über diese Information und wusste zu diesem Zeitpunkt offensichtlich noch nichts vom Haltfall des Esig 1A. Um 16:35:32 Uhr gab der Tf an, dass ihm ein Zug entgegenkomme. Auf der Gesprächsaufzeichnung waren noch zwei Pfeifsignale wahr-

nehmbar, bevor um 16:35:37 Uhr das Geräusch der Kollision zu hören war und die Aufzeichnung direkt danach auf der Seite des Fahrzeugendgerätes abbrach. Das Gespräch wurde daraufhin um 16:35:41 Uhr durch den FdI Wolfratshausen beendet.

Festzustellen ist, dass der Tf des Personenzuges S 6776 sich jederzeit regelkonform verhalten hat. Aufgrund der Kürze der Zeit hatte weder er noch der FdI die Möglichkeit, das Ereignis zu verhindern oder abzumildern.

4.2 Fahrzeuge und technische Einrichtungen

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

4.2.1 Untersuchung von Fahrzeugen

Am Ereignis waren die beiden Zugfahrten S 6776 und S 6785 beteiligt. Bei beiden Zügen handelte es sich um Doppeltraktionen aus Elektrotriebzügen der Baureihe 423.

Aus der folgenden Tabelle lassen sich die technischen Fahrzeugdaten der Triebzüge entnehmen, die jeweils für beide Züge galten.

Technische Daten Triebfahrzeug	
Hersteller	Alstom LHB
Halter	DB Regio AG
Für die Instandhaltung zuständige Stelle	DB Regio AG
Antriebsart	Elektrisch 15 kV ~ 16,7 Hz
Kraftübertragung	Elektrisch
Leistung	2.350 kW
Gesamtlänge (LüK)	67,4 m
Gesamtmasse	129 t
Höchstgeschwindigkeit	140 km/h
Radsatzfolge	Bo'(Bo') (2') (Bo')Bo'
Bremsanschrift	MRP C-el-A-E
Zugsicherungssystem	PZB, LZB

Tabelle 8: Technische Daten Elektrotriebwagen Baureihe 423

Die nachfolgende Darstellung zeigt die Fahrzeugkonfiguration der beiden Personenzüge zum Ereigniszeitpunkt.

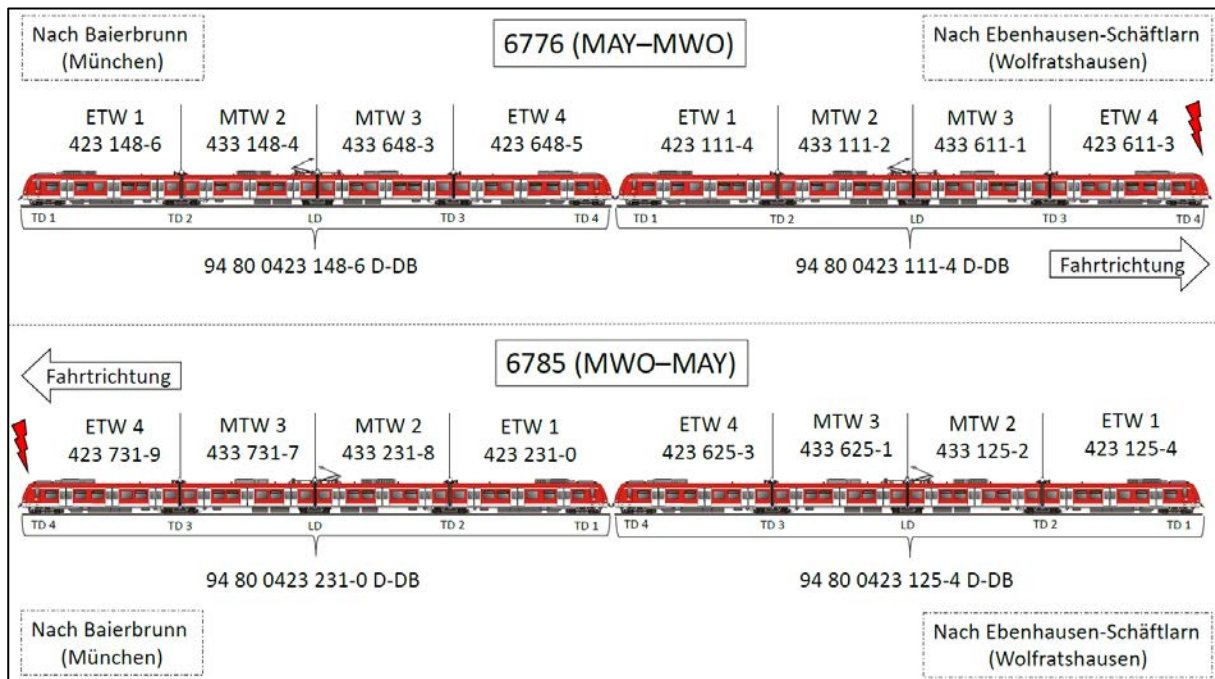


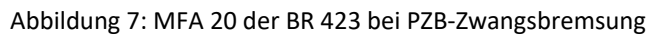
Abbildung 6: Zugkonfiguration der Personenzüge S 6776 und S 6785⁴

Alle Elektrotriebzüge der Baureihe 423 der S-Bahn München waren mit den Zugssicherungssystemen LZB und PZB der Bauform LZB 80 / I 80 ausgerüstet. Die Fahrzeuge wurden zusätzlich zur an den führenden Drehgestellen serienmäßig installierten Sandstreueinrichtung der Bauform „Knorr-Bremse“ mit Sandstreueinrichtungen der Firma Nowe GmbH ausgerüstet, die sich an den Triebdrehgestellen 2 und 3 befanden. Unter beiden Zügen konnten nach dem Ereignis auf den Schienenköpfen frische Sandungsspuren festgestellt werden.

Die für den Bremsverlauf des Zuges S 6776 aus den Zeit- / Geschwindigkeitsdaten und den Weg- / Geschwindigkeitsdaten errechneten Verzögerungswerte zeigten einen charakteristischen Verlauf einer Bremsung von Eisenbahnfahrzeugen mit Scheibenbremsen. Es ist eine deutliche Zunahme der Verzögerung nach dem Einleiten der Schnellbremsung zu erkennen. Die Bremsanlage des Zuges funktionierte zum Ereigniszeitpunkt ordnungsgemäß.

Im Rahmen der Untersuchung wurde die Darstellung einer PZB-Zwangsbremung auf der modularen Führerraumanzeige (MFA) der Baureihe 423 nachgestellt. Im Falle einer PZB-Zwangsbremung erhielt der Tf die nachfolgend dargestellte Leuchtmelderkombination.

⁴ Quelle: DB Regio AG, bearbeitet durch BEU



Für den Tf war durch den roten Leuchtmelder „S“ unmittelbar erkennbar, dass eine Zwangsbremmung durch das Zugsicherungssystem PZB/LZB ausgelöst wurde. Die Ursache hierfür war anhand der durch die Leuchtmelder gegebenen Informationen jedoch nicht ersichtlich. Dies ergab sich erst aus dem Kontext der jeweiligen Betriebssituation.

Bauartbedingt ließ sich eine Zwangsbremse durch das Zugsicherungssystem nach Stillstand des Zuges bzw. regelwidrig bereits während der Fahrt aufheben. Dieser Umstand war der Tatsache geschuldet, dass die Fahrzeuge die Signale zur Bremse elektronisch übertrugen und nicht mehr über eine pneumatische Steuerung mittels ständig gefüllter Hauptluftleitung verfügten. Die Selbsttätigkeit der Bremsanlage wurde durch eine Schnellbremsschleife auf rein elektronischem Weg realisiert. Die elektrische Signalübertragung ermöglichte das Auslösen

der Bremse innerhalb kürzester Zeit. Es war somit technisch möglich, eine ausgelöste PZB-Zwangsbremung noch während der Fahrt oder kurz nach Stillstand aufzulösen und bereits nach wenigen Sekunden die Fahrt fortzusetzen. Dies ermöglichte dem Tf des Personenzuges S 6785 im vorliegenden Fall bereits nach ca. zwölf Sekunden (erste Zwangsbremung vor Esig 1F) bzw. ca. 16 Sekunden (zweite PZB-Zwangsbremung am Asig 1P1) die Fahrt fortzusetzen.

Bei neueren Ausführungen der PZB-Fahrzeugeinrichtung wird dem Tf im Display angezeigt, aus welchem Grund eine PZB-Zwangsbremung ausgelöst wurde. Die folgende Tabelle zeigt beispielhaft die Darstellung für das System „EBI Cab 500, System PZB 90“. Bei diesem System basiert die Anzeige auf einer Darstellung in Textform auf einem Display und nicht mehr nur auf einer leuchtmelderbasierten Informationsübermittlung, wie sie bei älteren PZB-Fahrzeugeinrichtungen zum Einsatz kam.

Textmeldung	Bedeutung
Zwangsbremung	PZB-Zwangsbremung
Geschwindigkeitsüberschreitung	$V_{\text{prüf}} < V_{\text{ist}} < V_{\text{lim}}$ (Überwachungsprogramm)
Unberechtigtes Befreien	500 Hz-Beeinflussung während einer 1.000 Hz Überwachungsfunktion
WT nicht zeitgerecht betätigt	1.000 Hz-Beeinflussung ohne wirksame Betätigung der Wachsamkeitstaste
2000 Hz-Beeinflussung	2.000 Hz-Beeinflussung ohne wirksame Betätigung der Befehlstaste

Tabelle 9: Textmeldungen bei PZB-Zwangsbremung EBI Cab 500, System PZB 90⁵

Obwohl die Verfahrensweise zur Abarbeitung einer PZB-Zwangsbremung unabhängig vom eigentlichen Auslöser der Zwangsbremung ist, erleichtert die Information über die Art der Zwangsbremung die Ursachenfindung in für den Tf unübersichtlichen Betriebssituationen. Im vorliegenden Fall wäre dies ein zusätzlicher Hinweis für den Tf des Zuges S 6785 gewesen, dass er eine 2.000 Hz-Beeinflussung durch die unberechtigte Vorbeifahrt am Asig 1P1 erhalten hatte.

Den Umstand, dass die Kombination aus PZB-Fahrzeugeinrichtung und Ausführung der Bremsanlage eine entsprechende Möglichkeit der Weiterfahrt bereits nach kurzen Zeitabständen zumindest begünstigte, wertet die BEU als systemischen Faktor [S3].

⁵ Quelle: Ril 483.0114 Abschnitt 2.3 Absatz 3

4.2.2 Untersuchung der bautechnischen Infrastruktur

Die eingleisige Strecke lag im Bereich der Unfallstelle in einem Rechtsbogen. Im Streckenquerschnitt lag sie im Anschnitt, linksseitig führte mehrere Meter tiefer die parallel verlaufende Bundesstraße B11 am Böschungsfuß entlang. Ausgeführt war das Gleis als Betonschwellengleis in Schotterbettung. Linksseitig standen die Masten der Oberleitung. Relevante Mängel an der baulichen Infrastruktur wurden nicht festgestellt. Die vorgefundenen Beschädigungen am Oberbau und der Oberleitungsanlage konnten klar als Unfallfolgeschäden eingestuft werden. Hinweise auf etwaige Versorgungslücken oder qualitative Beeinträchtigungen im GSM-R-Zugfunknetz ergaben sich weder aus den betrieblichen Unterlagen noch aus den ausgewerteten Zugfunkgesprächen. Auf eine weitergehende Untersuchung der baulichen Infrastruktur konnte daher verzichtet werden.

4.2.3 Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik

Bei dem Bf Ebenhausen-Schäftlarn handelte es sich um einen im Regelfall unbesetzten Bf, der vom Fdl des Bf Wolfratshausen aus ferngesteuert wurde. Beim Stw Wolfratshausen handelte es sich um ein Spurplan-Stellwerk der Bauart Sp Dr S 60 aus dem Jahr 1980. Das Stw im Bf Ebenhausen-Schäftlarn war ebenfalls mit der Bauart Sp Dr S 60 und mit einer Fernsteuerung DUS 501 ausgerüstet. Ferner wurde der zwischen diesen beiden Bf liegende Bf Icking vom Stw Wolfratshausen aus ferngestellt.

Zwischen den Bf Ebenhausen-Schäftlarn und Baierbrunn (ferngestellt vom Fdl Bf Höllriegelskreuth) sowie den Bf Ebenhausen-Schäftlarn und Icking bestand ein selbsttätiger Streckenblock, der als Zentralblock 65 ausgeführt war. Eine Zugnummernmeldeanlage war nicht vorhanden. Weitere Details zur Gestaltung des Fdl-Arbeitsplatzes sind im Kapitel 4.3.1 dargestellt.

Innerhalb des Bf Ebenhausen-Schäftlarn befand sich der BÜ „Poststraße“ im km 18,020. Die Schaltungsanlage des BÜ der Bauart BÜS 72 D-LzH/F verfügte über keine Datenspeicherung. Beim Eintreffen der BEU an der Unfallstelle waren die Halbschranken geöffnet und die Lichtzeichen erloschen. Die Steuerungselemente im Schalthaus befanden sich in Grundstellung. Der Fehlermelder der Ladefernüberwachung blinkte, weil die Sicherung der Gleichrichter abgefallen war. Wahrscheinliche Ursache für den Abfall der Sicherung war der durch den Unfall ausgelöste Kurzschluss in der Oberleitung der Strecke, aus der der BÜ mit Strom versorgt wurde. Der BÜ lief im Batteriemodus, dies stellte jedoch keine Störung dar. Durch die Signalüberfahrt des Personenzuges S 6785 wurde der Gleisabschnitt zwischen dem Asig 1P1 und der

Weiche W1 belegt und in der Folge als Sicherheitsmaßnahme ein vorzeitiger Haltfall des Esig 1A ausgelöst. Der BÜ wurde nicht gleis- und richtungsgebunden überwacht, sondern nur auf Belegung. Durch das Befahren des BÜ durch den Personenzug S 6785 wurde der BÜ in der Folge signaltechnisch frei gemeldet und die reguläre Öffnung eingeleitet. Es war folglich signaltechnisch korrekt, dass der BÜ nach dem Freifahren öffnete.

Der Fdl Wolfratshausen gab in einer Befragung gegenüber seinem Arbeitgeber an, dass mit dem Ende des Zugfunkgespräches mit dem Zug S 6776 der Weichenstörwecker ertönte. Die Weiche W1 wurde jedoch bereits vor der Kollision aufgefahren. Die Einzelmeldungen des Stw Ebenhausen-Schäftlarn wurden durch die Fernsteuerung mittels Datentelegrammen übertragen, wobei die einzelnen Meldungen nacheinander übertragen und verarbeitet wurden. Der zeitliche Verzug zwischen Auffahren der Weiche und Ertönen des Weichenstörweckers ist als realistisch zu werten.

Die Weiche W1 wurde vor Ort optisch für die Fahrt von Gleis 1 ins Streckengleis liegend vorgefunden. Im Weichenantrieb war jedoch klar erkennbar, dass keine Endstellung vorlag. Ferner wurden Anfahrsuren an der rechten Weichenzunge festgestellt. Die Weiche wurde folglich vom Personenzug S 6785 aus Gleis 1 kommend aufgefahren und war zuvor für die Einfahrt des Personenzuges S 6776 nach Gleis 2 gestellt gewesen.



Abbildung 8: Aufgefahrene Weiche W1

Die nachfolgende Abbildung zeigt die durch das Auffahren gelöste federgestützte Festhaltung der Weiche.



Abbildung 9: Gelöste Festhaltung der Schieberstange Weiche W1

Es erfolgte eine Überprüfung der im Zusammenhang mit dem Esig 1A und dem Asig 1P1 stehenden PZB-Streckeneinrichtung einschließlich der zugehörigen 500 Hz-Streckeneinrichtungen. Die Überprüfung ergab, dass alle Gleismagnete ordnungsgemäß funktioniert haben. Für einen Gleismagneten wurde ein Isolationsfehler festgestellt, der jedoch als eine Folge der Rettungs- und Bergungsmaßnahmen vor Ort eingestuft wurde und der die Funktion des Gleismagneten zum Ereigniszeitpunkt nicht beeinträchtigte.

Das Stw Höllriegelskreuth stellte den angrenzenden Bf Baierbrunn fern, beide waren mit der Stw-Bauart Sp Dr S 60 ausgerüstet. Bei der örtlichen Aufnahme der Betriebssituation nach dem Unfall befand sich die Anzeige für den Streckenabschnitt vom Bf Baierbrunn bis zum Sbk 153 am Hp Hohenschäftlarn in Grundstellung, die Erlaubnis war Richtung Ebenhausen-Schäftlarn eingestellt.

Die vorliegenden Erkenntnisse legen nahe, dass der Personenzug S 6785 unberechtigt in den Gleisabschnitt eingefahren war und die Leit- und Sicherungstechnik zum Ereigniszeitpunkt ordnungsgemäß funktionierte. Bei der Untersuchung der Leit- und Sicherungstechnik konnten keine Umstände festgestellt werden, die als ursächlicher oder beitragender Faktor zu werten wären.

4.3 Menschliche Faktoren

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

4.3.1 Beteiligte des Infrastrukturbetreibers

Nachfolgend werden die Aufgaben des Fdl, die Gestaltung seines Arbeitsplatzes und seine berufliche Qualifikation näher dargestellt und abschließend bewertet.

Aufgaben des Fdl

Der Fdl Wolfratshausen war zuständig für die Steuerung des Bahnbetriebs in den Bf Wolfratshausen, Icking und Ebenhausen-Schäftlarn sowie den zwischen diesen drei Bf liegenden eingleisigen Streckenabschnitten. Über den Bahnbetrieb zwischen Ebenhausen-Schäftlarn und Baierbrunn verständigte er sich mit dem Fdl Höllriegelskreuth. Die Zugmeldungen mit dem benachbarten Fdl führte er in der Regel über eine GSM-R-Verbindung durch.

Gestaltung des Arbeitsplatzes

Das Stw Wolfratshausen befand sich im Empfangsgebäude des Bf Wolfratshausen. Der zentral angeordnete Stelltisch war zweigeteilt mit einem ebenen Tableau und einem darüber angewinkelten Teil. Auf dem ebenen unteren Tableau befanden sich die Bedienelemente für die Bf Wolfratshausen und Icking. Auf dem angewinkelten Teil befanden sich die Bedienelemente für den Bf Ebenhausen-Schäftlarn und für den weiteren Streckenverlauf mit dem Haltepunkt Hohenschäftlarn. Oberhalb des Stelltisches befanden sich vier Monitore für die vom Fdl zu überwachenden BÜ. Links vom Stelltisch befand sich ein Schreibtisch mit weiteren Bedien- und Informationseinrichtungen wie Telefon und Computer.



Abbildung 10: Gesamtansicht des Stelltischs Stw Wolfratshausen

Durch die Notwendigkeit nicht technisch unterstützte Bedienhandlungen auszuführen, ergab sich wiederholt kurzzeitig eine hohe Arbeitsbelastung des Fdl Wolfratshausen. Hierzu zählten die Überwachung von vier BÜ mittels TV-Anlage auf Freisein nach dem Schließen der Schranken oder die Durchführung von Zugmeldegesprächen mit dem benachbarten Fdl Höllriegelskreuth aufgrund des Fehlens einer Zugnummernmeldeanlage. Auch war die Streckenauslastung durch den Taktverkehr der S-Bahn München in Verbindung mit zeitweiligen Güterzugfahrten und ausschließlich eingleisigem Betrieb im Verantwortungsbereich des Fdl Wolfratshausen vergleichsweise hoch. Dies konnte möglicherweise ein Grund sein, warum der Fdl Wolfratshausen den Tf des Personenzuges S 6785 nicht über die beabsichtigte Verlegung der Zugkreuzung informierte. Dies war nach den geltenden Regelwerken so zulässig und für den Fdl Wolfratshausen aufgrund einer ggf. zu diesem Zeitpunkt anderen kritischen sicherheitsrelevanten Tätigkeit eventuell nicht anders umsetzbar.

Qualifikation des Fdl

Der Fdl Wolfratshausen hatte gemäß des vorgelegten Ersatzqualifikationsnachweises seine Qualifikation zum Fdl vor dem Jahr 2011 erworben. Die örtliche Verwendungsprüfung für das Stw Wolfratshausen erfolgte am 26.02.2002. Der Tauglichkeitsnachweis wurde vorgelegt.

Bewertung der gewonnenen Erkenntnisse

Für den Fdl Wolfratshausen zeigte die Untersuchung keine Aspekte, welche ursächliche oder beitragende Faktoren darstellten.

4.3.2 Beteiligte des EVU

Nachfolgend werden die Aufgaben der beiden Tf, die Gestaltung der Arbeitsplätze und die beruflichen Qualifikationen näher dargestellt und abschließend bewertet. Ergänzend wurde eine Auswertung von PZB-Zwangsbremungen bei der S-Bahn München im Vergleich mit den Gesamtzahlen der Unfalldatenbank der BEU vorgenommen.

Aufgaben der Tf

Hauptaufgabe der beiden Tf war die sichere Durchführung der Zug- und Rangierfahrten im Bereich der S-Bahn München. Sie waren alleinig für die betriebliche und dispositive Kommunikation und für die Wahrnehmung der Zugaufsicht in Bf ohne örtliche Aufsicht verantwortlich. Hinzu kamen Aufgaben der Kundenkommunikation und die Durchführung technischer Tätigkeiten.

Beide Tf wurden ausschließlich bei der S-Bahn München eingesetzt. Der Betrieb in diesem Netz ist durch spezifische Rahmenbedingungen, wie teilweise kurzen Zugfolgezeiten, häufigen Halten, kurzen Wendezeiten oder einem hohen Maß an Pünktlichkeitsdruck, gekennzeichnet. Diese Rahmenbedingungen führten dazu, dass die Tf über eine besonders ausgeprägte Streckenkenntnis und ein tiefes Erfahrungswissen im Umgang mit den örtlichen Betriebsabläufen verfügten.

Diese ausgeprägte Routine kann in besonderen Betriebssituationen zu Fehlhandlungen führen. Tritt – wie im vorliegenden Fall einer PZB-Zwangsbremung – eine außergewöhnliche Betriebssituation auf, die zunächst den Eindruck einer bekannten Störung vermittelt, besteht die Gefahr, dass der Tf auf Handlungsweisen aus früheren, ähnlich erscheinenden Ereignissen zurückgreift. Eine solche gewohnheitsbedingte Reaktion kann in der konkreten Situation jedoch unzutreffend und sicherheitsrelevant sein.

Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Tf in der Vergangenheit negative Erfahrungen im Zusammenhang mit der Kommunikation mit anderen betrieblichen Stellen, insbesondere mit Fdl nach PZB-Zwangsbremungen, gemacht haben. Durch eine hierdurch bedingte innere negativ geprägte Erwartungshaltung und den eigenen Anspruch, die Situation möglichst schnell

abzuhandeln, traf der Tf des Personenzuges S 6785 möglicherweise Entscheidungen, die nicht im Einklang mit den geltenden Regelwerken standen.

Es ist anzunehmen, dass in diesem Moment das Bewusstsein fehlte, dass aus einer derartigen Betriebssituation bei Nichteinhaltung der Vorschriften kurzfristig ein sicherheitsrelevantes Ereignis entstehen kann. Dieses Verhalten könnte durch frühere Erfahrungen mit PZB-Zwangsbremungen begünstigt worden sein, bei denen eine ähnlich schnelle, regelwidrige Abarbeitung ohne erkennbare Konsequenzen blieb oder sich aus Sicht des Tf sogar vorteilhaft auswirkte.

Wäre es bei der ersten PZB-Zwangsbremung vor der Einfahrt in den Bf Ebenhausen-Schäftlarn verblieben, wäre das regelwidrige Verhalten des Tf vermutlich auch in diesem Fall unentdeckt geblieben.

Nach der unberechtigten An- und Vorbeifahrt am Asig 1P1 kam es zu einer weiteren PZB-Zwangsbremung. Es liegt im Bereich des Möglichen, dass der Tf diese Situation gedanklich in Analogie zur ersten Zwangsbremung als „nicht kritisch“ einstufte.

Erschwerend könnte hinzugekommen sein, dass der innere Druck infolge zweier Arbeitsfehler in kurzer zeitlicher Abfolge zugenommen hatte. Es ist davon auszugehen, dass der Tf die zweite PZB-Zwangsbremung auflöste und die Fahrt fortsetzte, ohne sich der damit verbundenen sicherheitsrelevanten Gefährdung bewusst zu sein.

Arbeitsplatzgestaltung der Tf

Im Kapitel 4.2.1 wurde der Arbeitsplatz einschließlich der Anzeigen im Führerstand aus technischer Sicht genauer erläutert. Die Auslösung einer PZB-Zwangsbremung stellt stets eine erhöhte Belastungssituation für den Tf dar. Erhält er nun, wie im vorliegenden Fall, eine allgemein gefasste Meldung, der mehrere Ursachen zugrunde liegen können, besteht grundsätzlich das Risiko einer Fehlinterpretation der Ursache. Dieses Phänomen ist auch aus der Untersuchung von Flugunfällen bekannt. Auch dort haben unklare Meldungen wiederholt die Besatzungen zu Fehlinterpretationen der Situation verleitet und zu gefährlichen Situationen oder Unfällen geführt. Klare, eindeutige Fehlermeldungen können diese Gefahr wesentlich reduzieren und so die Sicherheit verbessern. Ergänzend kam wie beschrieben hinzu, dass die technische Ausführung der Triebzüge eine sehr schnelle Abarbeitung der Situation ermöglichte. Aus technischer Sicht war keine Verzögerung vorgesehen, die den Tf zum Nachdenken über

die Situation veranlasst hätte. Es blieb ausschließlich ihm selbst überlassen, sich die nötige Zeit zur Beurteilung der Situation zu nehmen.

Zum Zeitpunkt des Haltes im Bf Ebenhausen-Schäftlarn kam die Sonneneinstrahlung bezogen auf die Blickrichtung des Tf des Zuges S 6785 auf das Asig 1P1 von hinten. Eine Blendung konnte bei diesem Sonnenstand und der Bewölkung ausgeschlossen werden. Auch die Sicht auf das Asig 1P1 war, wie ausfolgender Abbildung ersichtlich, aus der Sitzposition des Tf am gewöhnlichen Halteplatz des Zuges, ausreichend.



Abbildung 11: Sicht auf Asig 1P1

Qualifikation der Tf

Beide Tf besaßen einen gültigen EU-Triebfahrzeugführerschein. Für das Führen von Eisenbahnfahrzeugen erhielten sie von der DB Regio AG, S-Bahn München eine Zusatzbescheinigung der Klassen A (Rangierfahrten) und B1 (Personenzüge). In dieser Zusatzbescheinigung wurden die erforderlichen Qualifikationen für Elektrotriebzüge und die vorhandene Infrastruktur nachgewiesen. Für die befahrene Strecke wurde für beide Tf ein korrekt geführter Streckenkundennachweis vorgelegt. Sie verfügten damit für den Streckenabschnitt über die nötige Streckenkenntnis. Ebenfalls vorgelegt wurden aktuell gültige Tauglichkeitsnachweise nach den Kriterien der Triebfahrzeugführerscheinverordnung.

Während der Ausbildung, den regelmäßigen Fortbildungen und betrieblichen Überwachungen war das Thema PZB-Zwangsbremmung eines der Schwerpunktthemen. Besonderes Augenmerk wurde hierbei auf die Kommunikation mit dem FdL nach Zwangsbremmungen gelegt.

Für den Tf des Zuges S 6776 wurde die vorgegebene Anzahl an regelmäßigen Fortbildungsstunden nach Ril 046.1301 nachgewiesen. Aufgrund der Untersuchungserkenntnisse sind seiner Person keine ursächlichen oder beitragenden Faktoren zum Ereignis zuzuordnen.

Für den Tf des Zuges S 6785 konnten ein webbasiertes Training mit Lernerfolgskontrolle am 10.09.2021, ein Simulatortraining am 16.09.2021, eine Überwachung am Arbeitsplatz (Begleitfahrt) am 27.01.2022 (Dauer 31 Minuten) sowie ein regelmäßiger Fortbildungsunterricht Betrieb am 09.02.2022 nachgewiesen werden. Bis zum Ende der Jahresfrist waren noch ein regelmäßiger Fortbildungsunterricht Technik, ein Simulatortraining, ein webbasiertes Training mit Lernerfolgskontrolle und eine weitere Betriebskontrolle am Arbeitsplatz vorgesehen. Damit wurden die formalen Anforderungen nach Ril 046.1301 erfüllt. Bei den durchgeführten Fortbildungen waren unter anderem auch PZB-Zwangsbremungen Thema und wurden vom Tf im Simulator korrekt abgearbeitet.

Es ist davon auszugehen, dass der Tf des Zuges S 6785 aufgrund der durchlaufenen Fortbildung und Trainingseinheiten ausreichende theoretische Kenntnisse über das obligatorische Verhalten nach PZB-Zwangsbremungen besaß und diese zumindest im Rahmen der Ausbildung handlungssicher umgesetzt werden konnten.

Die Überprüfung der Dienstzeiten im Zeitraum von zwei Monaten vor dem Ereignis ergab keine Auffälligkeiten. Die vorgesehenen Ruhezeiten wurden eingehalten.

Datenauswertung

Im zurückliegenden Zeitraum 2011 – 2021 wurden der BEU bundesweit in Summe 5.766 Vorbeifahrten an Halt zeigenden Signalen auf der Infrastruktur der DB Netz AG gemeldet. Diese Zahlen umfassten sowohl die Fälle, in denen wie im vorliegenden Ereignis gegen ein Halt zeigendes Signal angefahren wurde, als auch die Fälle, in denen aus unterschiedlichen Gründen das rechtzeitige Anhalten eines Zuges vor dem Halt zeigenden Signal versäumt wurde.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Übersicht über die jährlichen Ereignisse im genannten Betrachtungszeitraum.

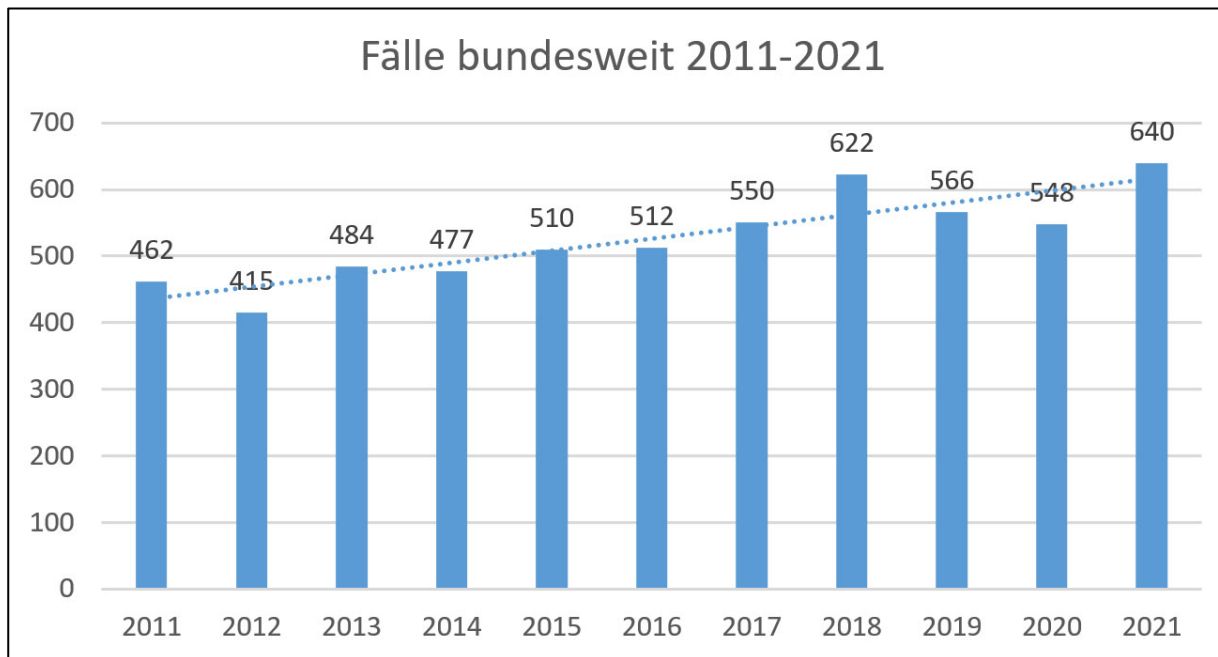


Abbildung 12: Vorbeifahrten am Halt zeigenden Signal bundesweit

Von den im untersuchten Zeitraum erfassten Ereignissen entfielen 253 Fälle auf die S-Bahn München. Die Aufteilung auf den Betrachtungszeitraum kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

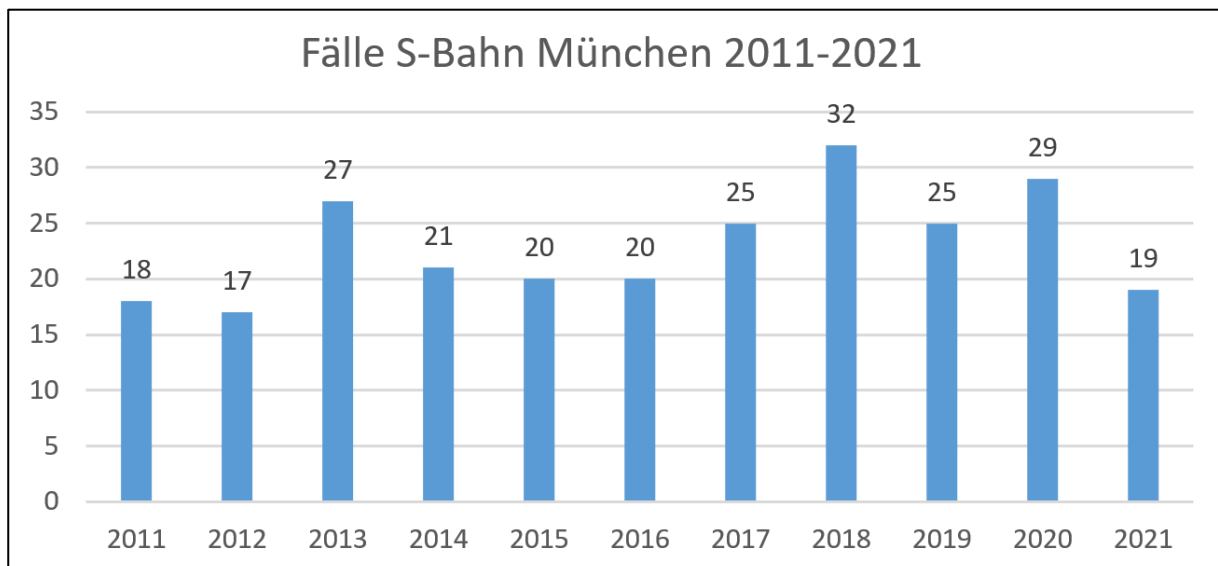


Abbildung 13: Vorbeifahrten am Halt zeigenden Signal S-Bahn München

Bundesweit ist eine leicht ansteigende Tendenz zu erkennen, die jedoch mit dem Anstieg der Verkehrsleistungen korrespondiert, wie die nachfolgende Abbildung zeigt.

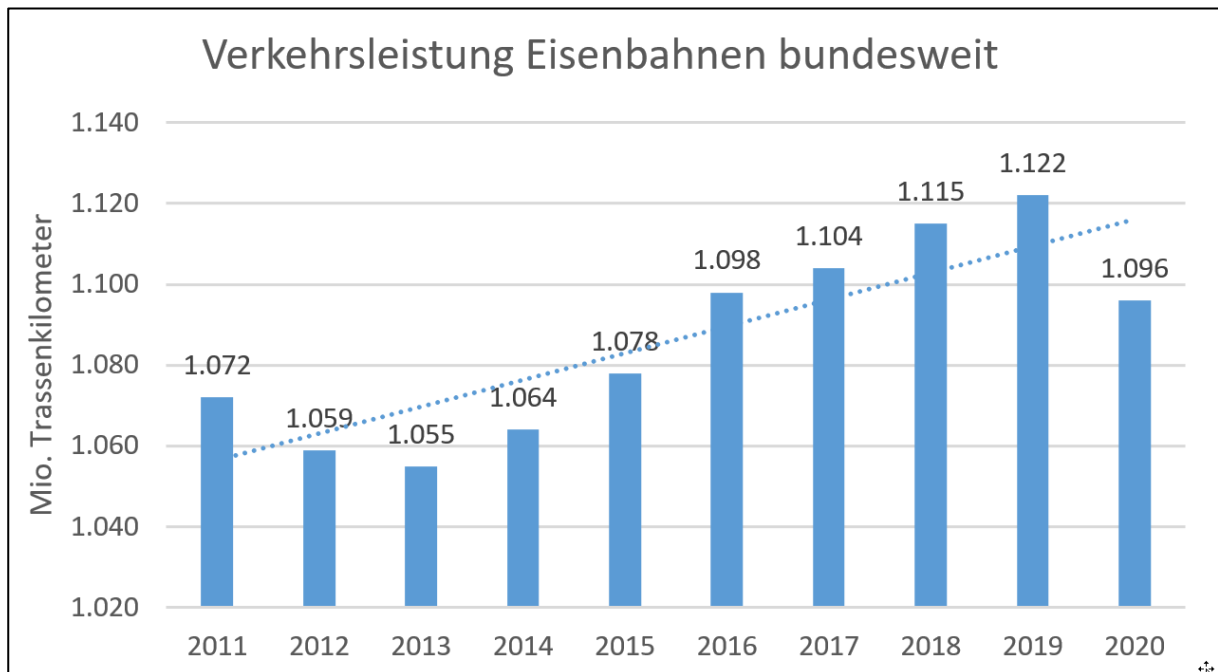


Abbildung 14: Verkehrsleistung der Eisenbahnen bundesweit⁶

Die Zahlen für 2020 berücksichtigten im Gegensatz zu den Vorjahren noch keine sonstigen Verkehre, die in den Vorjahren etwa 12 Mio. Trassenkilometer umfassten. Eine Zunahme der Vorfälle ist daher nicht ableitbar. Insgesamt kann aus den der BEU gemeldeten Daten keine relevante Zunahme von Vorbeifahrten an Halt zeigenden Signalen abgeleitet werden.

Unzulässige Vorbeifahrten am Haltbegriff bei der S-Bahn München

Der S-Bahn München liegen aus betriebsinternen Daten für den Fünfjahreszeitraum 2017-2021 Erkenntnisse zu in Summe 172 Ereignissen vor. Hiervon waren 89 Fälle Vorbeifahrten und 81 Fälle An- und Vorbeifahrten an Halt zeigenden Signalen. Zwei Fälle waren wegen fehlender Daten nicht klassifiziert.

⁶ Quelle: Daten Bundesnetzagentur, aufbereitet durch BEU

Die Aufteilung auf den Betrachtungszeitraum kann der nachfolgenden Abbildung entnommen werden.

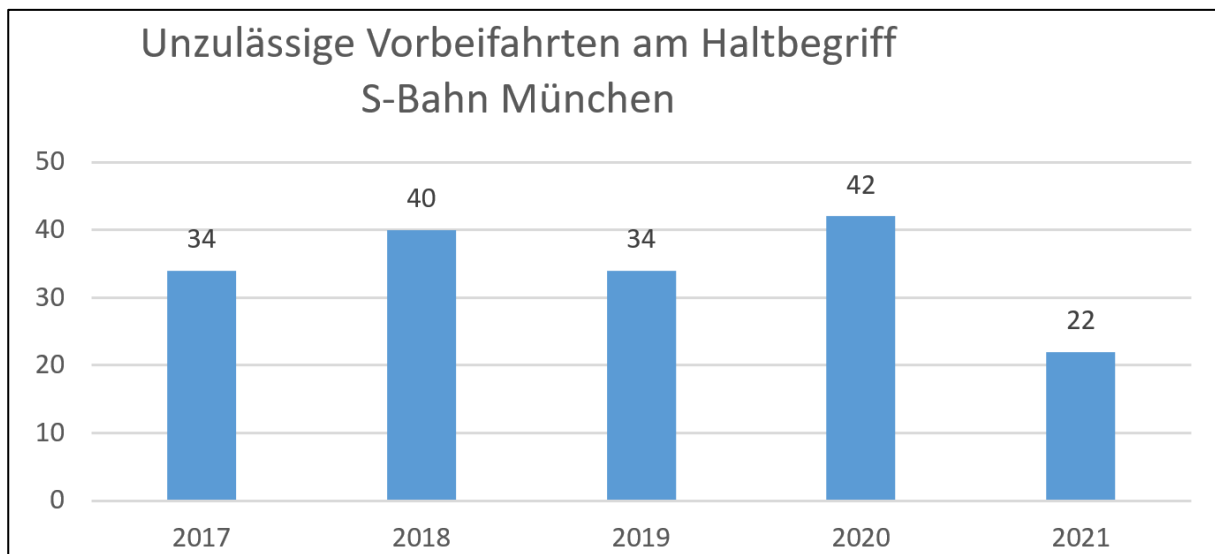


Abbildung 15: Unzulässige Vorbeifahrten am Haltbegriff S-Bahn München⁷

In der nachfolgenden Abbildung wurde eine Differenzierung unter Berücksichtigung der Berufserfahrung der Tf vorgenommen. Hierbei handelte es sich um die generelle Berufserfahrung als Tf, die unabhängig von den tatsächlichen Einsatzzeiten bei der S-Bahn München zu betrachten ist.

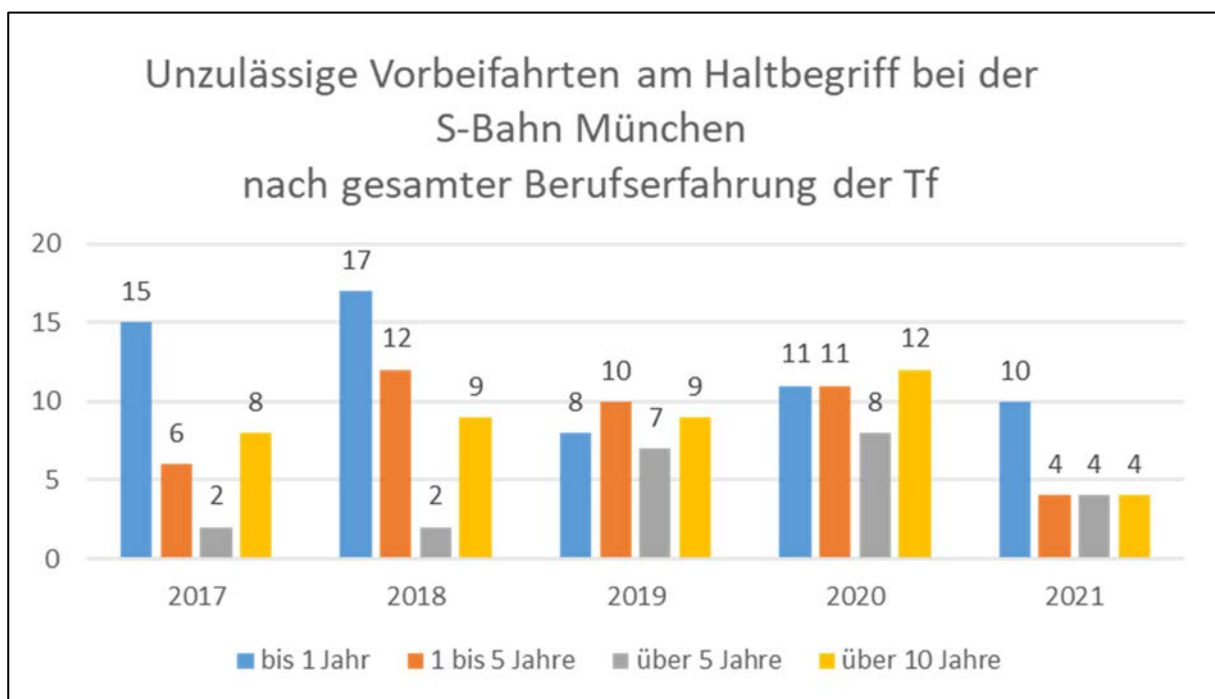


Abbildung 16: Übersicht unzulässige Vorbeifahrt am Hauptsignal S-Bahn München⁷

⁷ Quelle: Daten DB Regio AG, aufbereitet durch BEU

Tendenziell ist erkennbar, dass Tf im ersten Dienstjahr überproportional häufig an Ereignissen beteiligt sind. Dies ist anfänglich auf Unsicherheiten und nach der ersten Eingewöhnung auf eine Überschätzung der eigenen Handlungssicherheit zurückzuführen. Dieses Phänomen ist typisch bei neu erlernten Tätigkeiten. Aufgrund der geringen Fallzahlen kann keine Entwicklungstendenz abgeleitet werden.

Bewertung der gewonnenen Erkenntnisse

Die im Rahmen der Untersuchung gewonnen Erkenntnisse aus dem Bereich der menschlichen Faktoren unterliegen naturgemäß einer subjektiven Bewertung und lassen sich oft im Nachhinein weder eindeutig belegen noch zweifelsfrei widerlegen. Da sie in der Regel nicht durch objektive Messgrößen oder dokumentierte Daten erfasst werden, bleibt ihre Bewertung auf eine nachvollziehbare, aber nicht verifizierbare Einschätzung beschränkt. Dies gilt insbesondere für Annahmen über individuelle Handlungsweisen oder situative Einschätzungen zum Zeitpunkt des Ereignisses.

Gemäß der delegierten Verordnung (EU) 2018/762 Anhang I Abschnitt 4.3 haben EVU dafür Sorge zu tragen, dass die mit sicherheitsrelevanten Aufgaben betrauten Mitarbeiter sich der Relevanz, Bedeutung und Folgen aus ihren Tätigkeiten bewusst sind. Ferner muss ihnen jederzeit klar sein, wie sie selbst zur Erreichung der Sicherheitsziele beitragen. Der zweimalige Arbeitsfehler des Tf des Personenzuges S 6785 zeigt, dass zumindest er sich nicht zu allen Zeitpunkten darüber im Klaren war. Aus den zuvor beschriebenen Auswertungen geht hervor, dass es zumindest einen gleichbleibenden Trend von unberechtigten Vorbeifahrten an Halt zeigenden Signalen gab. Ein ausschließliches spontanes Versagen, völlig losgelöst von der eigentlichen Sicherheitskultur, scheint so zumindest eher unwahrscheinlich.

Neben den EVU ist auch das EIU gemäß delegierter Verordnung (EU) 2018/762, Anhang II, Abschnitt 4.3 verpflichtet, bei seinen Mitarbeitenden ein entsprechendes Bewusstsein für die die Sicherheitsrelevanz ihrer Tätigkeit zu schaffen. Darüber hinaus hat das EIU nach Abschnitt 4.4 sicherzustellen, dass geeignete Kommunikationsschnittstellen eingerichtet werden und die Einhaltung der geltenden Regelungen fortlaufend überwacht wird.

Die aus dem beitragenden Faktor [F2] resultierende Feststellung des in dieser und in vergleichbaren Situationen fehlenden Sicherheitsbewusstseins der Mitarbeiter wertet die BEU als systemischen Faktor [S2]. Fehlendes Bewusstsein aller Beteiligten, insbesondere im Zusammenhang mit mangelhafter oder unterlassener Kommunikation, hat sich in der Vergangenheit bei anderen ähnlichen Ereignissen immer wieder negativ ausgewirkt.

4.4 Feedback- und Kontrollmechanismen

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

4.4.1 Feedback- und Kontrollmechanismen des Infrastrukturbetreibers

Das verantwortliche EIU DB Netz AG verfügte über eine Sicherheitsgenehmigung gemäß § 7c AEG, die bis zum 19.10.2021 gültig war. Das Unternehmen beantragte unter dem 12.04.2021 die Verlängerung der Sicherheitsgenehmigung, die zwischenzeitlich bis zum 19.10.2026 erteilt wurde. Die Ermittlungen ergaben, dass Mitarbeiter und die vorhandenen technischen Einrichtungen des EIU zu keiner Zeit einen Einfluss auf das Ereignis hatten. Auf eine weitergehende Untersuchung der Feedback- und Kontrollmechanismen des EIU wurde daher verzichtet.

4.4.2 Feedback- und Kontrollmechanismen des EVU

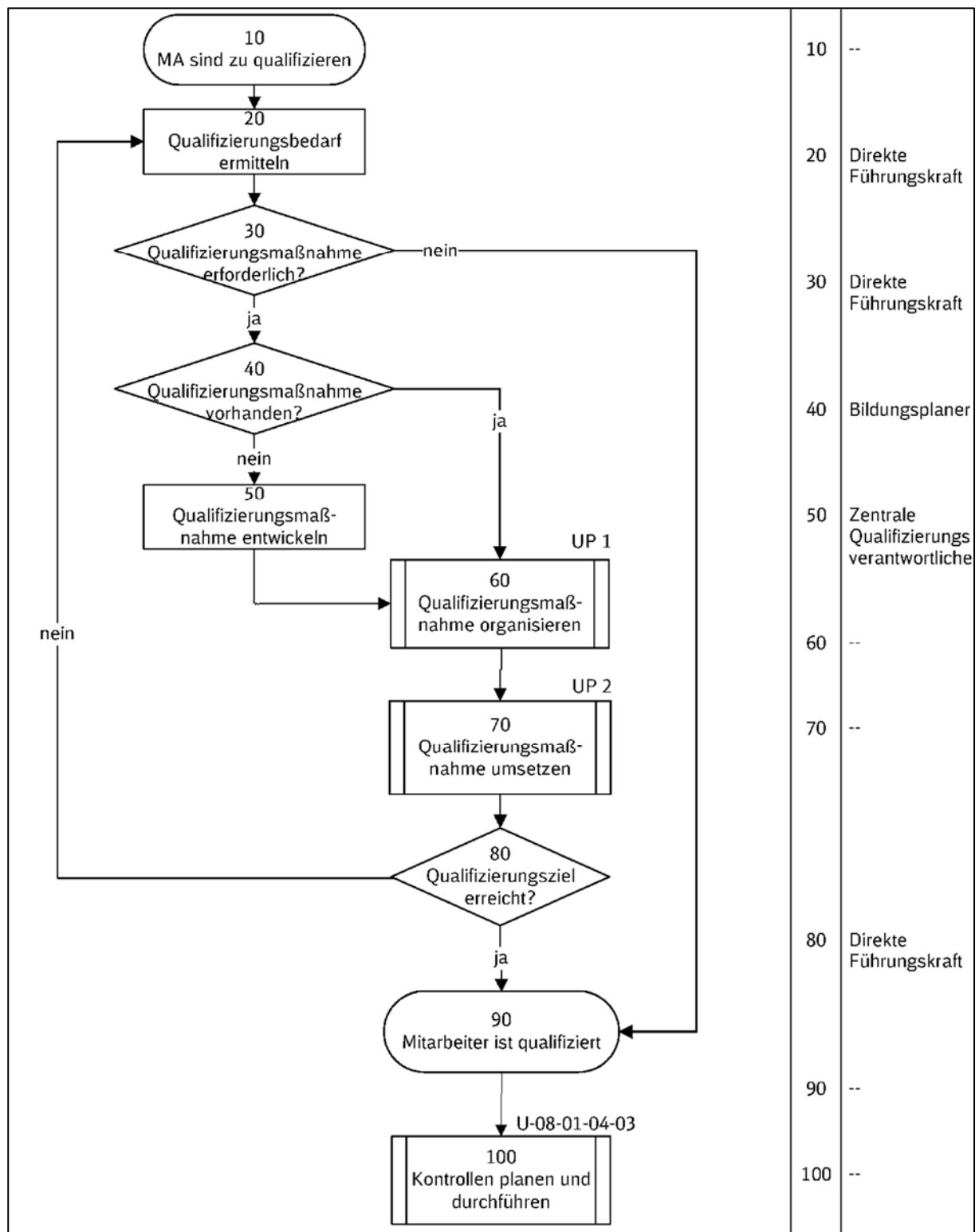
Das am Ereignis beteiligte EVU DB Regio AG verfügte über eine Sicherheitsbescheinigung gemäß § 7a AEG mit einer Gültigkeit bis zum 31.12.2028 und war damit zur Teilnahme am Eisenbahnbetrieb berechtigt.

Voraussetzung für die Erteilung der Sicherheitsbescheinigung war die Anwendung eines SMS, das den Anforderungen der delegierten Verordnung (EU) 2018/762 Anhang I entsprechen musste. Damit das SMS seine Wirksamkeit entfalten kann, müssen gemäß Abschnitt 3.1.1 mittels Risikobewertungen alle betrieblichen, organisatorischen und technischen Risiken erfasst und analysiert werden. Im konkreten Fall betraf dies vor allen Dingen die Risiken, die sich wie im Kapitel 4.3.2 beschrieben aus menschlichen Fehlhandlungen bei unvorhergesehenen Betriebssituationen ergeben konnten. Wie im folgenden Kapitel 4.5 dargelegt, war die Problematik von fehlinterpretierten PZB-Zwangsbremungen ein auch in der Vergangenheit häufiger aufgetretenes Problem und der Organisation als Risiko bekannt. Dies zeigte auch die Herausgabe eines Sicherheitsreportes zu dieser Thematik an alle Mitarbeiter bereits einen Tag nach dem Ereignis. Eine weitergehende Überprüfung ergab, dass die DB Regio AG auch vor dem Ereignis regelmäßig Sicherheitsreporte, Fortbildungen sowie eine stichprobenartige Auswertung von EFR-Daten vornahm. Es ist damit davon auszugehen, dass das Risiko zumindest entsprechend erkannt war.

Ein Fokus der Untersuchung wurde daher auf die gemäß der delegierten Verordnung (EU) 2018/762 Anhang I Abschnitt 4.2.2 durchzuführenden Schulungen für Mitarbeiter gelegt, die sicherheitsrelevante Aufgaben wahrnehmen. Entsprechend dem vorgelegten Kompetenzprofil für Tf der DB Regio AG mussten diese „*alle betrieblichen Aufgaben des Tf vor, während und nach der Zugfahrt entsprechend der gültigen Regelwerke*“⁸ ausführen. Um dieses Ziel zu erreichen, hatte die Organisation den Standardprozess „Personal qualifizieren und entwickeln“ U-07-01 definiert. Ziel dieses Prozesses war „*die Erlangung sowie Erhaltung der erforderlichen Qualifikationen aller Mitarbeiter bei der DB Regio AG. [...]*“⁹. Der grundlegende Prozessablauf ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

⁸ Quelle: DB Regio AG, Kompetenzprofil Triebfahrzeugführer(in) im Geschäftsfeld DB Regio, Stand 04.09.2006

⁹ Quelle: DB Regio AG, Standardprozess „Personal qualifizieren und entwickeln“ U-07-01, Rev. 3.1

Abbildung 17: Prozessablauf Personal qualifizieren und entwickeln¹⁰¹⁰ Quelle: DB Regio AG, Standardprozess „Personal qualifizieren und entwickeln“ U-07-01, Rev. 3.1

Die praktische Umsetzung dieses Prozesses für die Ausbildung der Tf war für den gesamten DB-Konzern, und damit auch für die DB Regio AG, einheitlich in der Ril 046.1480 geregelt. Zusätzlich wurden durch das EVU DB Regio AG für Tf, die eine Quereinsteigerausbildung seit 2021 durchlaufen, zusätzliche Anpassungen vorgenommen. Diese beinhalteten unter anderem eine Verlängerung der Ausbildungszeit um zwei Monate. Der Umfang und der Inhalt der regelmäßigen Weiterbildung nach Abschluss der Ausbildung war ebenfalls in der Ril 046.1480 und zusätzlich in der Ril 046.1301 geregelt. Die Auswertung der dokumentierten Ausbildungsnachweise und Prüfungsunterlagen ergab, dass alle formellen Anforderungen eingehalten wurden. Sowohl in der Aus- als auch der Weiterbildung waren PZB-Zwangsbremungen und die durchzuführenden betrieblichen Maßnahmen thematischer Bestandteil. Ein Schwerpunkt lag dabei auch auf der mit dem Fdl zu führenden Kommunikation. Das EVU thematisierte die PZB-Zwangsbremungen auch nach Ende der Ausbildung in den jährlichen Fortbildungsunterricht, bei den Kontrollen am Arbeitsplatz und beim regelmäßigen Training am Simulator. Zudem gab das EVU nach gefährlichen Ereignissen stets kurzfristig Sicherheitsreporte heraus, in denen das Ereignis mit Hergang und Hinweisen zur Vermeidung allen Mitarbeitenden zur Kenntnis gegeben wurde.

Relevante formale Defizite des EVU im Hinblick auf Feedback- und Kontrollmechanismen wurden im Rahmen der Unfalluntersuchung nicht festgestellt. Dass es trotzdem zu dem Ereignis gekommen war zeigt, dass es neben umfangreicher Ausbildungsmaßnahmen wichtig ist, bei den Mitarbeitern von vornherein ein intrinsisches Sicherheitsbewusstsein zu schaffen. Dieses hängt nicht nur von den entsprechenden Fachkenntnissen ab. So war es im konkreten Fall vermutlich so, dass der Tf das theoretische Wissen hatte, mit den Situationen entsprechend umzugehen. Warum er sich dennoch für den gewählten Weg entschied, war für die BEU im Nachgang des Ereignisses nicht mehr zweifelsfrei zu rekonstruieren.

Dass Mitarbeitende sich im Einzelfall aus unterschiedlicher Motivation heraus über ihnen bekannte Regeln hinwegsetzen, kann letztlich nur bis zu einem gewissen Punkt durch die Organisation beeinflusst werden. Trotz alledem ist es für die Organisation unabdingbar, bestehende Regeln und Verfahrensweisen im Sinne eines kontinuierlichen Prozesses stetig weiterzuentwickeln.

4.5 Frühere Ereignisse ähnlicher Art

Am 01.08.2014 führte ein ähnliches Verhalten eines Tf zu einer Zugkollision zwischen einem Güterzug und einem Personenzug im Bf Mannheim Hbf, bei der vier Personen schwer und mehrere Personen leicht verletzt wurden. Im Rahmen der Unfalluntersuchung wurden durch die Eisenbahn-Unfalluntersuchungsstelle des Bundes im Jahre 2015 die Sicherheitsempfehlungen 01/2015 und 02/2015 ausgesprochen.

Am 23.04.2022 konnte eine Zugkollision zwischen einer Triebfahrzeugfahrt und einem Personenzug im Bf Hanau Hbf, Bahnhofsteil Hanau Südseite nur durch das sofortige Absetzen eines Nothaltauftrages durch den zuständigen Fdl verhindert werden. Auch in diesem Fall fuhr der Tf unzulässig an einem Halt zeigenden Hauptsignal vorbei, löste die durch die PZB ausgelöste Zwangsbremse aus und fuhr in der Folge ohne Verständigung mit dem Fdl unzulässig weiter.

Die vorliegenden Ereignisse veranschaulichen, dass die bisher vornehmlich auf die Verbesserung der individuellen Sicherheitsmanagementsysteme (Kompetenz, Bewusstsein und Überwachung) gerichteten Maßnahmen zur Vermeidung entsprechend schwerwiegender Fehlhandlungen sinnvoll, jedoch diesbezüglich nicht ausreichend sind.

5 Schlussfolgerungen

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

5.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Aufgrund der Charakteristik des Ereignisses und der gewonnenen Erkenntnisse konnten Einflussfaktoren wie die Leit- und Sicherungstechnik, die baulichen Anlagen der Gleisinfrastuktur oder die Handlungen des Fdl als nicht ereignisrelevant festgestellt werden. Aus den Untersuchungen ließen sich die nachfolgend dargelegten Faktoren ableiten. Zu einzelnen dieser Faktoren sieht die BEU Potenziale zur Erhöhung der Eisenbahnsicherheit und hat mit dem Zwischenbericht vom 22.06.2022 dahingehend bereits die Sicherheitsempfehlungen 03/2022 und 04/2022 ausgesprochen.

Zum ursächlichen Faktor „Missachtung der Signalstellung“ [F1]:

Die Rekonstruktion des Ereignisses ergab, dass der Tf des Personenzuges S 6785 um 16:34 Uhr gegen das zu diesem Zeitpunkt den Signalbegriff Hp 0 „Halt“ zeigende Asig 1P1 angefahren und in weiterer Folge daran vorbeigefahren war. Andere Einflussfaktoren wie z. B. äußere Bedingungen oder eine technische Störung wurden nicht festgestellt. Somit ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass es sich um einen Arbeitsfehler des Tf gehandelt hatte. Diese Art von Arbeitsfehlern waren bereits vor dem Ereignis hinreichend bekannt. Um die Folgen eines solchen Arbeitsfehlers abzumildern, war und ist es Stand der Technik entsprechende technische Systeme zur Überwachung zu verwenden, in diesem Fall in Form des Zugsicherungssystems PZB. Dieses System funktionierte ordnungsgemäß und brachte den Personenzug selbsttätig kurz hinter dem Asig 1P1 noch innerhalb des vorgesehenen Schutzraumes zum Halten. Wären die betrieblichen Regeln zur weiteren Verfahrensweise befolgt worden, hätte sich der Arbeitsfehler noch rechtzeitig offenbart.

Es bestand somit eine Risikokontrollmaßnahme, die bezogen auf die missachtete Signalstellung wie vorgesehen gewirkt hat. Daher ergeht zum ursächlichen Faktor [F1] keine eigenständige Sicherheitsempfehlung.

Zum beitragenden Faktor „Unterlassene Kommunikation mit dem Fdl“ [F2]:

Gemäß den für den Tf zu beachteten Regeln, insbesondere in der Ril 408.2651, war nach einer PZB-Zwangsbremung zwingend eine Kommunikation mit dem zuständigen Fdl vorgeschrieben. Diese elementar wichtige Regel wurde durch den Tf bei beiden PZB-Zwangsbremungen, die kurz vor dem Ereignis eingetreten waren, nicht beachtet und die Fahrt jeweils ohne Rücksprache fortgesetzt. Hätte der Tf die Regel jedoch beachtet, ist es zumindest als wahrscheinlich anzusehen, dass in dem folgenden Gespräch mit dem Fdl die tatsächliche Situation erkannt worden wäre. Unterlassene Kommunikation mit dem Fdl, insbesondere nach PZB-Zwangsbremungen, ist ein auch in der Vergangenheit immer wieder aufgetretenes Problem. Zu dieser Thematik gab die Eisenbahn-Untersuchungsstelle des Bundes im Jahr 2015 die Sicherheitsempfehlung Nr. 02/2015 heraus:

„Die Nachrüstung der fahrzeugseitigen Zugbeeinflussungseinrichtungen mit dem Schutzziel „eine Verbindungsaufnahme nach PZB-Zwangsbremungen vor einer Wiederanfahrt herzustellen“, zu überprüfen und in Abhängigkeit des Ergebnisses weiterzuentwickeln“.

Der BEU sind keine unmittelbaren technischen Maßnahmen bekannt, die seit Aussprache dieser Sicherheitsempfehlung im Jahr 2015 bis zum Ereignis umgesetzt worden wären. Dies wurde durch Branchenverbände unter anderem damit begründet, dass auf längere Sicht ein Ersatz der PZB durch ein anderes Zugsicherungssystem geplant wäre, bei dem diese Art von Arbeitsfehlern so nicht auftreten könne bzw. eine Weiterfahrt nicht ohne Weiteres möglich wäre. Ersatzweise wurden daher einfach umzusetzende organisatorische Maßnahmen wie z. B. Schulungen umgesetzt. Das erneute Ereignis offenbarte jedoch, dass dies nicht ausreichend war. Daher sprach die BEU bereits in einem Zwischenbericht zu diesem Ereignis im Jahr 2022 eine erneute Sicherheitsempfehlung mit der Nr. 04/2022 aus:

„Es wird empfohlen, die Fahrzeugtechnik dahingehend zu erweitern, dass dem Tf nach Eintritt einer PZB-Zwangsbremung ein angemessener Zeitraum zum Nachdenken (Situationsbewusstsein) und Handeln (Abarbeiten der Richtlinie 408.2651) zwingend eingeräumt wird.“

Diese ist hinsichtlich des Faktors [F2] unverändert einschlägig und wird aufrechterhalten. Ergänzend sei auch auf die nahezu inhaltsgleiche Sicherheitsempfehlung 02/2015 verwiesen. Es

ist davon auszugehen, dass es durchaus noch zu einem längeren Einsatz des Zugsicherungs-systems PZB kommen wird. Eine ggf. auch technische Anpassung der Fahrzeugtechnik hält die BEU daher für angebracht.

Zum systemischen Faktor „Sicherheitsbewusstsein der Mitarbeiter“ [S2]:

Wie bereits bei Faktor [F2] erläutert, ist es für eine sichere Betriebsdurchführung nach einer PZB-Zwangsbremmung zwingend erforderlich, dass die Mitarbeiter einen Überblick über die Situation haben und entsprechend nach den vorgegebenen Regeln handeln. Um dieses zu erreichen, ist die Umsetzung der Anforderung gemäß der delegierten Verordnung (EU) 2018/762 bezüglich Sicherheitskultur und Sicherheitsbewusstsein für alle Mitarbeiter und Organisationen die sich am Eisenbahnbetrieb Beteiligen unerlässlich. Hierzu wird im Erwägungsgrund (7) gefordert:

„Das tatsächliche Sicherheitsengagement auf allen Ebenen einer Organisation spiegelt sich in der Art und Weise wider, wie Sicherheit innerhalb der Organisation wahrgenommen, bewertet und priorisiert wird. Deshalb ist es auch wichtig, dass die Eisenbahnunternehmen und Infrastrukturbetreiber die Maßnahmen und Verhaltensweisen erkennen, die eine positive Sicherheitskultur gestalten können, und dass sie im Rahmen ihres Sicherheitsmanagementsystems diese Kultur des gegenseitigen Vertrauens und des wechselseitigen Lernens fördern, durch die die Mitarbeiter ermutigt werden, an der Förderung der Sicherheit mitzuwirken, indem sie gefährliche Ereignisse melden und sicherheitsrelevante Informationen mitteilen.“¹¹

Das Ereignis sowie davor und danach stattgefundene Ereignisse ähnlicher Art zeigen immer wieder auf, dass aufgrund von Fehleinschätzungen von Mitarbeitern zur tatsächlichen Betriebssituation Handlungen unternommen oder unterlassen werden, die den Betrieb vermeintlich beschleunigen, jedoch teilweise fundamental den systemischen Sicherheitsgedanken widersprechen. Aufgabe der Organisationen ist es, dieses zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur zukünftigen Vermeidung zu treffen. Hier ist vor allen Dingen auch die Kommunikation untereinander hervorzuheben. Vielmehr muss eine Kultur herrschen, die es selbstverständlich macht, auch eigene Arbeitsfehler an andere Stellen zu melden. Dies erfordert ein ständiges Hinterfragen und Anpassen der eigenen Handlungsvorgaben. Die nach dem

¹¹ Quelle: Delegierte Verordnung (EU) 2018/762 der Kommission vom 8. März 2018

Ereignis durch das EVU getroffenen Maßnahmen zeigen, dass dies durch die DB Regio AG grundsätzlich umgesetzt wurde. Zwischenzeitlich haben auch andere EVU entsprechende Anpassungen vorgenommen. Zur Kommunikation gehören ebenso die entsprechenden Mitarbeiter des EIU und anderer Organisationen, die am Eisenbahnbetrieb beteiligt sind. Die Eisenbahn-Untersuchungsstelle des Bundes hatte bezüglich dieser Thematik speziell in Bezug auf PZB-Zwangsbremungen im Jahr 2015 die Sicherheitsempfehlung Nr. 01/2015 mit folgendem Inhalt herausgegeben:

„Das Bewusstsein und die Kompetenz der Triebfahrzeugpersonale im Umgang mit PZB-Zwangsbremungen jeglicher Art durch gezielte Trainingsmaßnahmen kontinuierlich zu stärken.“

Durch die Weiterentwicklung der entsprechenden Verfahren und durch die zwischenzeitlichen neuen Anforderungen der 2018 erlassenen delegierten Verordnung (EU) 2018/762 ist es geboten, dieses auf alle Beteiligten auszuweiten. Daher hat die BEU im Zwischenbericht 2022 zu diesem Ereignis die erweiterte Sicherheitsempfehlung Nr. 03/2022 ausgesprochen. Diese richtet sich explizit an alle beteiligten Eisenbahnunternehmen und wird aufrechterhalten.

Zum ursächlichen Faktor „Weiterfahrt nach unzulässiger Vorbeifahrt am Hauptsignal“ [F3]:

Die Ermittlungen ergaben, dass der Tf des Personenzuges S 6785 nach der unzulässigen Weiterfahrt am Asig 1P1 weiterfuhr, ohne den gemäß Ril 408.2531 Absatz 2 erforderlichen Befehl 2 durch den Fdl erteilt bekommen zu haben. Dies ist schlussendlich als Auslöser für das Ereignis anzusehen, da hierdurch alle zuvor wirkenden Schutzmechanismen übergangen wurden und der ursprüngliche Arbeitsfehler aus dem Faktor [F1] voll zum Tragen kam. Dieses Verhalten war aller Wahrscheinlichkeit nach eine Folge des fehlenden Situationsbewusstseins des Tf. Er war sich vermutlich nicht darüber im Klaren, dass er an einem Halt zeigenden Signal vorbeigefahren war, sondern nahm fälschlicherweise an, dass die Situation vergleichbar mit der bereits zuvor eingetretenen PZB-Zwangsbremung bei der Anfahrt auf den Bf Ebenhausen-Schäftlarn war.

Diese Fehlinterpretation wäre unschädlich gewesen, wenn er sich an die bereits im Faktor [F2] und [S2] beschriebenen Regeln gehalten hätte. Alle anderen Schutzmechanismen hatten zuvor bereits gewirkt und galten als etablierter Standard. Daher ergeht zum ursächlichen Faktor [F3] keine eigenständige Sicherheitsempfehlung. Es sei hier jedoch nochmals auf die Sicherheitsempfehlungen die Faktoren [F2] und [S2] betreffend verwiesen.

Zum systemischen Faktor „technische Ausführung der PZB-Fahrzeugeinrichtung“ [S3]:

Es wurde festgestellt, dass bei unterschiedlichen PZB-Fahrzeugeinrichtungen mehrere technische Ausführungen der Anzeige von PZB-Zwangsbremungen zur Anwendung kamen. Diese wurden im Kapitel 4.2.1 bereits erläutert, vergleiche hierzu auch Tabelle 9. Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Anzeigen den Stand der Technik zum jeweiligen Entwicklungsstadium der Eisenbahnfahrzeuge widerspiegeln und bei ordnungsgemäßer Bedienung entsprechend korrekt interpretiert werden konnten.

Es gilt abzuwägen, welcher Informationsumfang zielführend ist. Durch den Einsatz moderner Anzeigeeinrichtungen, in der Regel in Form von Displays, ist es möglich, immer nur die tatsächlich benötigten Informationen anzuzeigen. Somit ist es nach aktuellem Stand der Technik durchaus möglich, mehrere Informationen an den Bediener zu übermitteln, ohne eine Informationsüberflutung zu bewirken.

Die ordnungsgemäße Abarbeitung setzt immer eine entsprechende Ausbildung der Bediener voraus. Es sei hier auf die Ausführungen zum Faktor [S2] verwiesen. Die ausgesprochene Sicherheitsempfehlung 04/2022 diesen Faktor betreffend ist explizit auch auf die technische Ausführung der PZB-Fahrzeugeinrichtung zu beziehen.

5.2 Seit dem Ereignis getroffene Maßnahmen

Die DB Regio AG gab am Tag nach dem Ereignis einen internen Sicherheitsreport (DB Regio Z02/2022) zum Thema „Kreuzungssituation bei eingleisigen Strecken“ mit Verweis auf die erforderliche Kontaktaufnahme mit dem Fdl durch den Tf nach einer PZB-Zwangsbremung sowie unter Nennung von Maßnahmen zur Unfallvermeidung für den Tf heraus.

Am 18.02.2022 erließ die DB Regio AG eine interne Weisung für Tf (W-R-023/2022) mit Gültigkeit ab dem 21.02.2022. Inhalt der Weisung waren ergänzende Maßnahmen nach einer PZB-Zwangsbremung. Ergänzend zu den betrieblichen Regeln des BRW durften PZB-Zwangsbremungen nur noch im Stillstand aufgehoben werden und es musste verbindlich am nächsten Halt, spätestens nach Beendigung der Zugfahrt, ein „Meldezettel PZB-Zwangsbremung“ wie in Abbildung 18 dargestellt, ausgefüllt und elektronisch versendet werden. In diesem waren u. a. der Grund der Zwangsbremung und die Art der Zustimmung für die Weiterfahrt durch den Fdl zu benennen.

Meldezettel PZB-Zwangsbremmung

Persönliche Angaben:

Region/S-Bahn: S-Bahn München Tf-Nummer (6-stellig): 5 5 5 5 5 5

Felder leeren

Angaben zur PZB-Zwangsbremmung:

Datum: 18.02.2022
Uhrzeit: 19:10
Zugnummer: 4865

aktuelles Datum und Uhrzeit

Standort nach Zwangsbremmung: Esig F MLA
Grund der Zwangsbremmung: Störung an der Infrastruktur
Zustimmung des Fdl zur Weiterfahrt: Befehl
Übermittlungscode des Befehls: MLA -117

senden

Abbildung 18: Meldezettel PZB-Zwangsbremmung¹²

Zwischenzeitlich wurde ein ähnliches Verfahren bei den meisten EVU eingeführt.

Der Tf des Zuges S 6785 wurde nach dem Ereignis nicht mehr als Tf bei der DB Regio AG eingesetzt.

Das Eisenbahn-Bundesamt hatte im Jahr 2023 den Themenkomplex Kompetenzen PZB zu einem der Schwerpunktthemen der Überwachung der EVU und EIU gemacht. Details hierzu wurden in der Fachmitteilung 09 / 2022 vom 23.06.2022 zum Thema Bahnbetrieb dargelegt.

Ferner richtete das EBA am 01.09.2022 die Unterarbeitsgruppe „Optimierung PZB nach Sicherheitsempfehlung“ im Arbeitskreis Zugsicherung, Zugsteuerung und Signalgebung ein. Zu den Ergebnissen der Unterarbeitsgruppe gab das EBA am 19.02.2025 die Fachmitteilung 07/2025 heraus. Diese sieht zunächst die Umsetzung nichttechnischer Maßnahmen vor, deren Wirksamkeit weiter überwacht wird. Für den Fall, dass diese nichttechnischen Maßnahmen keine ausreichende Wirksamkeit zeigen, werden ergänzende technische Maßnahmen erwogen. Die Bearbeitung der an die Sicherheitsbehörde gerichteten Sicherheitsempfehlungen 03/2022 und 04/2022 ist noch nicht abgeschlossen.

5.3 Zusätzliche Bemerkungen

Die durchgeführten Untersuchungen lieferten keinen Beitrag zu diesem Punkt.

¹² Quelle: DB Regio AG, Weisung W-R-023/2022

6 Sicherheitsempfehlungen

Mit dem Zwischenbericht vom 22.06.2022 hat die BEU gemäß § 6 EUV und Art. 26 Abs. 2 der Richtlinie (EU) 2016/798 die Sicherheitsempfehlungen 03/2022 und 04/2022 herausgegeben.

Diese sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen:

Lfd. Nr.	Adressat und Sicherheitsempfehlung	Betrifft Unternehmen
03/2022	Nationale Sicherheitsbehörde: Es wird empfohlen, im Sicherheitsmanagementsystem der Eisenbahnen Prozesse zu entwickeln bzw. zu verbessern, mit denen sich die Wirksamkeit der Einhaltung der Regeln nach Eintreten einer PZB-Zwangsbremung effektiv überprüfen lassen. Entsprechende Maßnahmen zur Bewusstseinsförderung der Mitarbeiter im Bahnbetrieb sind aus diesen Erkenntnissen abzuleiten.	Eisenbahnunternehmen
04/2022	Nationale Sicherheitsbehörde: Es wird empfohlen, die Fahrzeugtechnik dahingehend zu erweitern, dass dem Tf nach Eintritt einer PZB-Zwangsbremung ein angemessener Zeitraum zum Nachdenken (Situationsbewusstsein) und Handeln (Abarbeiten der Richtlinie 408.2651) zwingend eingeräumt wird.	Eisenbahnunternehmen