



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
Service suisse d'enquête de sécurité SESE
Servizio d'inchiesta svizzero sulla sicurezza SISI
Swiss Transportation Safety Investigation Board STSB

Bereich Bahnen und Schiffe

Schlussbericht

der Schweizerischen

Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über die seitliche Kollision zwischen
einem S-Bahn- und einem Inter-
regio-Zug

vom 20. Februar 2015

in Rafz (ZH)

Reg.-Nr.: 2015022001

Allgemeine Hinweise zu diesem Bericht

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Gemäss Artikel 15 des Eisenbahngesetzes (EBG, SR 742.101) sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

Es ist daher auch nicht Zweck dieses Berichts, Schuld- und Haftungsfragen zu klären.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	6
Kurzdarstellung.....	6
Ursachen	6
Sicherheitsempfehlungen	6
1 Sachverhalt.....	8
1.1 Ausgangslage	8
1.1.1 Untersuchung	8
1.1.2 Grundlagen	8
1.2 Vorgeschichte	9
1.2.1 Ort des Unfalls	9
1.2.2 Vorgeschichte Lokpersonal S-Bahn.....	11
1.2.3 Vorgeschichte S-Bahn	11
1.2.4 Vorgeschichte Interregio.....	11
1.3 Ablauf des Unfalls.....	12
1.3.1 Erläuterung zu den Illustrationen	12
1.3.2 Ablauf des Unfalls.....	12
1.4 Schäden.....	23
1.4.1 Personen	23
1.4.2 Infrastruktur.....	23
1.4.3 Fahrzeuge.....	23
1.4.4 Dritte	23
1.4.5 Umwelt.....	23
1.5 Beteiligte und betroffene Personen	23
1.5.1 Bahnpersonal.....	23
1.5.2 Verletzte Reisende	26
1.5.3 Drittpersonen	26
1.6 Beteiligte und betroffene Unternehmen	26
1.6.1 Infrastruktur.....	26
1.6.2 Transportunternehmung	26
1.6.3 Fahrzeugeigentümer Schienenfahrzeuge.....	26
1.7 Infrastruktur.....	26
1.7.1 Bahnanlage.....	26
1.7.2 Stellwerk	27
1.7.3 Ausrüstung mit Zugbeeinflussung.....	28
1.8 Fahrzeuge.....	28
1.8.1 Übersicht.....	28
1.8.2 S-Bahn.....	29
1.8.3 Interregio.....	29

1.9	Kommunikation	30
1.10	Auswertung der Datenaufzeichnungen.....	30
1.10.1	Fahrdatenschreiber.....	30
1.10.2	Stellwerkdaten	30
1.10.3	Gesprächsaufzeichnung	31
1.10.4	Video.....	31
1.10.5	Aufzeichnung der Ist-Verkehrszeiten.....	31
1.11	Besondere Untersuchungen	31
1.11.1	Wetter, Schienenzustand.....	31
1.11.2	Vermessung der Unfallstelle	31
1.11.3	Besichtigungsfahrt	31
1.11.4	Gleisbenutzung der Züge in Rafz im Vorfeld zum Unfall	34
1.11.5	Fahrtstellung Gleisabschnittsignal C5 trotz Verletzung der Fahrstrasse	34
1.11.6	Gestaltung und Nutzung Gleisanlage Rafz.....	34
1.11.7	Prozess Signalaufstellung.....	36
1.11.8	Ausbildung zum Lokführer	36
1.11.9	Wendezeit für die S-Bahn.....	37
1.12	Vorgaben	37
1.12.1	Regelungen zur Reduktion von Kollisionsrisiken	37
1.12.2	Gegenseitige Meldepflicht im Führerstand	38
1.12.3	Standardisierte Prozedur „Geste métier“	38
1.12.4	Abfahrverhinderung	38
1.13	Beschreibung technische Systeme.....	39
1.13.1	Zugbeeinflussungssystem	39
1.13.2	ZUB-Anzeige „8888“	40
2	Analyse.....	41
2.1	Technische Aspekte	41
2.1.1	Beurteilungen zu den Fahrzeugen.....	41
2.1.2	ZUB-Anzeige „8888“	41
2.1.3	Sicherheitssysteme.....	41
2.1.4	Fahrtstellung Gleisabschnittsignal C5 trotz Verletzung der Fahrstrasse	42
2.2	Betriebliche Aspekte	42
2.2.1	Flankenschutz Seite Schaffhausen.....	42
2.2.2	Durchrutschweg.....	42
2.2.3	Abfahrverhinderung	42
2.2.4	Nutzungsänderungsprozess	43
2.2.5	Gleisbenutzung der Züge in Rafz im Vorfeld des Unfalls	43
2.2.6	Planung der Wendezeit	43
2.3	Menschliche Aspekte.....	44
2.3.1	Diensttauglichkeit der beteiligten Personen.....	44

2.3.2	Einflüsse bei der Signalinterpretation	44
2.3.3	Zusammenfassung der Einflüsse bei der Signalinterpretation.....	48
2.3.4	Gegenseitige Meldepflicht im Führerstand	48
2.3.5	Erkennbarkeit der drohenden Kollision durch das Lokpersonal des Interregio.	49
3	Schlussfolgerungen	50
3.1	Befunde	50
3.1.1	Betriebliche Aspekte	50
3.1.2	Abfahrverhinderung	50
3.1.3	Nutzungsänderungsprozess	50
3.1.4	Menschliche Faktoren.....	50
3.2	Ursachen	51
4	Sicherheitsempfehlungen und -hinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen	52
4.1	Sicherheitsempfehlungen	52
4.1.1	Zusammenarbeit im Führerstand.....	52
4.1.2	Melden der Signale	53
4.1.3	Abfahrverhinderung für bestehende Situationen	53
4.1.4	Abfahrverhinderung durch Euroloop	54
4.1.5	ZUB-Anzeige nach Inbetriebnahme Führerstand	54
4.1.6	Signalstandorte	55
4.2	Sicherheitshinweise	56
4.2.1	Richtzeit für die Wendezeit	56
4.2.2	Standardisierter Abfahrtsprozess „Geste métier“	56
4.3	Seit dem Unfall getroffene Massnahmen.....	57
4.3.1	Beschränkung der Abfahrgeschwindigkeit bei Abfahrt im Zugausgangs- und Wendebahnhof mit Sicht auf das Hauptsignal.....	57
4.3.2	Warn-App auf dem LEA	57

Zusammenfassung

Kurzdarstellung

Am 20. Februar 2015, wenige Sekunden nach 06:40 Uhr, fuhr eine S-Bahn in Rafz aus dem Gleis 4 Richtung Schaffhausen ab und beschleunigte. Am Signal C4 wurde durch die Zugsicherung eine Zwangsbremung ausgelöst. Die Zugspitze der S-Bahn kam vor dem Herzstück der Weiche 14 zum Stehen.

Ein Interregio fuhr von Bülach herkommend in Rafz über das Gleis 5 Richtung Schaffhausen. Auf der Ausfahrseite des Bahnhofs kollidierte kurz vor 06:41 Uhr der Interregio seitlich mit der im Lichtraumprofil seiner Fahrstrasse stehenden S-Bahn. Die Lokomotive und alle fünf Wagen des Interregio entgleisten nach rechts und kamen in Fahrtrichtung rechts neben dem Bahntrasse und nach der dort vorhandenen Strassenunterführung zum Stehen.

Es wurden zwei Personen des Bahnpersonals schwer und vier Fahrgäste leicht verletzt. Es entstand grosser Sachschaden an Eisenbahnfahrzeugen und Bahninfrastruktur. Ein die Strassenunterführung benutzendes Auto wurde durch herabfallenden Schotter beschädigt.

Ursachen

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Die folgenden Faktoren wurden in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die Art der Zusammenarbeit im Führerstand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und damit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte.
- Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für erstmals nach neuer Inbetriebnahme abfahrende Züge beinhaltete.
- Die Möglichkeit, die S-Bahn soweit zu beschleunigen, dass sie durch die Zugsicherung nicht mehr vor dem Gefahrenpunkt angehalten werden konnte.

Die Untersuchung hat folgende Faktoren ermittelt, die einzeln oder in Verbindung miteinander zum Unfall beigetragen haben:

- Eine aussergewöhnliche Verkehrssituation aufgrund von Verspätungen.
- Die unterschiedliche Leuchtintensität von Signalen, die eine Verwechslung erleichterten.
- Das zufällige, zeitliche Zusammenfallen von Signalstellungen, die vom betreffenden Lokpersonal irrtümlich auf den eigenen Zug bezogen wurden.
- Das Vorhandensein schwieriger Beleuchtungsverhältnisse, die die Zuordnung der Signale erschwerte.
- Der selbstaufgelegte Zeitdruck.

Sicherheitsempfehlungen

Im Rahmen der Untersuchung werden in diesem Bericht in Kapitel 4 sechs Sicherheitsempfehlungen und zwei Sicherheitshinweise ausgesprochen.

Glossar

ASB	Der <i>Automatische Signalbetrieb</i> dient dem zeitgerechten Stellen einer Fahrstrasse im Stellwerk (autonom oder im Zusammenhang mit einem Zuglenk-rechner) und der Aufforderung zur Handbedienung bei einer Stellverhinderung („Signal bedienen“).
BZ	Die <i>Betriebszentrale</i> ist Teil eines integralen Systems, das den Bahnbetrieb in Bezug auf Steuerung, Sicherung und Disposition konzentriert. Voraussetzung dafür sind Stellwerke, deren Technik das Steuern und Überwachen der örtlichen Stellwerke ermöglicht.
ETCS	<i>European Train Control System</i> . Europäisch genormtes Zugbeeinflussungs- und Steuerungssystem in verschiedenen Anwendungsstufen.
Eurobalise	Ein elektromagnetischer Transponder, der, zwischen den Schienen eines Gleises montiert, beim Überfahren eine Nachricht an das Fahrzeug sendet.
Euroloop	Entlang der Schiene verlegter Informationsträger (Strahlungskabel), ermöglicht eine quasikontinuierliche Datenübertragung auf einem beschränkten Streckenabschnitt.
EuroSIGNUM	Auf ETCS basierende Übertragung von SIGNUM-Informationen.
Ittis	Das <i>Integrale Leit- und Informationssystem</i> erlaubt eine weitgehend automatisierte Betriebsabwicklung einer Bahnlinie. Dazu gehören unter anderem die Fernsteuerung mehrerer Stellwerke, die Überwachung des Betriebs und die Steuerung der Fahrgastinformationssysteme in den Bahnhöfen.
LEA	<i>Lokführer Electronic Assistant</i> . Tragbares Gerät für den Lokführer zur Anzeige verschiedener für die Zugführung nötiger Informationen.
Signum	Zugbeeinflussungssystem in der Schweiz mit den Funktionen Warnung und Halt. Es warnt den Triebfahrzeugführer beim Vorsignal, wenn er auf ein „Halt“ zeigendes Hauptsignal zufährt oder wenn er die Geschwindigkeit stark reduzieren muss. Weiter löst es eine Zwangsbremmung aus, falls der Lokführer die Warnung nicht quittiert oder an einem „Halt“ zeigenden Hauptsignal vorbeifährt.
ZUB	Das punktförmige <i>Zugbeeinflussungssystem</i> mit Geschwindigkeitsüberwachung. Das System besteht aus dem ZUB-Fahrzeugausrüstung und der ZUB-Gleiskoppelspule für die Datenübertragung beim Signal.

1 Sachverhalt

1.1 Ausgangslage

1.1.1 Untersuchung

Die Meldung traf am 20. Februar 2015 um 06:49 Uhr ein. Die Untersuchung wurde am gleichen Tag durch den Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) eröffnet. Vor Ort standen verschiedene Rettungskräfte und die Kantonspolizei des Kantons Zürich (Kapo ZH) im Einsatz.

1.1.2 Grundlagen

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- Bestandsaufnahme vor Ort;
- Fotos, vor Ort aufgenommen;
- 3-D-Laservermessung des Schadensplatzes;
- Luftaufnahmen;
- Fotos und Video einer Besichtigungsfahrt;
- Gleisplan Bahnhof Rafz;
- Diverse Aufzeichnungen von Stellwerk- und Zuglenkungsdaten;
- Fahrdaten der Züge;
- Videoaufzeichnung aus dem Fahrgastraum der S-Bahn;
- Unterlagen zum Plangenehmigungsverfahren der Bahnanlage Rafz;
- Dienstunterlagen des Lokpersonals (Diensteinteilung, Dienstfahrplan, Dienstbeschriebe, örtliche Vorschriften);
- Befragungen der Beteiligten, Betroffenen und Zeugen;
- Befragung der Prozessverantwortlichen und Untersuchung der unternehmensinternen Abläufe betreffend Bau der Anlage Rafz, Signalaufstellung und Bestellung des Verkehrs;
- Hoheitliche und interne Regelungen für den Eisenbahnbetrieb.

1.2 Vorgeschichte

1.2.1 Ort des Unfalls

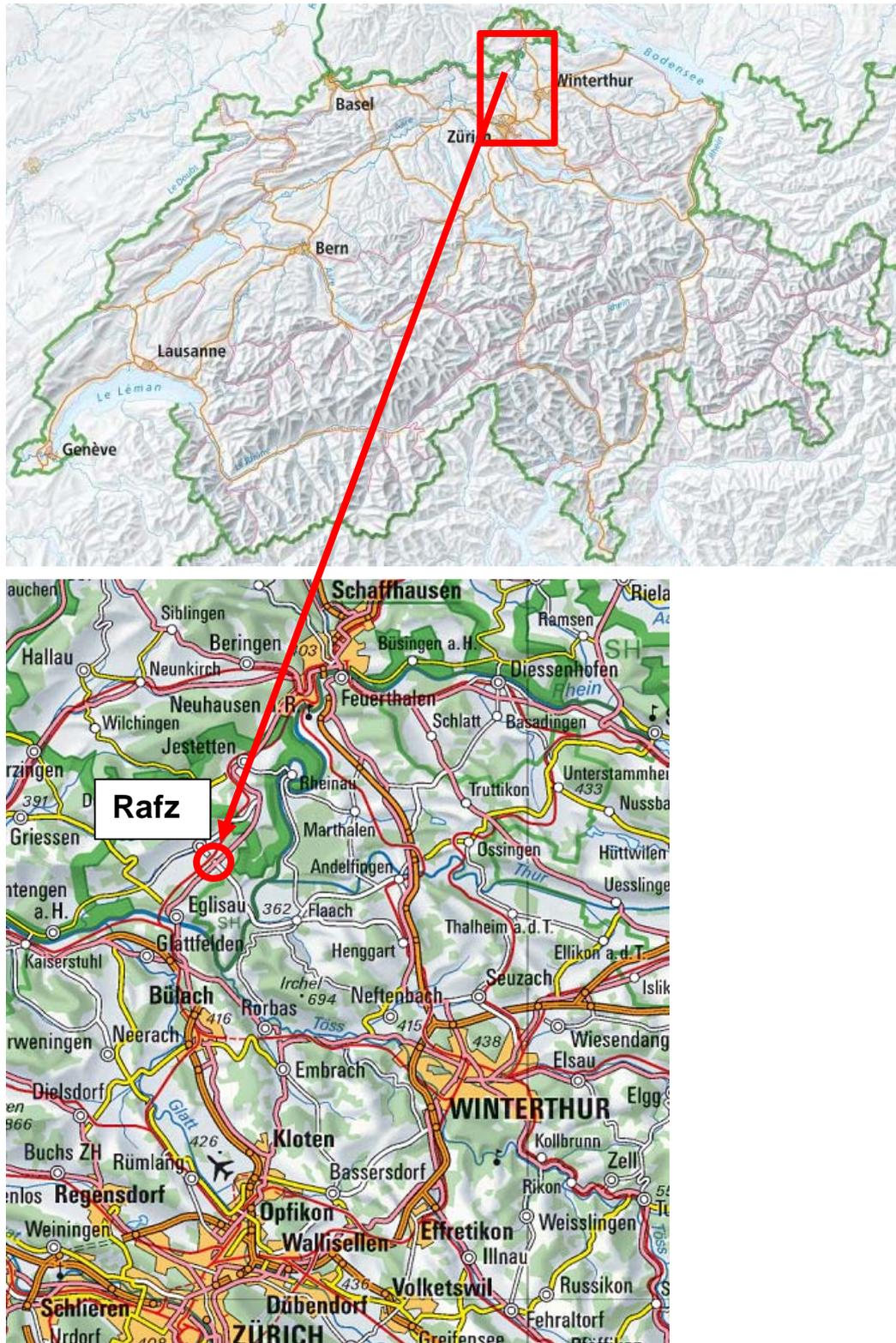


Abbildung 1: Übersichtskarten zur Unfallstelle. Basiskarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).



Abbildung 2: Übersichtskarte für die Strecke zwischen Zürich und Schaffhausen. Die schwarze Linie zeigt die Streckenführung zwischen Zürich und Schaffhausen. Die im Bericht genannten Bahnhöfe sind mit weißen Punkten eingezeichnet. Basiskarte reproduziert mit Bewilligung des Bundesamtes für Landestopografie Swisstopo (JA150149).

1.2.2 Vorgeschichte Lokpersonal S-Bahn

Der Lokführer der später in Rafz am Unfall beteiligten S-Bahn stand am 20. Februar 2015 nach sechseinhalb Stunden Schlaf um 03:30 Uhr auf. Er las ein SMS, in dem ihm mitgeteilt wurde, dass ihn während des folgenden Dienstes ein Lokführer in Ausbildung begleiten werde. Er freute sich darauf. Das letzte Mal, als er zusammen mit einem Lokführer in Ausbildung einen Dienst ausgeführt hatte, lag rund drei Monate zurück.

Der Lokführer in Ausbildung der später in Rafz am Unfall beteiligten S-Bahn stand am 20. Februar 2015 nach fünfeinhalb Stunden Schlaf um 03:30 Uhr auf.

Beide legten den jeweils rund 40 Minuten dauernden Arbeitsweg mit dem eigenen Auto zurück. Vom Parkplatz in Zürich aus gelangte jeder für sich nach einem Fussweg von etwa fünf Minuten pünktlich zum vorgesehenen Dienstantritt in die Halle des Hauptbahnhofs Zürich. Der Lokführer in Ausbildung war um 04:20 Uhr vor Ort, der Lokführer um 04:30 Uhr. Das gegenseitige Kennenlernen wurde von beiden als angenehm bezeichnet. Der Lokführer in Ausbildung teilte dem Lokführer mit, dass er nach seinem Ausbildungsstand die Triebfahrzeuge in und ausser Betrieb nehmen, jedoch noch keine Züge fahren dürfe.

Die Fahrt mit dem ersten Zug mit Halt an allen Bahnhöfen nach Schaffhausen begann für den Lokführer und den Lokführer in Ausbildung der späteren S-Bahn pünktlich um 05:03 Uhr und verlief bis Oerlikon störungsfrei. Danach entstanden diverse Verzögerungen. Beide äusserten, dass es kaum unnötige Gespräche gab. Die Signale meldeten sie sich gegenseitig, wobei nicht klar bleibt, wer jeweils zuerst gemeldet und wer quittiert hat.

In Schaffhausen trafen sie um 06:09 Uhr mit 13 Minuten Verspätung genau zur vorgesehenen Abfahrtszeit ihres nächsten Zuges ein. Sie wechselten auf den nächsten Zug, der bereits planmässig durch einen weiteren Lokführer abfahrtsbereit vorbereitet wurde.

1.2.3 Vorgeschichte S-Bahn

Die Zugskomposition für die später ab Rafz verkehrende S-Bahn fuhr als nicht für Fahrgäste zugänglicher Dienstzug 28821 von Schaffhausen nach Rafz. Den Zug führte ein Lokführer, der von einem Lokführer in Ausbildung begleitet wurde. Der Dienstzug hielt in Rafz etwa sieben Minuten verspätet am normalen Halteort in Gleis 4. Im Stillstand des Zuges übernahm der Lokführer in Ausbildung die Arbeiten für den Fahrtrichtungswechsel des Zuges, der anschliessend als S-Bahn 18014 zurück nach Schaffhausen fahren sollte.

1.2.4 Vorgeschichte Interregio

Der Interregio 2858 verkehrte ohne vorgeschriebenen Zwischenhalt von Zürich über Bülach Richtung Schaffhausen. Geführt wurde er von einem Lokführer in Ausbildung unter Begleitung eines Lokführers. Wegen einer Störung der Gleisfreimeldeeinrichtung musste der Zug ausserordentlich zwischen Niederglatt und Bülach mit Fahrt auf Sicht verkehren. Gegenüber der geplanten Durchfahrtszeit traf der Zug mit rund zehn Minuten Verspätung in Rafz ein. Auf dieser Strecke verkehrten an diesem Morgen die Züge verspätet. Für die Disposition der Züge wurde der Interregio in Rafz nicht wie üblich durch das Gleis 3, sondern über Gleis 5 geleitet.

1.3 Ablauf des Unfalls

1.3.1 Erläuterung zu den Illustrationen

Die folgenden Illustrationen visualisieren den Zugverkehr. Dabei bedeuten:

Legende:		Fahrender Zug		Stehender Zug
		Fahrender Zug mit ein- gestellter Fahrstrasse		Weisser Punkt zeigt die Beset- zung des Führerstands

Ferner wird ein schematischer Gleisplan der Strecke zwischen Zürich und Schaffhausen verwendet. Dabei sind nur die im Bericht genannten Bahnhöfe und nicht alle auf dieser Strecke effektiv vorhandenen Bahnhöfe aufgeführt.

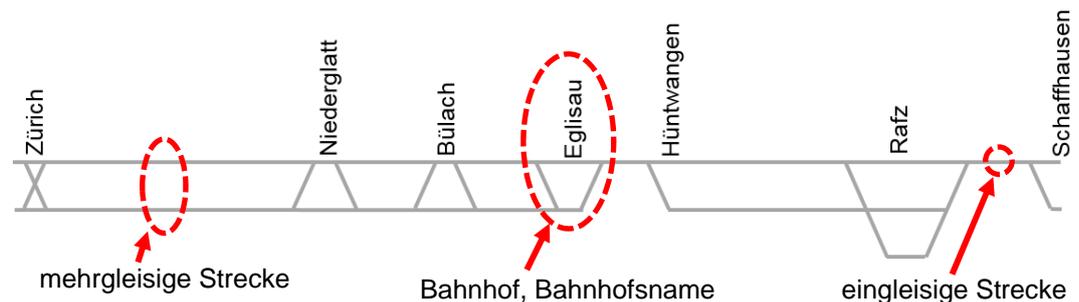


Abbildung 3: Erläuterung schematischer Gleisplan für die Strecke Zürich – Schaffhausen.

1.3.2 Ablauf des Unfalls

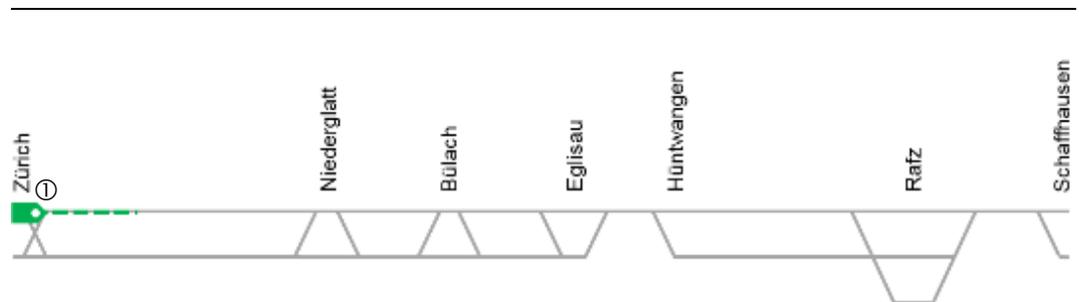


Abbildung 4: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:05 Uhr.

Die Abfahrt des später in Rafz am Unfall beteiligten Interregio 2858 (①) erfolgte in Zürich HB zur vorgesehenen Zeit um 06:05 Uhr ohne vorgeschriebenen Halt über Bülach nach Schaffhausen.

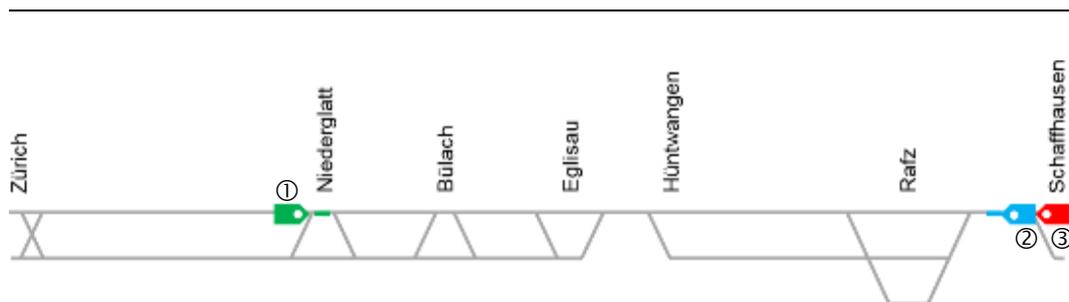


Abbildung 5: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:18 Uhr.

Ab Schaffhausen verkehrte die bereits verspätete S-Bahn 18521 (②) Richtung Bülach.

Mit neun Minuten Verspätung fuhren der Lokführer und der Lokführer in Ausbildung der später in Rafz am Unfall beteiligten S-Bahn am selben Morgen um 06:18 Uhr in Schaffhausen mit Zug 28821 (③) ab zur Fahrt nach Rafz. Der Zug wurde als nicht für Fahrgäste zugänglicher Dienstzug geführt. Gespräche zwischen den beiden Lokführern blieben auf das Nötigste beschränkt. Der Lokführer äusserte sich insofern, als ihn Verspätungen zu Beginn eines Dienstes kaum unter Druck setzten.

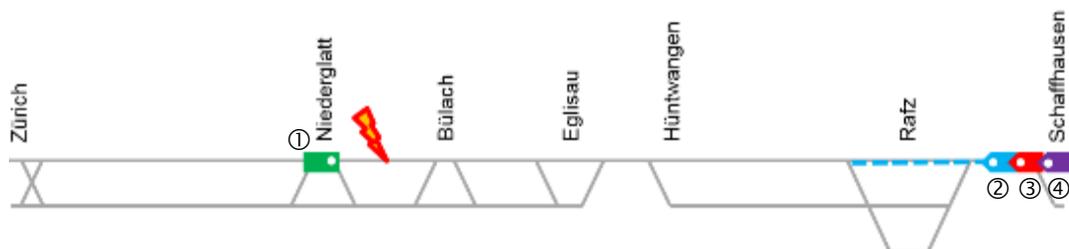


Abbildung 6: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 zwischen 06:18 Uhr und 06:27 Uhr.

Der Interregio 2858 (①) kam in Niederglatt von 06:18 Uhr bis 06:24 Uhr zum Stehen. Auf dem folgenden Blockabschnitt bis zum Blocksignal „Höri“ mit der Bezeichnung Q17 war eine Störung der Gleisfreimeldeeinrichtung aufgetreten. Dem den Zug führenden Lokführer in Ausbildung wurde der Befehl zur Fahrt auf Sicht über den betroffenen Abschnitt erteilt. Damit musste mit Fahrt auf Sicht und mit höchstens 40 km/h bis zum Blocksignal gefahren werden. Danach konnte erst beschleunigt werden. Zu der Verspätung wegen der Wartezeit in Niederglatt kamen deshalb bis Bülach weitere drei Verspätungsminuten hinzu.

In Schaffhausen fuhr um 06:27 Uhr mit neun Minuten Verspätung der Interregio 2859 (④) Richtung Zürich ab.

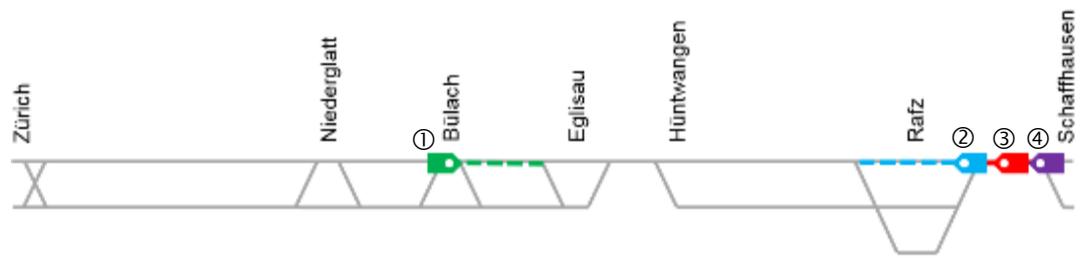


Abbildung 7: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:30 Uhr.
Im Bahnhof Bülach fuhr der Interregio 2858 (①) um 06:30 Uhr durch.

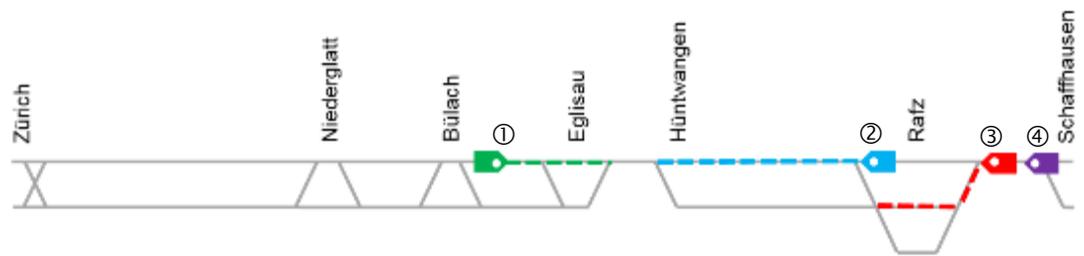


Abbildung 8: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:31 Uhr.
Mit zwölf Minuten Verspätung fuhr um 06:31 Uhr in Rafz in Gleis 3 die S-Bahn 18521 (②) Richtung Bülach ab.



Abbildung 9: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:33 Uhr.

Mit sieben Minuten Verspätung gegenüber der fahrplanmässigen Zeit traf der Dienstzug 28821 (③) von Schaffhausen her um 06:33 Uhr in Raiz auf Gleis 4 ein. Er hielt vor der Halteorttafel „1“ an.

Die verwendeten Arbeitsmittel und die persönliche Ausrüstung der Lokführer wurden durch diese erst im Stillstand zusammengeräumt. Der Lokführer wollte diesbezüglich ein Vorbild sein. Wegen der Verspätung hat er den zu verlassenden Führerstand unmittelbar nach Ankunft selber für den Wechsel der Fahrtrichtung vorbereitet. Er gab an, in diesem Moment auch nicht daran gedacht zu haben, dass dies eine Arbeit gemäss dem Ausbildungsstand des Lokführers in Ausbildung war.

Der Lokführer in Ausbildung gab an, von einer pünktlichen Ankunft ausgegangen zu sein.

Der Lokführer verliess zuerst den Führerstand, gefolgt vom Lokführer in Ausbildung. Der Lokführer machte den Lokführer in Ausbildung beim Gehen ans andere Zugsende auf die Verspätung aufmerksam.

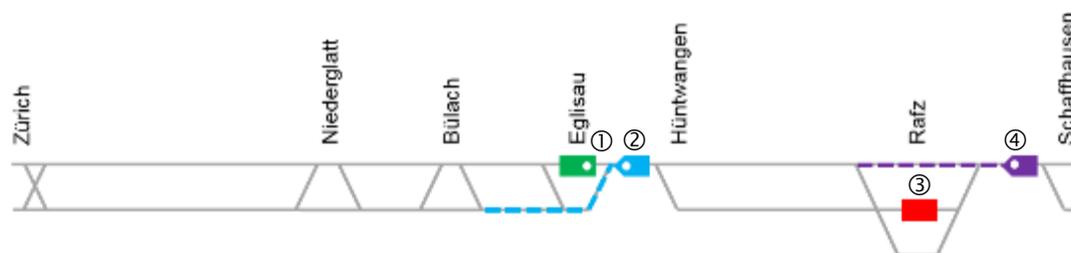


Abbildung 10: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:34 Uhr.

Der Interregio 2858 (①) kam in Eglisau um 06:34 Uhr erneut zum Stehen, um die Kreuzung mit der entgegenkommenden S-Bahn 18521 (②) abzuwarten.

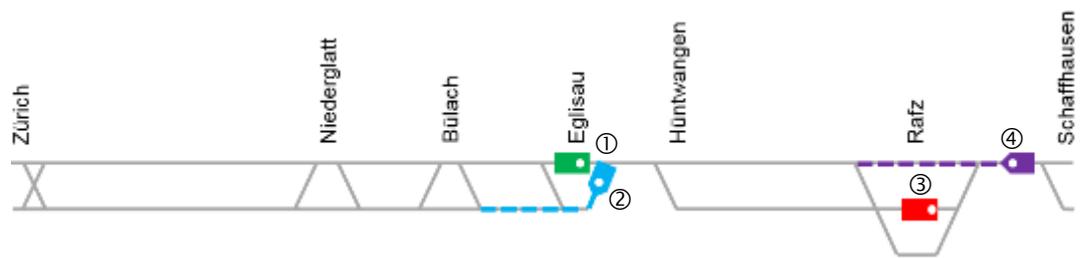


Abbildung 11: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:35 Uhr.

Um 06:35 Uhr betrat in Rafz der Lokführer in Ausbildung zuerst den Führerstand auf Seite Schaffhausen. Der Lokführer folgte ihm unmittelbar. Der Lokführer in Ausbildung nahm Platz auf dem Führersitz und begann mit der Erstellung der Fahrbereitschaft des Zuges als S-Bahn mit der Zugnummer 18014 (3) mit Halt an allen Bahnhöfen bis Schaffhausen.

Der Lokführer begab sich auf die linke Seite des Führersitzes und machte stehend sein LEA¹ bereit.

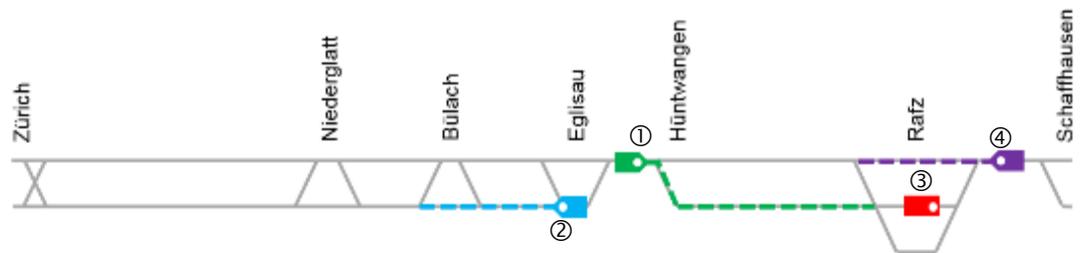


Abbildung 12: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:37 Uhr bis 06:38 Uhr.

Um 06:37 Uhr konnte der Interregio 2858 (1) ab Eglisau weiterfahren. Er fuhr danach um 06:38 Uhr in Hüntwangen durch und wurde ab da auf dem in Fahrtrichtung rechten Gleis 925 der zweigleisigen Strecke Richtung Rafz geleitet.

¹ siehe Glossar Seite 7

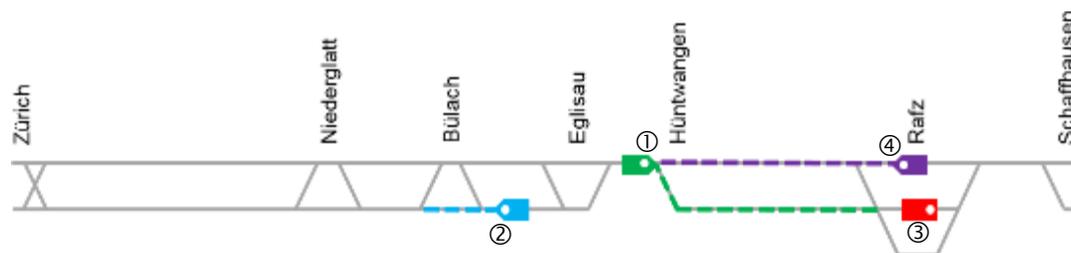


Abbildung 13: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:39 Uhr.

Mit zehn Minuten Verspätung fuhr um 06:39 Uhr der Interregio 2859 (④) in Raiz über Gleis 3 Richtung Bülach durch. Er benutzte ab Raiz das in Fahrtrichtung rechte Gleis 825 der zweigleisigen Strecke nach Hüntwangen.

Auf der in Raiz vorbereiteten S-Bahn 18014 (③) warf der Lokführer in Ausbildung einen Blick in das Heft „Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen“ für den Nachweis der täglichen Kontrollen der Sicherheitssysteme. Er stellte fest, dass noch die während der Fahrt auszuführenden Kontrollen fehlten. Er stellte weiter fest, dass er seine Tätigkeiten noch vor der fahrplanmässigen Abfahrtszeit beenden konnte.

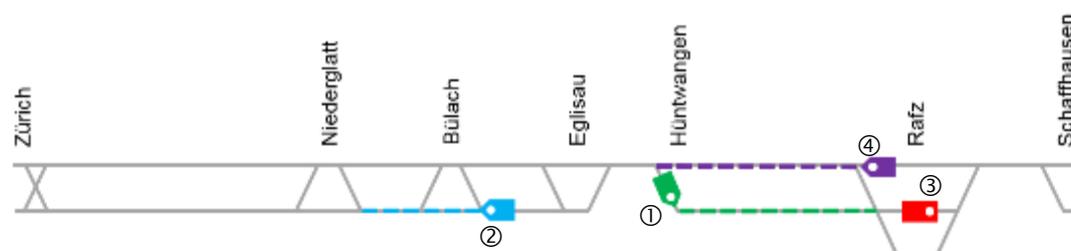


Abbildung 14: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:39:20 Uhr.

Um 06:39:20 Uhr gab der Lokführer in Ausbildung im Führerstand der in Raiz gewendeten S-Bahn 18014 (③) nach seiner Angabe etwa 40 Sekunden vor der fahrplanmässigen Abfahrtszeit den Führersitz frei und begab sich auf die rechte Seite des Führerstands an den üblichen Platz des Begleiters. Der Lokführer in Ausbildung begann, seine Arbeitsmittel aus der Tasche zu nehmen und sich für die Fahrt einzurichten.

Der Lokführer nahm den frei gewordenen Führersitz ein. Laut seiner Angabe nahm er dabei im Augenwinkel wahr, dass vor dem Zug ein Signal von einem roten auf ein oranges Licht wechselte.

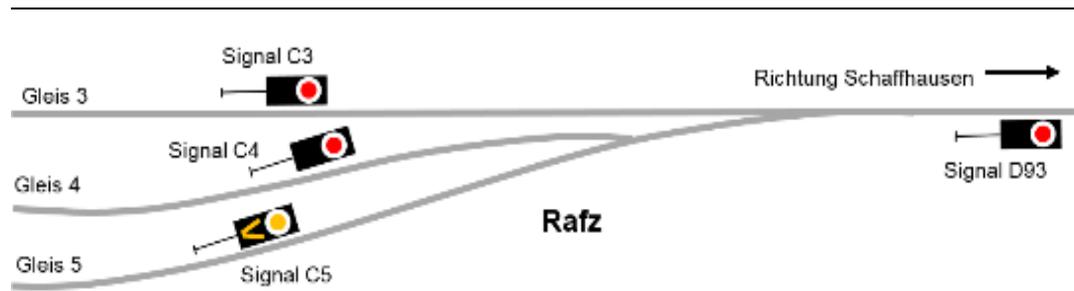


Abbildung 15: Signalschaltung Bahnhof Rafz, Ausfahrseite Richtung Schaffhausen am 20. Februar 2015 um 06:39:47 Uhr.

Um 06:39:47 Uhr wechselte in Rafz das Gleisabschnittsignal C5 von „Halt“ (ein rotes Licht) auf „Warnung“ (ein oranges Licht) und wechselte um 06:39:48 Uhr auf „Vorwarnung“ (ein oranges Licht, darunter ein „V“).

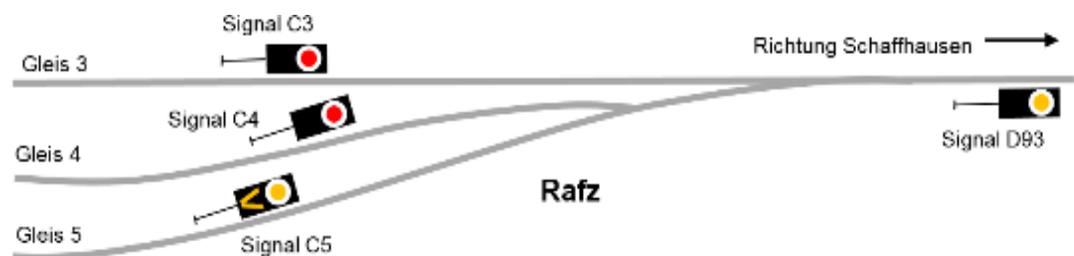


Abbildung 16: Signalschaltung Bahnhof Rafz, Ausfahrseite Richtung Schaffhausen am 20. Februar 2015 um 06:39:48 Uhr.

Um 06:39:48 Uhr wechselte in Rafz das Ausfahrsignal D93 von „Halt“ (ein rotes Licht) auf „Warnung“ (ein oranges Licht).

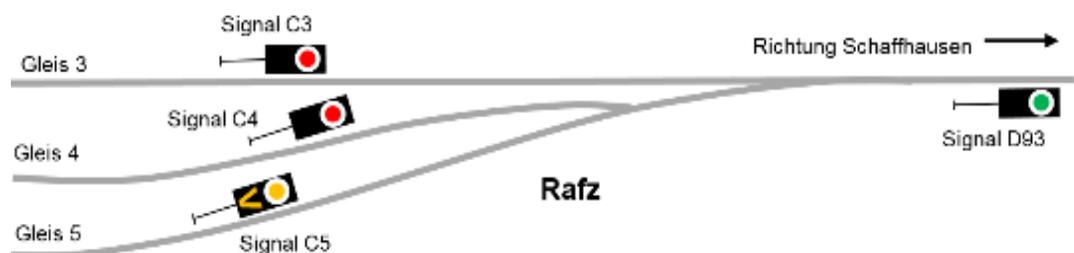


Abbildung 17: Signalschaltung Bahnhof Rafz, Ausfahrseite Richtung Schaffhausen am 20. Februar 2015 um 06:39:55 Uhr.

Um 06:39:55 Uhr wechselte in Rafz das Signal D93 auf „freie Fahrt“ (ein grünes Licht).

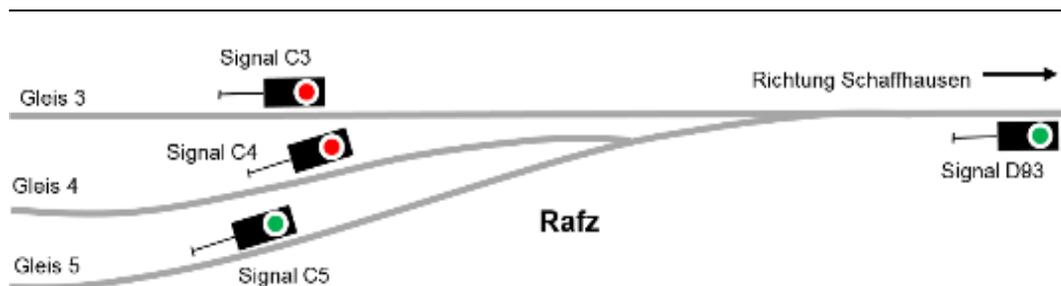


Abbildung 18: Signalschaltung Bahnhof Rafz, Ausfahrseite Richtung Schaffhausen am 20. Februar 2015 um 06:39:56 Uhr.

Um 06:39:56 Uhr wechselte in Rafz das Gleissignal C5 auf „freie Fahrt“ (ein grünes Licht).



Abbildung 19: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:40 Uhr.

Um 06:40 Uhr klappte der Lokführer der S-Bahn 18014 (③) die Rückspiegel aus und begann mit der standardisierten Prozedur mit der Bezeichnung „Geste métier“. Er meldete laut: „Die Ausfahrt ist offen, das ZUB ist gut, die Abfahrtszeit ist da, die Türen sind zu und die Ausfahrt ist offen.“

Der Lokführer in Ausbildung war noch mit den Fahrtvorbereitungen an seinem Arbeitsplatz beschäftigt. Er schaute hoch und erkannte, während er gleichzeitig noch das LEA einrichtete, ein grünes Licht zeigendes Signal und quittierte laut die Meldungen des Lokführers.

Der Lokführer hatte bei der Quittierung seiner Meldungen kein Zögern des Lokführers in Ausbildung wahrgenommen.



Abbildung 20: Situation Zugverkehr am 20. Februar 2015 um 06:30 Uhr.

Um 06:40 Uhr kreuzte der Interregio 2858 (①) Richtung Schaffhausen den entgegenkommenden Interregio 2859 (④) auf der zweigleisigen Strecke zwischen Hüntwangen und Rafz.

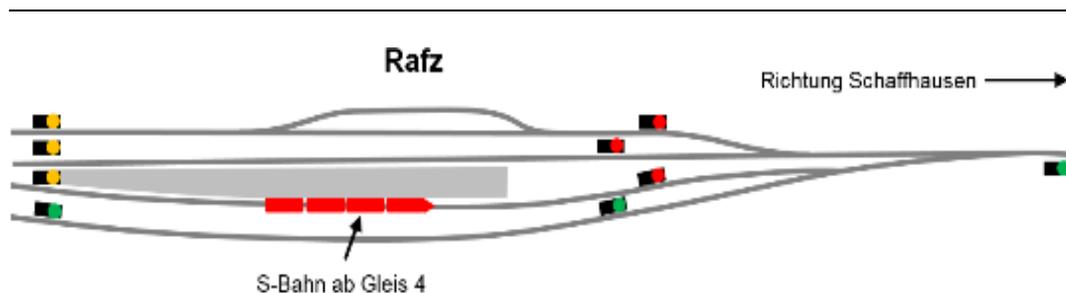


Abbildung 21: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:12 Uhr.

Um 06:40:12 Uhr fuhr die S-Bahn 18014 in Rafz aus Gleis 4 Richtung Schaffhausen ab und beschleunigte. Der Lokführer schaute die ersten Meter in die Rückspiegel, klappte diese danach ein.

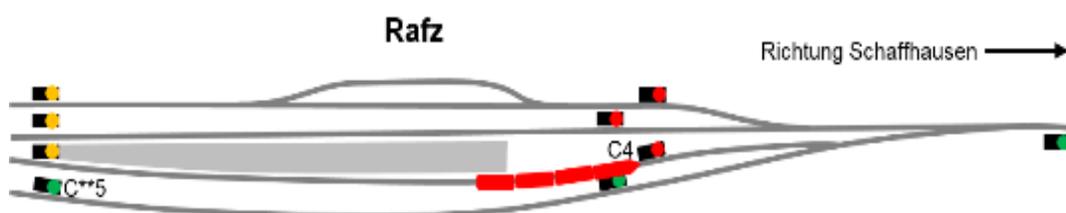


Abbildung 22: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:29 Uhr.

Um 06:40:29 Uhr wurde bei der S-Bahn 18014 am Gleisabschnittsignal C4 durch die Zugsicherung eine Zwangsbremmung ausgelöst. Die durch die Zugsicherung am Gleisabschnittsignal ausgelöste Zwangsbremmung beurteilte der Lokführer als Fehlansprechen.

Zu diesem Zeitpunkt war der Interregio 2858 im Bahnhofsbereich von Rafz, hatte aber das Wiederholungssignal C**5 noch nicht erreicht.

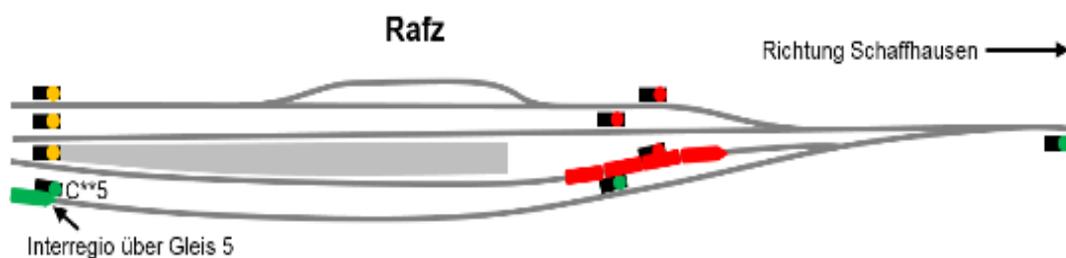


Abbildung 23: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:33 Uhr.

Um 06:40:33 Uhr befand sich die S-Bahn 18014 im Bremsvorgang. Zu diesem Zeitpunkt erreichte die Spitze des Interregio 2858 das Wiederholungssignal C**5.

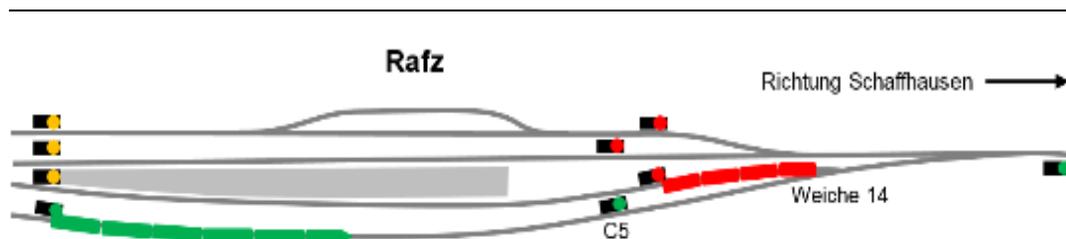


Abbildung 24: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:42 Uhr.

Um 06:40:42 Uhr kam die Zugspitze der S-Bahn 18014 vor dem Herzstück der Weiche 14 zum Stehen. Zu diesem Zeitpunkt war der Interregio 2858 noch vier Sekunden vom Gleisabschnittssignal C5 entfernt.

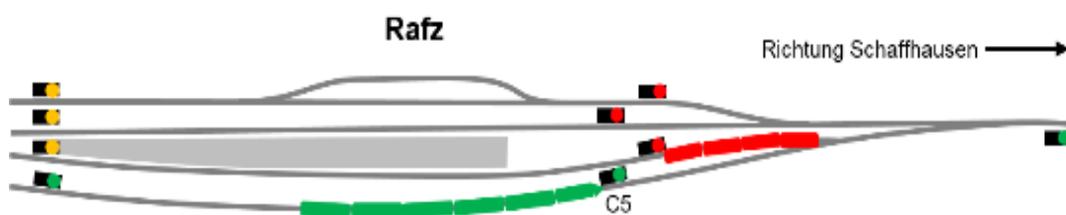


Abbildung 25: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:46 Uhr.

Um 06:40:46 Uhr war die Zugspitze des Interregio 2858 beim Gleissignal C5.

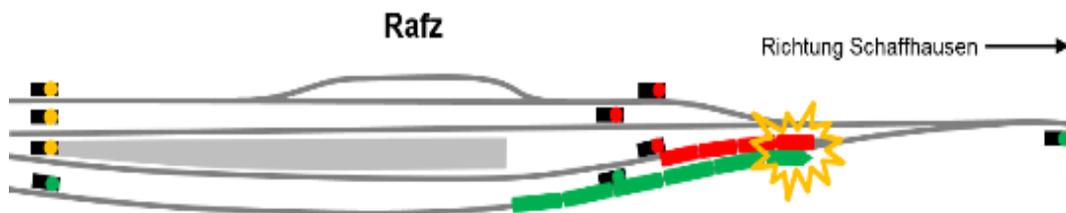


Abbildung 26: Situation Zugverkehr im Bahnhof Rafz am 20. Februar 2015 um 06:40:50 Uhr.

Um 06:40:50 Uhr kollidierte der Interregio 2858 seitlich mit der stehenden S-Bahn 18014 und entgleiste.

Die Lokomotive des Interregio wurde in Fahrtrichtung nach rechts aus dem Gleis gedrängt, schlifft dem Rand der Strassenunterführung „Rüdlingerstrasse“ entlang, riss mit der Frontseite einen Fahrleitungsmasten um und rutschte nach dem Ende der Unterführung weiter nach rechts neben das Bahntrasse auf einen parallel zu den Gleisen führenden Feldweg. Alle fünf Wagen des Interregio blieben unter sich und mit der Lokomotive gekuppelt, entgleisten aber ebenfalls nach rechts. Die drei vorderen Wagen gerieten dabei in Schräglage.

Die Fahrzeuge der S-Bahn entgleisten nicht.

Der Lokführer wie auch der Lokführer in Ausbildung der S-Bahn 18014 haben ihren Angaben zufolge zu keiner Zeit bewusst ein für ihre Zugfahrt gültiges, „Halt“ zeigendes Signal wahrgenommen.

Der Lokführer in Ausbildung (zugführend) des Interregio gab an, erst kurz vor der Kollision die Situation erkannt und eine Schnellbremsung eingeleitet zu haben.

Der Lokführer des Interregio (begleitend) hatte, bedingt durch die schweren Verletzungen, keine Erinnerung mehr an die Vorgänge an diesem Tag.

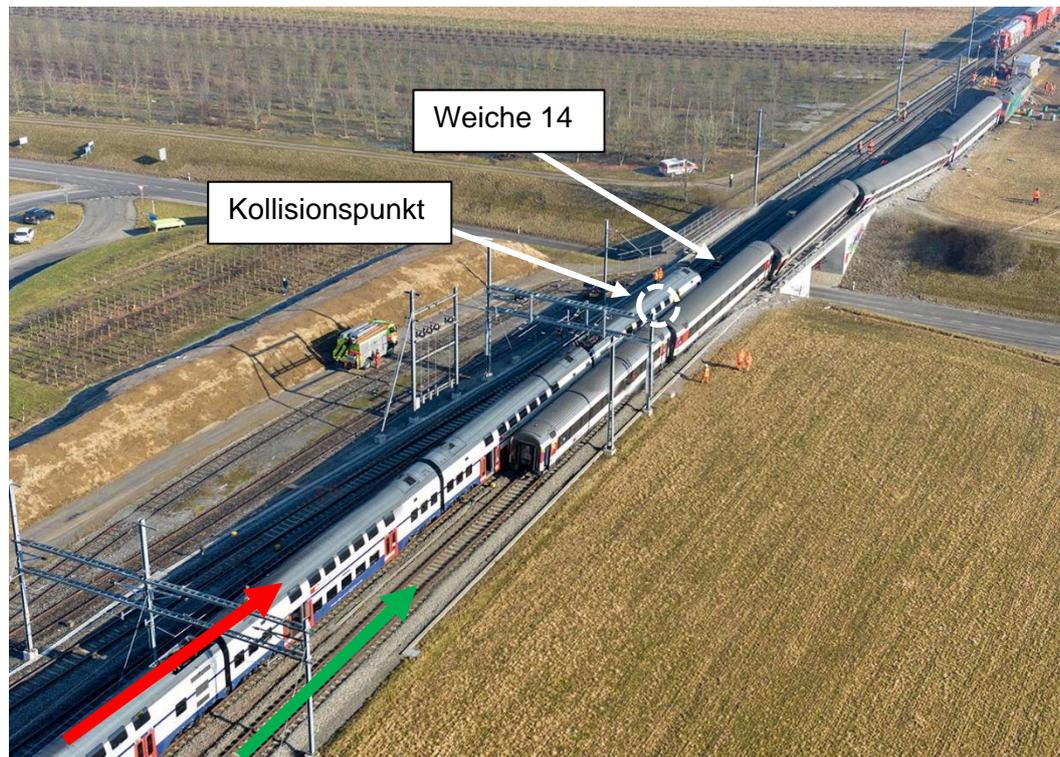


Abbildung 27: Luftaufnahme der Unfallstelle Bahnhof Rafz. Die Fahrtrichtung der S-Bahn ist in Rot eingezeichnet, mit grüner Farbe ist die Fahrtrichtung des Interregio dargestellt.

1.4 Schäden

1.4.1 Personen

Es wurden zwei Personen des Bahnpersonals schwer und vier Fahrgäste leicht verletzt.

1.4.2 Infrastruktur

Die Gleise mitsamt Unterbau über rund 150 m und eine Weiche, verschiedene Kabelkanäle und Kabel sowie die Fahrleitungen inkl. Mastfundamenten wurden beschädigt.

1.4.3 Fahrzeuge

An den beteiligten Fahrzeugen entstand grosser Sachschaden.

1.4.4 Dritte

Ein zum Unfallzeitpunkt durch die Strassenunterführung fahrendes Auto wurde durch herunterfallende Schottersteine beschädigt.

1.4.5 Umwelt

Aus der Lokomotive des Interregio floss eine grössere Menge Öl aus, das zum Teil in das Erdreich sickerte.

1.5 Beteiligte und betroffene Personen

1.5.1 Bahnpersonal

1.5.1.1 Lokführer auf der S-Bahn, zugführend

Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1960, Anstellung bei SBB AG, Personenverkehr Arbeitsort Zürich
Berechtigung	BAV ² -Ausweis Kategorie B
Letzte Befähigungsprüfung	Periodische Prüfung September 2010
Werdegang	Er begann die Ausbildung zum Lokführer im August 1988 und war danach Lokführer mit Arbeitsort Zürich. Bis Dezember 2014 war er in einer Gruppe mit fester Arbeitszuweisung eingeteilt, der die gleiche Arbeit zugeteilt war, wie die am Unfalltag zu leistende Arbeit. Dadurch hatte er diese Arbeit 2014 sieben Mal geleistet. Seit Dezember 2014 ist er nicht mehr der Gruppe, sondern wieder der Reserve mit flexibler Arbeitszuweisung zugeteilt. Er war bis 2014 auch als Lehrlokwührer tätig. Nach Änderung der Lokführerausbildung gab es die Aufgabe als Lehrlokwührer nicht mehr.

² Bundesamt für Verkehr

Arbeitszeiten vor dem Unfalltag	Die drei vorherigen Tage sahen wie folgt aus: Dienstag arbeitsfrei, Mittwoch Arbeit von 05:06 Uhr bis 15:29 Uhr, Donnerstag (Vortag zum Unfall) arbeitsfrei.
Arbeitsbeginn am Unfalltag	04:30 Uhr
Arbeitszeit bis zum Unfall	02:11 Std
Medizinische Feststellungen	Alkoholtest ergab 0.00 ‰.
1.5.1.2 Lokführer in Ausbildung auf der S-Bahn, begleitend	
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1993, Anstellung bei SBB AG, Personenverkehr Arbeitsort Zürich
Berechtigung	Er begann seine Ausbildung zum Lokführer im September 2014. Gemäss Ausbildungsstand darf er unter Begleitung Triebfahrzeuge in und ausser Betrieb setzen, noch keine Züge führen.
Werdegang	Er war in Ausbildung mit Arbeitsort Zürich seit Ausbildungsbeginn. Die nächste Prüfung zum Abschluss dieser Ausbildungsphase war wenige Tage nach dem Unfalltag vorgesehen. Er hatte die Strecke zwischen Bülach und Schaffhausen bisher drei Mal als Begleiter befahren. Die Abfahrt in Rafz aus Gleis 4 Richtung Schaffhausen war für ihn das erste Mal.
Arbeitszeiten vor dem Unfalltag	Die drei vorherigen Tage sahen wie folgt aus: Dienstag Arbeit von 08:00 Uhr bis 17:00 Uhr, Mittwoch Arbeit von 05:46 Uhr bis 14:39 Uhr, Donnerstag (Vortag zum Unfall) Arbeit von 04:39 Uhr bis 13:58 Uhr.
Arbeitsbeginn am Unfalltag	04:20 Uhr
Arbeitszeit bis zum Unfall	02:21 Std
Medizinische Feststellungen	Alkoholtest ergab 0.00 ‰.
1.5.1.3 Lokführer in Ausbildung auf dem Interregio, zugführend	
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1990, Anstellung bei SBB AG, Personenverkehr Arbeitsort Zürich
Berechtigung	Er begann die Ausbildung zum Lokführer im April 2014. Er darf gemäss Ausbildungsstand unter Begleitung alle Reisezüge führen.
Werdegang	Er war Lokführer in Ausbildung mit Arbeitsort Zürich seit Ausbildungsbeginn. Die nächste Prüfung zum Abschluss der Lokführerausbildung war wenige Tage nach dem Unfalltag vorgesehen.

Arbeitszeiten vor dem Unfalltag	Die drei vorherigen Tage sahen wie folgt aus: Dienstag Arbeit von 07:11 Uhr bis 17:09 Uhr, Mittwoch Arbeit von 08:00 Uhr bis 17:00 Uhr, Donnerstag (Vortag zum Unfall) Arbeit von 06:52 Uhr bis 13:58 Uhr.
Arbeitsbeginn am Unfalltag	04:35 Uhr
Arbeitszeit bis zum Unfall	02:06 Std
Medizinische Feststellungen	Alkoholtest ergab 0.00 ‰.
1.5.1.4 Lokführer auf dem Interregio, begleitend	
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1965, Anstellung bei SBB AG, Personenverkehr Arbeitsort Zürich
Berechtigung	BAV-Ausweis Kategorie B
Werdegang	Er begann seine Ausbildung zum Lokführer im März 1990 und war danach Lokführer mit Ar- beitsort Zürich.
Arbeitszeiten vor dem Unfalltag	Die drei vorherigen Tage sahen wie folgt aus: Dienstag arbeitsfrei, Mittwoch Arbeit von 07:20 Uhr bis 14:57 Uhr, Donnerstag (Vortag zum Unfall) Arbeit von 06:11 Uhr bis 16:11 Uhr.
Arbeitsbeginn am Unfalltag	04:30 Uhr
Arbeitszeit bis zum Unfall	02:11 Std
Medizinische Feststellungen	Alkoholtest ergab 0.00 ‰.
1.5.1.5 Fahrdienstleiter, BZ Ost, Sektor Winterthur, betreute den Bahnhof Rafz	
Person	Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1974, Anstellung bei SBB AG, Infrastruktur Arbeitsort Zürich Flughafen
Letzte Befähigungsprüfung	2010
Werdegang	Sein Eintritt bei den SBB erfolgte im August 1990. In der jetzigen Funktion verfügt er über neun Erfahrungsjahre.
Arbeitszeiten vor dem Unfall- tag	Die zwei vorherigen Tage sahen wie folgt aus: Mittwoch arbeitsfrei und Donnerstag (Vortag zum Unfall) Arbeitende um 11:35 Uhr.
Arbeitsbeginn am Unfalltag	04:00 Uhr
Arbeitszeit bis zum Unfall	02:41 Std
Medizinische Feststellungen	Keine

- 1.5.1.6 Zugpersonal Interregio
Ein Zugchef SBB AG, Personenverkehr, Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1962;
Eine Reisezugbegleiterin SBB AG, Personenverkehr, Französische Staatsangehörige, Jahrgang 1974.
- 1.5.2 **Verletzte Reisende**
Eine Reisende, Afghanische Staatsangehörige, Jahrgang 1987;
Eine Reisende, Türkische Staatsangehörige, Jahrgang 1970;
Ein Reisender, Italienischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1979;
Ein Reisender, Schweizer Staatsangehöriger, Jahrgang 1968.
- 1.5.3 **Drittpersonen**
Ein Automobilist (Auto beschädigt bei Benutzung Strassenunterführung), Italienischer Staatsangehöriger, Jahrgang 1976.
- 1.6 **Beteiligte und betroffene Unternehmen**
- 1.6.1 **Infrastruktur**
SBB AG, Infrastruktur.
- 1.6.2 **Transportunternehmung**
SBB AG, Personenverkehr.
- 1.6.3 **Fahrzeugeigentümer Schienenfahrzeuge**
SBB AG, Personenverkehr.
- 1.7 **Infrastruktur**
- 1.7.1 **Bahnanlage**
- 1.7.1.1 Vorhandene Gleise und Perrons
Der Bahnhof Rafz liegt auf der Linie von Zürich über Bülach nach Schaffhausen zwischen den Bahnhöfen Hüntwangen und Lottstetten. Von Hüntwangen her führt eine zweigleisige Strecke mit Wechselbetrieb bis nach Rafz. Nach Rafz wird die Strecke Richtung Schaffhausen eingleisig weitergeführt.
Der Bahnhof Rafz weist fünf Gleise auf. Für Zugfahrten stehen die Gleise 2 bis 5 zur Verfügung. Über Gleis 1 können keine Zugfahrstrassen eingestellt werden. Haltende Reisezüge benutzen die Gleise 3 und 4, wo eine Perronlänge von 320 m und ein schienenfreier Zugang für die Fahrgäste vorhanden sind. Das Gleis 5 führt an keinem Perron vorbei (Anlage 1).
Das von der S-Bahn benutzte Gleis 4 und das vom Interregio befahrene Gleis 5 führen Richtung Schaffhausen zuerst in der Weiche 14 zusammen, danach folgt die Ausfahrweiche 15, worauf die eingleisige Strecke folgt. Nach dem Perronende Richtung Schaffhausen führen die Gleise 4 und 5 in eine leichte, nach links beginnende S-Kurve.

Die Bahnhofsbeleuchtung wird über einen Dämmerungssensor automatisch ein- und ausgeschaltet. Der Perronbereich war ausgeleuchtet.

1.7.1.2 Signalisierung in Fahrtrichtung Schaffhausen

Die Signalisierung für Rangierfahrten erfolgt mit Zwergsignalen. Die Signalisierung für Zugfahrten erfolgt mit dem Signalsystem Typ N. Alle Hauptsignale sind jeweils an einem eigenen Mast angebracht. Die Leuchtstärke der Lichtsignale ist mit einer Tag-/Nachtumschaltung ausgerüstet, die automatisch über einen Dämmerungssensor gesteuert wird.

In Fahrtrichtung Schaffhausen sind keine Fahrtstellungsmelder vorhanden.

1.7.1.3 Signalstandorte in Fahrtrichtung Schaffhausen

Die Hauptsignale sind jeweils je Gleis in unterschiedlich gestaffelter Distanz aufgestellt. Vom Abfahrtsort der Zugspitze der S-Bahn in Gleis 4 ist das zugehörige Gleisabschnittsignal C4 in einer Entfernung von rund 150 m aufgestellt. Vom gleichen Standort aus ist das zum rechts davon liegenden Gleis 5 zugehörige Gleisabschnittsignal C5 etwa 125 m entfernt. Ebenfalls vom gleichen Standort aus ist zwischen den beiden Signalen C4 und C5 in einer Entfernung von rund 530 m das Ausfahrtsignal D93 sichtbar.

Die Gleisabschnittsignale C4 und C5 sind links, das Ausfahrtsignal D93 rechts vom jeweiligen Gleis aufgestellt.

Vom Standort der Zugspitze der S-Bahn sind die beiden nächsten Zwergsignale 4A für Gleis 4 und 5A für Gleis 5 rund 210 m und somit 60 m weiter als das Hauptsignal C4 entfernt. Die Zwergsignale 4A und 5A sind links vom jeweiligen Gleis aufgestellt.

1.7.2 **Stellwerk**

1.7.2.1 Beschreibung

Die Gleisanlagen sind in einer Sicherungsanlage „elektronisches Stellwerk Typ Elektra 2 Schweiz“ zentralisiert.

Die Sicherungsanlage umfasst:

- das Ortsstellwerk in Rafz (im Nebengebäude)
- die Kommunikationseinrichtungen
- den Relais- bzw. Rechnerraum im Nebengebäude
- die Aussenanlage (Zwergsignale, Gleisfreimeldeeinrichtung usw.)
- die Vor- und Hauptsignale mit Signalsystem Typ N inkl. Zugbeeinflussung
- die Fernsteuerung über Iltis durch die BZ Zürich Flughafen, Kloten

Von der Fernsteuerung aus sind sämtliche Bedienungen möglich. In Rafz sind alle Hauptsignale mit automatischem Signalbetrieb (ASB) ausgerüstet.

1.7.3 Ausrüstung mit Zugbeeinflussung

Die Ausrüstung der Zugbeeinflussung erfolgte für die etappenweise Inbetriebnahme 2009 und 2010 nach dem Risikoansatz gemäss dem Dokument „Standard Zugbeeinflussung – Ausrüstung in Migrationsphase ETCS“ vom 1. Juli 2006 (D I-BA Z38) und nach dem Dokument „Projektierungsregeln LEU, Eurobalisen und Euroloops für Zugbeeinflussung“ vom 24. Oktober 2008 (D I-ST-ZB Z43).

Alle Hauptsignale sind mit Eurobalisen ausgerüstet. Mehrere Signale sind zusätzlich mit Euroloop ausgerüstet. Der Loop im Gleis 4 reicht vom Gleisabschnittsignal C4 auf einer Länge von 200 m zurück. Im Gleis 5 reicht der Loop vom Gleisabschnittsignal C5 um 300 m zurück.

Es sind keine technischen Systeme vorhanden, die eine Abfahrt von startenden Zügen beeinflussen.

1.8 Fahrzeuge

1.8.1 Übersicht

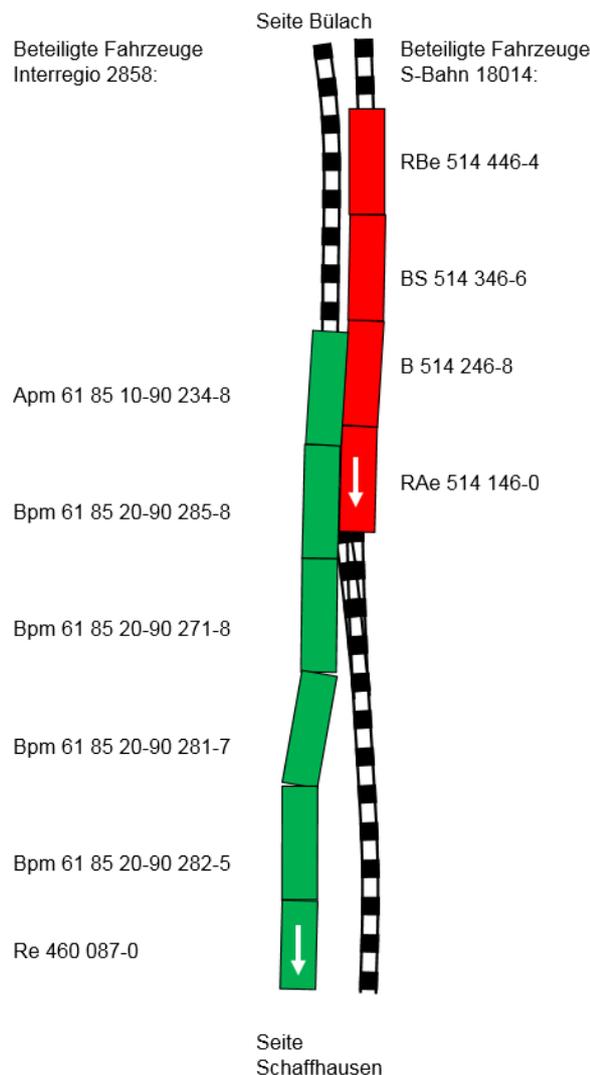


Abbildung 28: Auflistung der beteiligten Schienenfahrzeuge; der weisse Pfeil zeigt die Fahrtrichtung.

1.8.2 S-Bahn

1.8.2.1 Beschreibung

Die S-Bahn bestand aus vier zu einem Triebzug fest miteinander gekuppelten Fahrzeugen. Der Triebzug verkehrte mit einer Zug- und Bremsreihe von R 150 %, einer Länge von 100 m und einer Masse von 230 t.

1.8.2.2 Sicherungssystem

Der Triebzug der S-Bahn ist mit einer elektronischen Sicherheitssteuerung, der automatischen Zugsicherung sowie mit der Zugbeeinflussung ZUB ausgerüstet. Die Sende- und Empfangsantenne für die Zugbeeinflussung befindet sich sieben Meter hinter der Zugspitze.

1.8.2.3 Feststellungen

Alle Bremsen waren eingeschaltet.

Die Zugsicherungssysteme waren alle eingeschaltet. Im Heft „Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen“ waren für den betreffenden Tag diejenigen Teile visiert, die im Stillstand des Fahrzeugs kontrolliert wurden. Gemäss den Eintragungen wurden am Tag zuvor alle Einrichtungen kontrolliert.

Im Bordbuch, in dem der Reparaturbedarf vermerkt wird, waren keine Eintragungen vorhanden, die auf einen aktuellen Mangel hinwiesen.

Im Führerstand Seite Schaffhausen waren alle Bedienelemente ausgeschaltet.

1.8.3 Interregio

1.8.3.1 Beschreibung

Der Interregio bestand aus sechs Fahrzeugen, verkehrte mit einer Zug- und Bremsreihe von R 135 %, einer Länge von 151 m und einer Masse von 310 t.

1.8.3.2 Sicherungssystem

Das Triebfahrzeug des Interregio ist mit einer elektronischen Sicherheitssteuerung, der automatischen Zugsicherung sowie mit der Zugbeeinflussung ZUB und ETCS ausgerüstet.

1.8.3.3 Feststellungen

Alle Bremsen waren eingeschaltet. Der Betriebsartschalter auf der Lokomotive stand auf Stellung „N“. Die Bremsumstellhebel standen beim zweitvordersten Wagen auf Stellung „R“, bei den anderen vier Wagen auf Stellung „R+MG“.

Die Zugsicherungssysteme waren alle eingeschaltet. Im Heft „Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen“ waren für den betreffenden Tag diejenigen Teile visiert, die im Stillstand des Fahrzeugs kontrolliert wurden. Gemäss den Eintragungen wurden am Tag zuvor alle Einrichtungen kontrolliert.

Im Bordbuch, in dem der Reparaturbedarf vermerkt wird, waren keine Eintragungen vorhanden, die auf einen aktuellen Mangel hinwiesen.

Auf der Lokomotive stand der Fahrschalter (Einstellen der Zug- und Bremskraft) am Beginn zur elektrischen Bremsstellung, der v-Regler stand in etwa zwei Drittel seines möglichen Weges und das Führerbremsventil stand in der Schnellbremsstellung.

1.9 Kommunikation

Es fanden um den Unfallzeitpunkt keine fernmündlichen Gespräche statt.

1.10 Auswertung der Datenaufzeichnungen

1.10.1 Fahrdatenschreiber

1.10.1.1 Fahrdaten der S-Bahn

Der Triebzug der S-Bahn ist mit einem elektronischen Aufzeichnungsgerät für die Fahrdaten ausgerüstet.

Der Datenaufzeichnung des elektronischen Stellwerks kann entnommen werden, dass die Kollision um 06:40:50 Uhr erfolgte. Die verfügbaren Fahrdaten des Triebzugs sind zu dieser Referenz zeitlich um zwei Sekunden verschoben.

Nach der Korrektur der Werte um diese zwei Sekunden lässt sich feststellen, dass die S-Bahn um 06:40:12 Uhr abfuhr und bis zum Gleisabschnittsignal C4 auf 59 km/h beschleunigte. Bei Vorbeifahrt am Gleisabschnittsignal C4 hat das Zugsicherungssystem mit Funktion „Halt“ (EuroSIGNUM via Eurobalise) um 06:40:29 Uhr angesprochen und eine Zwangsbremmung ausgelöst. Der Zug bzw. die Zugspitze kam um 06:40:42 Uhr und 99 m nach dem Gleisabschnittsignal C4 zum Stillstand.

1.10.1.2 Fahrdaten des Interregio

Das Triebfahrzeug des Interregio ist mit einem elektronischen Aufzeichnungsgerät für die Fahrdaten ausgerüstet.

Bei einer Entgleisung verlieren die Räder den Kontakt und die Wegmessung erfolgt mit gestörter Datenaufzeichnung. Das lässt keine gesicherte Auswertung der Daten zu.

Zur Bestimmung der Fahrgeschwindigkeit bis zur Kollision wurden die Daten des ZUB-Geräts beigezogen.

Der Datenaufzeichnung des elektronischen Stellwerks kann entnommen werden, dass die Kollision um 06:40:50 Uhr erfolgte. Die verfügbaren ZUB-Daten des Interregio sind zu dieser Referenz zeitlich um eine Minute und sieben Sekunden verschoben.

Nach der Korrektur der Werte um diese eine Minute und sieben Sekunden lässt sich feststellen, dass der Interregio um 06:40:33 Uhr am Wiederholungssignal C**5 und um 06:40:46 Uhr am Gleisabschnittsignal C5 vorbeifuhr.

Der Interregio fuhr im Bereich der vorgenannten Signale konstant mit einer Geschwindigkeit von 110 km/h. Mit dieser Geschwindigkeit traf die Zugspitze des Interregio etwa 120 m oder 4 Sekunden nach dem Signal C5 seitlich auf die S-Bahn.

1.10.2 Stellwerkdaten

Die Stellwerkdaten werden elektronisch aufgezeichnet und in einem Logfile zur Verfügung gestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die Anlage bis zum Unfallzeitpunkt störungsfrei in Betrieb stand (Zeitangaben bei den Sekunden inkl. Tausendstelsekunden).

Das Signal C4 wurde das letzte Mal angesteuert am Vortag, 19. Februar 2015, um 19:52:50,547 Uhr. Es blieb bis 19:52:50,562 Uhr auf „Geschwindigkeits-Ausführung 90 km/h“ bzw. wechselte zu diesem Zeitpunkt auf „Halt“ (ein rotes Licht). Die

Stellung auf „Halt“ blieb bis über den Unfallzeitpunkt am 20. Februar 2015 hinaus unverändert. Das bedeutete für die abfahrbereite S-Bahn keine Zustimmung zur Fahrt.

Das Signal C5 ging um 06:39:47,097 Uhr auf „Warnung“, um 06:39:47,937 Uhr, auf „Vorwarnung“ und um 06:39:56,985 Uhr auf „freie Fahrt“ (ein grünes Licht). Das bedeutete für den durchfahrenden Interregio freie Fahrt mit einer an dieser Stelle erlaubten Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h.

1.10.3 Gesprächsaufzeichnung

Es fanden um den Unfallzeitpunkt keine fernmündlichen Gespräche statt.

1.10.4 Video

In allen Fahrzeugen der S-Bahn sind jeweils mehrere Kameras vorhanden.

Die Daten dienen der Rekonstruktion und Plausibilisierung des Unfallablaufs.

1.10.5 Aufzeichnung der Ist-Verkehrszeiten

Die effektiven Fahrzeiten der Züge werden aufgezeichnet und in einer grafischen Darstellung zur Verfügung gestellt.

Die Daten dienen der Rekonstruktion des Unfallablaufs.

1.11 Besondere Untersuchungen

1.11.1 Wetter, Schienenzustand

Die Morgendämmerung hatte noch nicht eingesetzt. Es war Neumond. Es gab leichten Bodennebel, wobei die Sicht laut Aussagen der Lokführer nicht beeinträchtigt war. Die Temperatur lag um den Gefrierpunkt, es gab keinen sichtbaren Niederschlag, doch bildete sich Reif in der Umgebung.

Zum Schienenzustand liegen keine Angaben vor.

1.11.2 Vermessung der Unfallstelle

Der Unfall-Fotodienst der Kantonspolizei Zürich (Kapo ZH) erstellte einen 2-D-Plan aus den Messdaten des 3-D-Scanners. Daraus ist ersichtlich:

- Die Zugspitze der S-Bahn befand sich 107 m nach dem Gleisabschnittsignal C4.
- Der Interregio kollidierte 120 m nach dem Gleisabschnittsignal C5 seitlich mit der S-Bahn.
- Die Zugspitze des Interregio kam 120 m nach der Kollision zum Stehen.

1.11.3 Besichtigungsfahrt

Die S-Bahn 18014 ist der einzige Zug, der fahrplanmässig in Rafz ab Gleis 4 Richtung Schaffhausen abfährt. Nach Ausführung unfallbedingter Instandstellungsarbeiten an der Gleisanlage machte die SUST in Zusammenarbeit mit der Kapo ZH eine Woche nach dem Unfall eine Fahrt aus Sicht des Lokführers. Begleitet wurden am 27. Februar 2015 der Dienstzug 28821 von Schaffhausen nach Rafz und die S-Bahn 18014 von Rafz nach Schaffhausen. Schwerpunkt bildeten die Arbeiten und der Zeitaufwand bis zur Abfahrbereitschaft beim Fahrtrichtungswechsel in Rafz, die Sicht auf die Signalisierung ab Abfahrtsort in Gleis 4 und die Überwachung durch das Zugüberwachungssystem ZUB.

Die Ankunft der Vergleichsfahrt in Rafz erfolgte wie vorgesehen fahrplanmässig um 06:26 Uhr. Zehn Minuten später, um 06:36 Uhr, und vier Minuten vor der fahrplanmässigen Abfahrtszeit war der Lokführer nach allen dazu nötigen Tätigkeiten bereit für die Abfahrt Richtung Schaffhausen.

Der Sitzplatz für den Begleiter ist in Fahrtrichtung rechts im Führerstand und in Längsrichtung etwa beim Übergang vom Frontfenster zum Wagenkasten. Um freie Sicht zu haben, muss der Körper nach links geneigt werden (Abbildung 29).

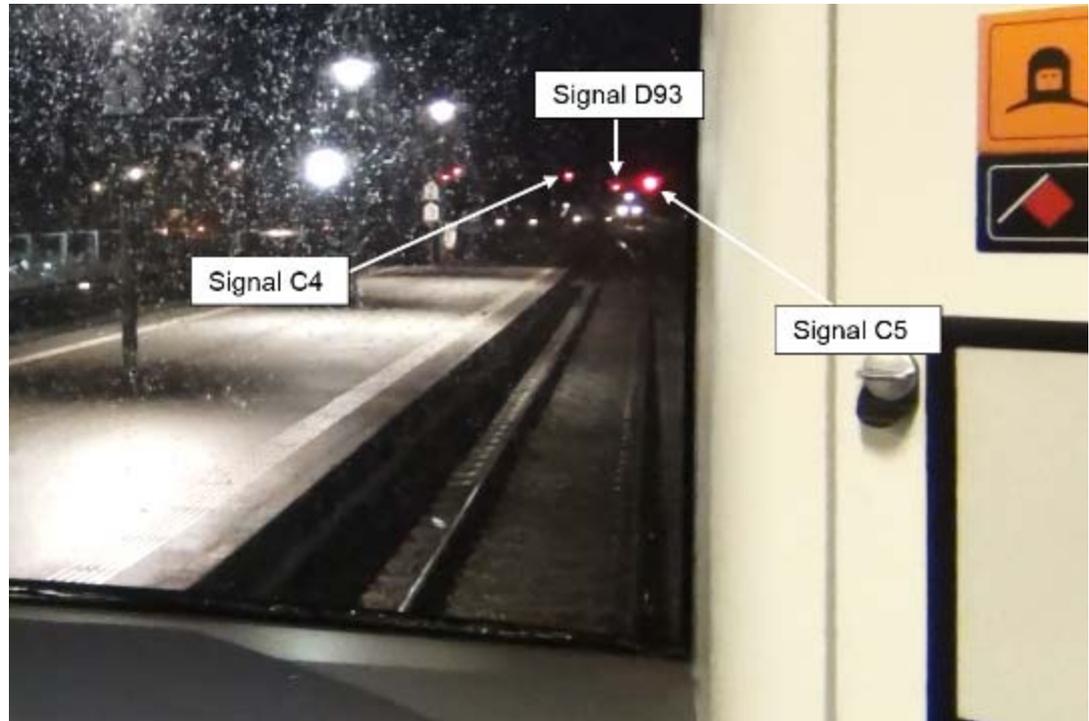


Abbildung 29: Sicht aus dem Führerstand der abfahrtsbereiten S-Bahn vom Platz des Begleiters aus.

Der Lokführersitz befindet sich in der Mitte des Führerstands.



Abbildung 30: Sicht aus dem Führerstand der abfahrtsbereiten S-Bahn vom Platz des Lokführers aus.

Der Arbeitsplatz des Lokführers in der Mitte des Führerstands bietet eine gute Sicht auf das Geschehen. Der Arbeitsplatz des Begleiters auf der rechten Seite des Führerstands umfasst eine ungefederte, feste Sitznische mit minimaler Polsterung. Die Sicht von der Sitznische aus ist eingeschränkt (Abbildung 29). Die Arbeitsmittel sind nach links versetzt auf einer Fläche des Führertisches zu positionieren.

Der Perronbereich ist ausgeleuchtet. Der Bereich der Signalstandorte ist unbeleuchtet.

Das Abschnittssignal C5 zeigte eine höhere Lichtintensität als die weiteren Signale.

Nach der Bereitstellung des Zuges zeigte die ZUB-Anzeige im Führerstand „8888“ (Abbildung 31). Beim Überfahren der Eurobalisen beim Abschnittssignal C4 wechselte die Anzeige auf „90“.



Abbildung 31: ZUB-Anzeige der abfahrtsbereiten S-Bahn 18014.

1.11.4 Gleisbenutzung der Züge in Rafz im Vorfeld zum Unfall

Die Zugslage war am Morgen des 20. Februar 2015 zwischen Bülach und Schaffhausen beeinträchtigt. Die Züge verkehrten mit einigen Minuten Verspätung.

- Zug 19726, Abfahrt 06:19 Uhr mit vier Minuten Verspätung, benutzte in Rafz Gleis 3 Richtung Schaffhausen;
- Zug 18521, Abfahrt 06:31 Uhr mit zwölf Minuten Verspätung, benutzte in Rafz Gleis 3 Richtung Bülach;
- Zug 28821, Ankunft 06:33 Uhr mit sieben Minuten Verspätung, benutzte in Rafz Gleis 4 von Schaffhausen her (wendete für die spätere S-Bahn Richtung Schaffhausen);
- Zug 2859, Durchfahrt 06:39 Uhr mit zehn Minuten Verspätung, benutzte in Rafz Gleis 3 Richtung Bülach;
- Zug 2858, Durchfahrt 06:40 Uhr mit zehn Minuten Verspätung, benutzte in Rafz Gleis 5 Richtung Schaffhausen.

Der Interregio 2859 wurde auf der zweigleisigen Strecke Richtung Bülach zwischen Rafz und Hüntwangen in Fahrtrichtung auf dem rechten (nördlichen) Gleis geführt. Der in entgegengesetzter Richtung nach Schaffhausen fahrende Interregio 2858 wurde zwischen Hüntwangen ebenfalls in Fahrtrichtung auf dem rechten (südlichen) Gleis geführt.

1.11.5 Fahrtstellung Gleisabschnittssignal C5 trotz Verletzung der Fahrstrasse

Die S-Bahn stand nach der Zwangsbremmung im Lichtraumprofil der Fahrstrasse für den Interregio. Es wurde abgeklärt, weshalb durch die Verletzung der Interregio-Fahrstrasse die Hauptsignale für den Interregio nicht auf „Halt“ zurückstellten.

Eine sogenannte Profilisolierung bzw. ein Profil-Gleisfreimeldeabschnitt im Bereich der Weichenschenkel einer Weiche ermöglicht das Erkennen einer Verletzung der Fahrstrasse durch andere Fahrzeuge und das Zurückstellen der Signale auf „Halt“. Bei einer Verletzung einer Zugfahrt wird über die Zugsicherung bei einem nahenden Zug im geeigneten Fall eine Zwangsbremmung ausgelöst.

In Rafz weist die Weiche 14 keine Profilisolierung auf.

Wird eine Weiche mit dem falschen Befahren von der Wurzel her aufgeschnitten, d. h. die Weichenzungen werden aus ihrer Endlage gebracht, wird das Hauptsignal sofort auf „Halt“ gestellt.

1.11.6 Gestaltung und Nutzung Gleisanlage Rafz

1.11.6.1 Umbau Bahnhof Rafz

Im März 2008 reichte die SBB AG beim BAV verschiedene Unterlagen u. a. zum Ausbau zu einer zweigleisigen Strecke zwischen Hüntwangen und Rafz sowie zum Umbau des Bahnhofs Rafz ein und beantragte die Durchführung eines ordentlichen Plangenehmigungsverfahrens. Die Bauten waren Teil der Umsetzung des Bundesgesetzes über den Anschluss der Ost- und Westschweiz an das europäische Eisenbahn-Hochleistungsnetz (HGV-Anschluss-Gesetz).

Das BAV prüfte, ob die Eisenbahnanlage den technischen Vorschriften der Eisenbahngesetzgebung entsprach. Mit der Plangenehmigung stellte das BAV im März 2009 fest, dass die Unterlagen die Erstellung einer vorschriftskonformen Baute erlaubten.

Bis 2009 war beidseits des Bahnhofs Rafz eine eingleisige Strecke vorhanden und der Bahnhof hatte drei Durchgangsgleise und ein Stumpengleis. Ab 2009 wurde

Rafz als funktional gleichwertiger Ersatz von einer Stellwerkanlage Typ Do55o (Relaisstellwerk ohne Rangierfahrstrassen) auf ein Elektra 2 umgebaut. Im August 2010 erfolgten die Inbetriebnahme der zweigleisigen Strecke auf Seite Hüntwangen und zusätzlicher Blockabschnitte in beiden Richtungen sowie der Ausbau von Gleis 4 als Durchgangsgleis und ein zusätzliches Gleis 5.

Die Ausrüstung der Zugbeeinflussung erfolgte für die gestaffelte Inbetriebnahme 2009 und 2010 nach dem Risikoansatz gemäss SBB-interner Regelung „Standard Zugbeeinflussung – Ausrüstung in Migrationsphase ETCS“ vom 1. Juli 2006 (D I-BA Z38).

1.11.6.2 Flankenschutz Seite Schaffhausen

In Rafz finden Rangierbewegungen allenfalls im Zusammenhang mit Bautätigkeiten sporadisch statt. Auf die Ausrüstung der Anlage mit Schutzweichen oder Entgleisungsmittel wurde verzichtet.

1.11.6.3 Durchrutschweg

Die mögliche Einfahrtgeschwindigkeit von Bülach her in das Gleis 4 in Rafz beträgt höchstens 90 km/h. In Rafz ist in Gleis 4 Richtung Schaffhausen ab dem Gleisabschnittsignal C4 bis zum Gefahrenpunkt vor der Weiche 14 ein Durchrutschweg von 60 m vorhanden.

1.11.6.4 Nutzungsänderungsprozess

Damit veränderte Verhältnisse in der Nutzung der Bahnanlage einer Risikobewertung unterzogen werden, besteht bei der beteiligten Infrastrukturbetreiberin der sogenannte Nutzungsänderungsprozess. Gemäss diesem sind Abhängigkeiten gegeben, die eine Nutzungsänderung einer Anlage erst möglich macht, wenn alle Kriterien begutachtet sind und die verantwortlichen Stellen ihre Zustimmung gegeben haben.

Gemäss Aussagen von SBB AG, Infrastruktur, Fahrplan und Netzdesign, besteht seit rund drei Jahren ein neu überarbeiteter Nutzungsänderungsprozess. Netzweit erstmals gestartet wurde dieser überarbeitete Nutzungsänderungsprozess im Sommer 2012. Mit der Nutzung des Prozesses erfolgten in den Folgejahren Anpassungen und Ergänzungen an dieser Regelung. Die Prüfung auf Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung floss im August 2013 ein.

Der Start eines Nutzungsänderungsprozesses erfolgt in der Regel mit einem Vorlauf von einem bis drei Jahren vor der betrieblichen Umsetzung. Meist startet der Prozess um die zwei Jahre vor dem Beginn der Produktion der geänderten Leistung. Anhand einer Matrix wird entschieden, ob der Nutzungsänderungsprozess eingeleitet wird.

Falls aufgrund einer Nutzungsänderung das Risikopotenzial für einen Gefahrenpunkt steigt und zusätzliche Zugbeeinflussungspunkte gebaut werden müssen, so kann dies mit einem vereinfachten Verfahren, genannt „Konzentriertes Planen und Bauen“ (KPB) erfolgen.

Bis zum Fahrplanwechsel im Dezember 2013 existierte die S-Bahn 18014 ab Rafz nicht. Seither verkehrt der Dienstzug von Schaffhausen nach Rafz und wendet hier für die Fahrt als S-Bahn zurück nach Schaffhausen.

Für das Wenden von Zug 28821 auf Zug 18014 in Rafz ab Fahrplanwechsel im Dezember 2013 wurde der Nutzungsänderungsprozess nicht angewandt.

Dem momentanen Nutzungsänderungsprozess werden ausschliesslich kommende Nutzungsänderungen unterworfen. Bereits vorbestehende Situationen werden nicht systematisch nachgeprüft.

1.11.7 Prozess Signalaufstellung

Bei der Planung von Um- oder Neubauten werden für die Signalaufstellung die Vorgaben nach den Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung (AB-EBV, Stand 01.07.2014) berücksichtigt. Das beinhaltet unter anderem die Signalisierung der möglichen Fahrgeschwindigkeiten entsprechend der Gleisgeometrie, Bremswege oder Sichtzeiten der Signale vor Vorbeifahrt, aber auch Halteorte der Züge, Zugfolgezeiten und Streckenkapazität.

Das Projekt wird zur Prüfung dem Bereich Fahrdynamik von SBB Infrastruktur vorgelegt. Seit 2015 wird in prüfungswerten Fällen vor Ort mit Signalattrappen die Aufstellung bewertet und beschlossen. Dazu werden die hauptsächlich auf der betroffenen Strecke verkehrenden Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) eingeladen. In den Entscheid wird eine risikoorientierte Betrachtung einbezogen. Zur Einhaltung von Sichtzeiten können Massnahmen wie Tiefhaltung der Geschwindigkeit oder nötigenfalls eine Ausnahmegewilligung durch die Aufsichtsbehörde BAV in Betracht kommen.

Nach der Erstellung der Bauten vor Ort erfolgt eine Abnahme jedes Signals. Dazu werden die hauptsächlich auf der betroffenen Strecke verkehrenden EVU erneut eingeladen. Die Abnahme erfolgt unter Einsatz von Checklisten und wird protokolliert.

Der Bereich Fahrdynamik erhält wöchentlich eine Auflistung über die Signalfälle (Zug- und Rangiersignale), die sich ereignet haben. Die Auflistung wird nach Auffälligkeiten analysiert und es erfolgen gegebenenfalls Abklärungen.

Es besteht ein regelmässig stattfindender Austausch zwischen dem Bereich Fahrdynamik und den hauptsächlich auf der SBB-Infrastruktur verkehrenden EVU (Plattform Signalisierung PLASI). Hier werden diverse Fälle und Grundsätzliches diskutiert. Eskalationsstufe der PLASI ist der Bereich Unternehmenssicherheit.

Für Meldungen aus dem laufenden Betrieb (Bäume zurückschneiden, verändert wahrgenommene Leuchtstärke, Verdeckungen durch neue Objekte usw.) besteht ein koordinierter Meldeweg über eine zentrale Stelle.

Zu den Signalen in Rafz sind bis zum Unfalltag keine Meldungen eingegangen.

1.11.8 Ausbildung zum Lokführer

Die Dauer der Ausbildung zum Lokführer bei SBB Personenverkehr dauert 46 Wochen (inkl. Ferien). Diese Zeit ist in 5 Phasen aufgeteilt. Die Ausbildung ist auf den Tag genau geplant und umfasst eine hohe Dichte an Informationsvermittlung.

Der Lokführer in Ausbildung als Begleiter auf der S-Bahn stand im Ausbildungsablauf am Ende der Phase 4, wenige Tage vor der Prüfung seiner bisherigen Kenntnisse. Zum Unfallzeitpunkt war er in der 26. Ausbildungswoche und seit rund zehn Wochen (in dieser Zeit noch zwei Wochen Ferien) im Praxiseinsatz zum Erwerb von Strecken- und Bahnhofkenntnissen.

Der Lokführer in Ausbildung auf dem Interregio stand kurz vor Ende der Ausbildung und wenige Tage vor der Fähigkeitsprüfung.

Der Lokführer der S-Bahn absolvierte eine fast zweijährige Ausbildung. Als der Lokführer in seiner Ausbildung die Aufgaben zur Inbetriebnahme von Streckentriebfahrzeugen ausführte, war er bereits über ein Jahr im Führerstand tätig und hatte zwei Prüfungen über seine Kenntnisse und Fähigkeiten abgelegt.

1.11.9 **Wendezeit für die S-Bahn**

Das Verkehrsunternehmen stützt sich bei der Gestaltung der Lokführer-Dienstpläne auf eine Arbeitsanweisung mit vorgegebenen Referenzzeiten. Für das Wenden der beteiligten S-Bahn in Rafz durch einen einzigen Lokführer ist eine Richtzeit von fünf Minuten vorgegeben. Ergänzt ist diese Richtzeit mit dem Hinweis, dass diese Zeit im Bedarfsfall unterschritten werden kann.

Im Dienstplan ist für die wendende S-Bahn in Rafz eine sich aus der fahrplanmässig Ankunfts- und Abfahrtszeit ergebende Wendezeit von 14 Minuten geplant.

1.12 **Vorgaben**

1.12.1 **Regelungen zur Reduktion von Kollisionsrisiken**

Nach Art. 39.3.a der AB-EBV sind Kollisionsrisiken von Zugfahrten und Rangierbewegungen mit zu spät bremsenden oder entlaufenen Schienenfahrzeugen auf ein akzeptables Mass zu begrenzen. Flankenfahrten können durch Schutzweichen, Entgleisungsmittel oder Zugbeeinflussung verhindert werden.

Zudem sind Risiken, die durch einen über das Ende der Fahrstrasse hinausfahrenden Zug entstehen, mit einem Durchrutschweg hinter dem Ende der Fahrstrasse zu reduzieren. Die Bemessung des Mindestdurchrutschwegs ist abhängig von der möglichen Einfahrtgeschwindigkeit.

Die AB-EBV verlangen eine Risikoanalyse für alle voraussehbaren Gefährdungen, die zu einem Unfall führen können. Unter anderem ist als Gefährdung die seitliche Kollision von Schienenfahrzeugen genannt (Art. 39.2 AB-EBV). Sicherungsanlagen sind so auszulegen, dass Kollisionsrisiken von Zugfahrten mit zu spät bremsenden Fahrten auf ein akzeptables Mass begrenzt werden (Art. 39.3.a Ziff. 4 AB-EBV).

Für Zugfahrten ist mindestens eine Zugbeeinflussung mit punktueller Überwachung einzusetzen. Auf eingleisigen Strecken sowie Strecken mit dichter Signalfolge und Geschwindigkeiten über 80 km/h, wie im Fall von Rafz, ist eine Zugbeeinflussung mit kontinuierlicher Überwachung einzusetzen. Bei einer Abweichung von diesen Vorgaben muss die Infrastrukturbetreiberin über ein Konzept verfügen, das die zu erwartenden Gefährdungen berücksichtigt und aufzeigt, wie die Risiken auf ein akzeptables Mass begrenzt werden (Art. 39.3.c AB-EBV).

SBB Infrastruktur richtet sich bei der Beurteilung der Risiken für die Ausrüstung der Bahnanlagen mit einer Zugbeeinflussung bei startenden und wendenden Zügen nach dem Dokument „Einsatz von Zugbeeinflussungssystemen auf optisch signalisierten Strecken“ (R I-20027).

Die Regelung R I-20027 wurde erstmals im Juli 2010 in Kraft gesetzt. Nach Versionen vom Februar 2011 und Februar 2012 wurde zum Zeitpunkt des Unfalls die Version 4-0 der R I-20027 vom Mai 2014 angewendet.

Die Anwendung einer Abfahrverhinderung wurde und wird in allen Versionen ähnlich verlangt: Bei geringer Häufigkeit eines wendenden Zuges und wenn eine eingleisige Strecke folgt, darf nur dann auf eine Abfahrverhinderung verzichtet werden, wenn zwischen dem Signal und dem Gefahrenpunkt eine Mindestdistanz eingehalten wird.

Die Regelung R I-20027 verlangt bei 150 m Distanz von der abfahrbereiten Zugspitze bis zum Signal eine nachfolgende Mindestdistanz von 170 m bis zum Gefahrenpunkt.

Für die Planung des Umbaus von Rafz war die Regelung R I-20027 noch nicht vorhanden. Basis für die Ausrüstung mit Zugbeeinflussung bildete das Dokument „Standard Zugbeeinflussung – Ausrüstung in Migrationsphase ETCS“ vom 1. Juli 2006 (I-BA Z38) Gemäss dieser Regelung wurde in Rafz auf die Ergänzung der Zugbeeinflussung mit einer Abfahrverhinderung verzichtet, da zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme (2010) Richtung Schaffhausen keine fahrdienstlich unbegleitete startenden oder wendenden Züge vorgesehen waren. Richtung Bülach waren solche Züge vorgesehen, doch hier bietet die Gleisanlage die Möglichkeit, Weichen in Schutzstellung zu bringen und somit Kollisionen mit anderen Fahrten zu vermeiden.

1.12.2 Gegenseitige Meldepflicht im Führerstand

Die FDV³, R 300.13, Ziffer 3.2.4, verlangen das gegenseitige Melden der Stellung von Signalen zwischen dem Lokführer und dem Lokführer in Ausbildung. Es ist nicht vorgegeben, welcher der beiden zuerst meldet und wer die Ansagen des Ersten bestätigt.

SBB Personenverkehr gibt ihren Auszubildenden die Anweisung, dass der Lokführer in Ausbildung zuerst melden soll. Zu finden ist diese Anweisung in einem Handbuch, das den angehenden Lokführern zu Beginn ihrer Ausbildung abgegeben wird und gewünschte Verhaltensregeln aufzeigt.

1.12.3 Standardisierte Prozedur „Geste métier“

Zu verschiedenen wiederkehrenden Handlungen hat das Verkehrsunternehmen standardisierte Vorgaben verfasst und das Lokpersonal entsprechend geschult. Die Vorgaben werden „Geste métier“ genannt. Zu jedem wiederkehrenden Handlungsablauf besteht eine eigene „Geste métier“.

Die „Geste métier“ zur Abfahrt eines Zuges soll verschiedene Ziele erreichen:

- Verhindern einer Abfahrt bei „Halt“ zeigendem Signal;
- Verhindern einer Abfahrt mit offenen Türen;
- Verhindern einer Durchfahrt beim nächsten (vorgeschriebenen) Halt;
- Verhindern einer Zwangsbremmung durch das Zugsicherungssystem „ZUB“.

Dazu sind sieben Punkte abzuarbeiten:

- Zug steht am Perron, nächster Halt wird mit lauter Stimme gemeldet (Ausgangslage);
- Zugehöriges Signal zeigt „Fahrt“;
- „ZUB“-Anzeige beachten;
- Abfahrtszeit/Abfahrerlaubnis;
- Türen geschlossen;
- Zugehöriges Signal zeigt „Fahrt“;
- Abfahren.

1.12.4 Abfahrverhinderung

Die Migration der Zugbeeinflussung im Schweizerischen Normalspur-Eisenbahnnetz basierend auf ETCS Level 1 Limited Supervision (L1LS) ist im Gang und soll laut Richtlinie des BAV bis Dezember 2017 erfolgt sein. Im Zuge dieser Migration

³ Schweizerische Fahrdienstvorschriften, Stand 01.01.2015

soll die Gelegenheit genutzt werden, allfällig vorhandene unzulässige Sicherheitsrisiken zu senken. Bei Abweichungen haben die Infrastrukturbetreiber die Risiken aller Abschnitte systematisch zu analysieren und zu bewerten.

Im Falle der Infrastrukturbetreiberin der Bahnanlage Rafz gilt die Regelung R I-20027 als Grundlage einer Risikobewertung. Die Regelung R I-20027 legt fest, wann eine Abfahrverhinderung eingesetzt werden soll. In welcher Art, also mit welchen technischen Mitteln eine Abfahrverhinderung umgesetzt wird, richtet sich nach dem Dokument „Projektierungsregeln LEU, Eurobalisen und Euroloops für Zugbeeinflussung“ (I-50115).

Im Grundsatz richtet sich ein Entscheid danach, dass das Risiko insgesamt nicht verschlechtert wird. In spezifischen Situationen verhindert die technische Machbarkeit die Einrichtung einer Abfahrverhinderung. Im Einzelfall kann es zu Situationen kommen, wonach die Sicherheit bezüglich Abfahrt für einzelne Züge zwar erhöht, jedoch für zahlreiche durchfahrende Züge verschlechtert würde. In der Risikobetrachtung kann somit der Entscheid auch gegen eine Abfahrverhinderung für einzelne Züge ausfallen.

Es besteht keine grundsätzliche Pflicht, lückenlos Abfahrverhinderungen zu installieren. Die Notwendigkeit für eine Abfahrverhinderung basiert auf der Risikobetrachtung der Infrastrukturbetreiberin.

1.13 Beschreibung technische Systeme

1.13.1 Zugbeeinflussungssystem

Das Zugbeeinflussungssystem erlaubt die Überwachung einer Bremseinsatzkurve. Die Bremseinsatzkurve gibt in Abhängigkeit der gefahrenen Geschwindigkeit und des noch verfügbaren Wegs den Zeitpunkt vor, bei dem mit einer Schnellbremsung noch vor dem Gefahrenpunkt angehalten werden kann. Das System besteht aus einem Fahrzeuggerät und den Eurobalisen (Sendeeinrichtung zwischen den Schienen), die in der Regel im Gleis beim Zugsignal vorhanden ist. Die Eurobalisen übermitteln dem Zug beim Überfahren Daten zur nachfolgenden Strecke, zur erlaubten Fahrgeschwindigkeit, zur Stellung des momentanen und des nächsten Signals (sofern ein Vorsignal am gleichen Mast vorhanden ist) und der als Nächstes zu erwartenden Zugbeeinflussungsausrüstung. Das Fahrzeuggerät verarbeitet die Daten der Eurobalisen mit den eingegebenen Zugdaten (Stärke der Bremsen, Länge des Zuges usw.) zu einer Bremseinsatzkurve. Soll z. B. ein Halt am nächsten Signal erfolgen, nimmt die Bremseinsatzkurve stetig ab bis zum Stillstand. Wird die Bremseinsatzkurve überschritten, greift das System mit Warnungen und nötigenfalls mit einer Zwangsbremmung ein.

Gerade bei S-Bahn-Zügen, die am normalen Halteort auf allen Bahnhöfen anhalten, sind die Distanzen bis zum kommenden Signal zum Teil ausgedehnt. Auch wenn das nachfolgende Signal durch Wechsel von „Halt“ auf Fahrtstellung die Weiterfahrt erlaubt, verlangt das Zugbeeinflussungssystem noch das Anhalten davor. Die nächsten Eurobalisen für die Angabe, dass das Signal die Fahrt erlaubt, befinden sich erst wieder beim Signal. Damit mit normaler Geschwindigkeit weitergefahren werden kann, benötigt das Fahrzeuggerät eine neue Information der bodenseitigen Zugbeeinflussungsausrüstung. Das wird erreicht, indem man vom kommenden Signal dem Gleis entlang zurück bis zum Abfahrtsort des Zuges ein Strahlenkabel verlegt, über das die Informationen gesendet werden. Dieses Kabel wird Loop genannt.

Ein Loop strahlt seine Signale in einem erweiterten Bereich ab. Bei mehreren nebeneinanderliegenden und jeweils mit Loop ausgerüsteten Gleisen überlagern

sich die Signale. Das Fahrzeuggerät kann den geltenden Loop nur dann identifizieren, wenn vorgelagerte Eurobalisen die Information übertragen haben, dass ein Loop zu erwarten ist und unter welcher „Adresse“ dieser sendet. Hat das Fahrzeuggerät keine Information von Eurobalisen erhalten, können die Signale eines Loops nicht zugeordnet und folglich keine Bremsenkurve errechnet werden.

1.13.2 ZUB-Anzeige „8888“

Nach Inbetriebnahme des Führerstands und erfolgreicher Eingabe der Zugdaten erscheint die ZUB-Anzeige „8888“. Bei dieser Anzeige wird durch das ZUB die zuvor mittels Zugdaten eingegebene Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge überwacht. Da das Fahrzeug noch keine Eurobalise überfahren und somit noch keine infrastrukturseitigen Daten empfangen hat, kann keine weitere Überwachung erfolgen.

Mit der ZUB-Anzeige „8888“ besteht keine Information über die Stellung des nachfolgenden Signals und über eine signalisierte oder über den Dienstfahrplan vorgeschriebene Geschwindigkeitsvorgabe.

Technisch ist es auch möglich, dass die ZUB-Anzeige im Störfall nicht den tatsächlichen Überwachungszustand wiedergibt.

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Beurteilungen zu den Fahrzeugen

2.1.1.1 S-Bahn

Die Auswertung der Fahrdaten zeigt einen Bremsweg von 99 m. Der rein rechnerisch ermittelte Bremsweg unter Berücksichtigung der gefahrenen Geschwindigkeit, des Bremsverhältnisses und der Neigung der Strecke ergibt einen maximalen Wert von 107 m. Daraus lässt sich schliessen, dass die Bremsung mit der maximalen Bremsleistung erfolgte und somit die Bremsen einwandfrei funktionierten.

Die Empfangsantenne für die Zugbeeinflussung befindet sich beim vordersten Fahrzeug hinter dem in Fahrtrichtung vorderen Drehgestell. Die Zugspitze befand sich nach dem Stillstand somit nicht 99 m nach dem Auslösepunkt der Zwangsbremmung, sondern etwa 7 m weiter. Durch die seitliche Kollision wurde der Triebzug zusätzlich leicht verschoben. Bei der Vermessung des Schadenplatzes stand die Zugspitze der S-Bahn 107 m nach dem Gleisabschnittsignal C4.

2.1.1.2 Interregio

Die Schnellbremsung wurde kurz vor der Kollision eingeleitet. Der rein rechnerisch ermittelte Bremsweg unter Berücksichtigung der gefahrenen Geschwindigkeit, des Bremsverhältnisses und der Neigung der Strecke ergibt einen maximalen Wert von 424 m. Hervorgerufen durch die Kollision und die Entgleisung ergab sich ein viel kürzerer Bremsweg. Die Zugspitze stand 120 m nach dem Kollisionspunkt.

2.1.2 ZUB-Anzeige „8888“

Die ZUB-Anzeige „8888“ kann suggerieren, dass das folgende Signal nicht „Halt“ zeigt. Bei diesem Überwachungszustand ist unabhängig von der folgenden Signalstellung eine Abfahrt mit grösstmöglicher Beschleunigung möglich. Im Fall der Abfahrt der S-Bahn in Rafz wurde bis zum Auslösen der Zwangsbremmung durch die Zugsicherung am Signal C4 eine Geschwindigkeit von 59 km/h erreicht. Trotz maximaler Bremsverzögerung wurde danach die S-Bahn nicht mehr vor dem Gefahrenpunkt zum Stillstand gebracht.

2.1.3 Sicherheitssysteme

Die Sicherheitssysteme haben normal funktioniert.

2.1.3.1 Zugbeeinflussungssystem bei der S-Bahn

Die S-Bahn kam vorgängig als Dienstzug in Rafz an. Daraufhin wurde die Fahrtrichtung gewechselt und der Führerraum Seite Schaffhausen in Betrieb genommen. Bei der Abfahrt der S-Bahn hatte das Fahrzeuggerät im Vorfeld noch keine Informationsübertragung einer Zugbeeinflussungsausrüstung erhalten. Der Zug stand zwar auf einem Loop, doch fehlte dem System noch die Information, um welchen Loop es sich handelte.

Das Fahrzeuggerät kann bei einem wendenden Zug erst wieder eine Bremsseinsatzkurve überwachen, wenn Eurobalisen überfahren werden. Die nächsten Eurobalisen für die in Rafz aus Gleis 4 startende S-Bahn befanden sich beim Gleisabschnittsignal C4. Dort hat beim Überfahren das Zugbeeinflussungssystem wegen des „Halt“ zeigenden Signals eine Zwangsbremmung ausgelöst.

2.1.3.2 Zugbeeinflussungssystem beim Interregio

Der Interregio war für seine Fahrt unter steter Überwachung durch das Zugbeeinflussungssystem. Entsprechend der eingestellten, freien Zugfahrstrasse war der Interregio auf die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 125 km/h überwacht und es wurde keine Zwangsbremung ausgelöst.

2.1.4 Fahrtstellung Gleisabschnittsignal C5 trotz Verletzung der Fahrstrasse

Das Vorhandensein von Profilisolierungen bzw. Profil-Gleisfreimeldeabschnitten ist in Anlagen mit Zwergsignalen grundsätzlich nicht vorgesehen. Die Zugspitze der S-Bahn kam vor dem Herzstück zum Stehen. Die Weiche 14 wurde nicht aufgeschnitten. Somit wurden die Signale für den Interregio nicht auf „Halt“ zurückgestellt.

Als die S-Bahn vor dem Herzstück der Weiche 14 zum Stehen kam, war der Interregio bereits am Wiederholungssignal C**5 vorbeigefahren. Wenn die Weiche 14 mit einer Profilisolierung bzw. einem Profil-Gleisfreimeldeabschnitt versehen gewesen wäre oder wenn die S-Bahn die Weiche aufgeschnitten hätte, wäre der Interregio beim Befahren des Euroloop zum Signal C5, der eine Länge von 300 m aufweist, durch eine Zwangsbremung abgebremst worden.

Bei einem rechnerisch ermittelten Bremsweg von 424 m wäre die Kollision höchstens mit einer geringen Geschwindigkeit oder möglicherweise gar nicht erfolgt.

2.2 Betriebliche Aspekte

2.2.1 Flankenschutz Seite Schaffhausen

Sehr geringe Häufigkeit von Rangierbewegungen und der Schutz der Zugfahrten über eine geschwindigkeitsabhängige Zugsicherung ermöglichen nach den gängigen Vorgaben den Verzicht auf die Ausrüstung der Anlage mit Schutzweichen oder Entgleisungsmittel.

2.2.2 Durchrutschweg

Für die Einfahrtgeschwindigkeit von höchstens 90 km/h von Bülach her in das Gleis 4 in Rafz ist der verlangte Mindestdurchrutschweg von 60 m vorhanden. Der Durchrutschweg ist für einfahrende, bereits abbremsende Züge gedacht, die nicht vor dem Ausfahrtsignal halten können und „darüber rutschen“.

Die abfahrende und beschleunigte S-Bahn konnte jedoch bis zum Signal eine Geschwindigkeit erreichen, für die ein Durchrutschweg von 60 m nicht mehr ausreicht.

2.2.3 Abfahrverhinderung

Die S-Bahn 18014 ist von Montag bis Freitag täglich der einzige Zug, der planmässig in Rafz aus Gleis 4 Richtung Schaffhausen startet. Es folgt jedoch eine eingleisige Strecke. Nach der Regelung R I-20027 sind deshalb die Distanzen vom Abfahrtsort der Zugspitze bis zum Gleisabschnittsignal C4 sowie nach dem Signal bis zum Gefahrenpunkt (Punkt, wo es effektiv zur Kollision kommen kann) zu betrachten. Die Distanz vom Abfahrtsort der Zugspitze der S-Bahn in Gleis 4 bis zum Gleisabschnittsignal C4 betrug 150 m. Nach dem Signal muss somit bis zum Gefahrenpunkt eine Mindestdistanz von 170 m vorhanden sein.

Bei der S-Bahn wurde am Signal C4 eine Zwangsbremmung ausgelöst, durch die sie nach 99 m zum Stillstand kam und dort bereits über den Gefahrenpunkt hinausgefahren war. Die Mindestdistanz von 170 m nach dem Signal C4 bis zum Gefahrenpunkt war somit nicht vorhanden.

Insofern ist nach der Regelung R I-20027 eine technische Abfahrverhinderung zu prüfen.

Für die aus Gleis 4 Richtung Schaffhausen startende S-Bahn sprechen die technische, die betriebliche und die risikoorientierte Betrachtung nicht gegen eine Erhöhung der Sicherheit durch die Installation einer Abfahrverhinderung.

2.2.4 Nutzungsänderungsprozess

Die Wende des Dienstzugs auf die S-Bahn 18014 in Rafz erfolgte ab Fahrplanwechsel Dezember 2013. Mit dem zu erwartenden Vorlauf für den Start eines Nutzungsänderungsprozesses wäre dessen Beginn um den Jahreswechsel 2011/2012, spätestens ab Frühling 2012 angefallen.

Nach der ersten Version der damaligen Beurteilungsmatrix vom Sommer 2012 erfüllte die Situation von Zug 18014 nicht genügend Kriterien, um dem Prozess unterworfen zu werden.

Der Zug 18014 wurde deshalb vom im Sommer 2012 eingeführten und erst ein Jahr später um die Abfahrverhinderung ergänzten Nutzungsänderungsprozess nicht mehr erfasst. Die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung wurde nicht geprüft.

Im Grunde wird das Risiko nicht erhöht, wenn bereits bestehende Situationen belassen werden. Es wird jedoch auch nicht verbessert und bestehende Mängel werden nicht erkannt.

Die heute angewendete Version des Nutzungsänderungsprozesses ist in der Lage, eine künftige Situation mit einer Zugswende, wie diejenige von Rafz, zu erfassen und auf die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung zu beurteilen.

2.2.5 Gleisbenutzung der Züge in Rafz im Vorfeld des Unfalls

Wegen der Zuglage mit Verspätungen wurden die zulässigen Möglichkeiten der Bahnanlage genutzt und die Kreuzung der beiden Interregio 2859 Richtung Zürich und 2858 Richtung Schaffhausen in die zweigleisige Strecke zwischen Rafz und Hüntwangen disponiert. Damit konnte die Kreuzung der Züge ohne weitere Verzögerung stattfinden. Das bedingte, die beiden Züge in der zweigleisigen Strecke in ihren Fahrtrichtungen auf das jeweils rechte Gleis und folglich den Zug 2858 in Rafz über Gleis 5 zu leiten.

2.2.6 Planung der Wendezeit

Der Lokführer in Ausbildung stand wegen der Verspätung unter Zeitdruck. Er benötigte für das Wenden der S-Bahn in Rafz sieben Minuten. Der Lokführer bei der Vergleichsfahrt vom 27. Februar 2015 benötigte ohne Zeitdruck zehn Minuten. Beide benötigten Zeiten sind länger als die für die Gestaltung der Dienstpläne vorgegebenen fünf Minuten (die im Bedarfsfall noch gekürzt werden dürfen). Die nach Dienstplan für die wendende S-Bahn vorgesehene Wendezeit beträgt 14 Minuten.

Insofern hatte die Vorgabe einer Mindestzeit von fünf Minuten im vorliegenden Fall keinen direkten Einfluss auf den Unfallablauf.

2.3 Menschliche Aspekte

2.3.1 Diensttauglichkeit der beteiligten Personen

Es gibt keine Anhaltspunkte für eine eingeschränkte Diensttauglichkeit der beteiligten Personen.

2.3.2 Einflüsse bei der Signalinterpretation

2.3.2.1 Sicht auf die Signale für die S-Bahn

Die Zugspitze der S-Bahn stand etwa 60 m vor dem Perronende zur Abfahrt bereit. Der Perronbereich war ausgeleuchtet. In der Unfallnacht war Neumond und die Morgendämmerung hatte Ende Februar um 06:40 Uhr noch nicht eingesetzt, so dass die Umgebung zur Unfallzeit sehr dunkel war. Das ergab eine starke Abgrenzung zwischen dem ausgeleuchteten Bereich der Abfahrtsstelle zum Bereich der Signalstandorte.

Durch die nach links beginnende leichte S-Kurve nach dem Perron stehen die Signale nach links versetzt zur direkten Blickrichtung des Lokführers. Bei helleren Lichtverhältnissen lässt sich die Zuordnung eines Signals anhand des nach unten zum Gleis hinführenden Signalmastes gut erkennen. Zum Unfallzeitpunkt war jedoch im Dunkel bleibenden Bereich ausser den Lichtern mehrerer Signale nichts zu erkennen.

Genau in gerader Blickrichtung aus Gleis 4, in dem die S-Bahn stand, ist das Ausfahrtsignal D93 sichtbar. Rechts davon ist das für den Interregio geltende Signal C5 und links davon das für die S-Bahn geltende Signal C4 zu sehen. Dabei ist das Licht des Signals C5 seitlich etwa über der rechten Schiene, das Licht des Signals D93 seitlich über der linken Schiene von Gleis 4 positioniert. Das eigentlich für Gleis 4 geltende Signal C4 ist wegen der leichten Linkskurve fast eine Gleisbreite seitlich weiter links versetzt sichtbar (Abbildungen 32 und 33).

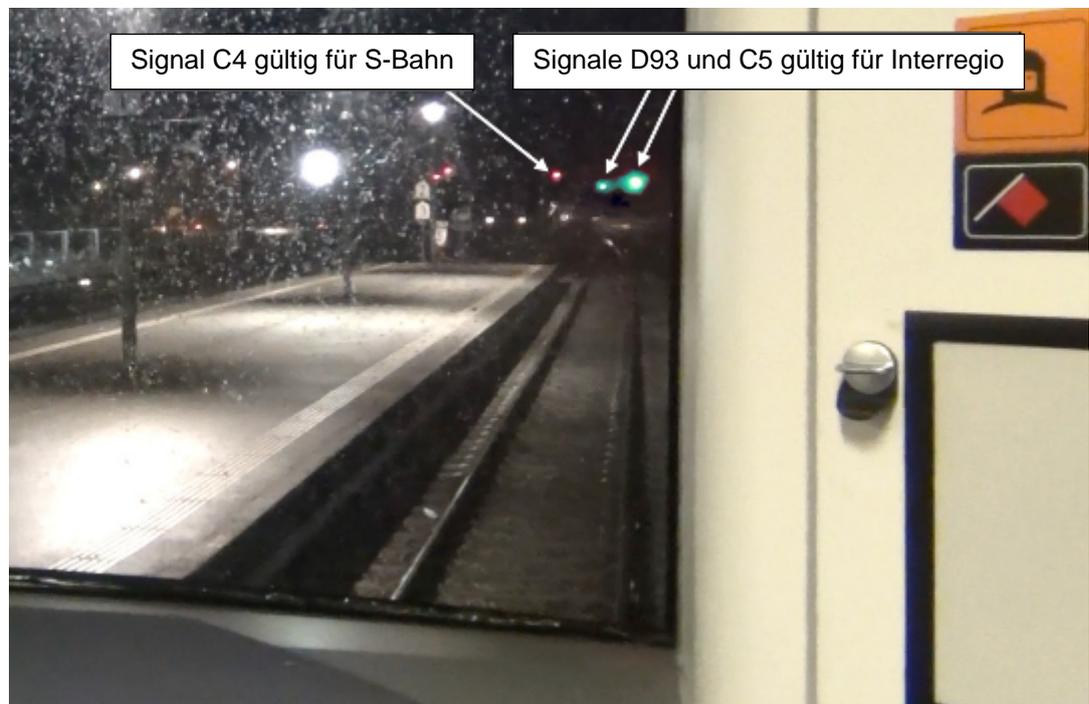


Abbildung 32: Mutmassliche Sicht aus dem Führerstand der abfahrtsbereiten S-Bahn vom Platz des Lokführers in Ausbildung aus: Stellung der Signale kurz vor Abfahrt der S-Bahn. (von Abbildung 29 durch SUST bearbeitet für „freie Fahrt“ zeigende Signale und ohne Gegenzug).



Abbildung 33: Mutmassliche Sicht aus dem Führerstand der abfahrtsbereiten S-Bahn vom Platz des Lokführers aus: Stellung der Signale kurz vor Abfahrt der S-Bahn. (von Abbildung 30 durch SUST bearbeitet für „freie Fahrt“ zeigende Signale).

Vom Abfahrtsort der S-Bahn aus konnten in gerader Blickrichtung nach vorne die grünen Lichter leicht als zugehörig zum befahrenen Gleis 4 betrachtet werden.

Das für die S-Bahn nicht geltende Signal C5 wurde unabhängig vom angezeigten Signalbild mit deutlich höherer Lichtstärke gegenüber den anderen Lichtsignalen wahrgenommen. Das zog eine zwar beiläufige, aber stete Aufmerksamkeit der beiden Lokführer auf sich. Die Lokführer der S-Bahn nahmen beiläufig eine Fahrtstellung dieses Signals wahr, während sie noch mit den letzten Vorbereitungen für die Abfahrt beschäftigt waren.

2.3.2.2 Abweichung vom üblichen Betriebsablauf

Bei fahrplanmässigem Verkehren der Züge stehen für den Wechsel der Fahrtrichtung und der Bereitstellung der S-Bahn Richtung Schaffhausen 14 Minuten Zeit zur Verfügung. In dieser Zeit wird das Gleis 3 in Rafz von zwei Zügen befahren: dem Interregio Richtung Bülach, kurz darauf um 06:30 Uhr der Interregio Richtung Schaffhausen. Bis zur fahrplanmässigen Abfahrt der S-Bahn um 06:40 Uhr erfolgt planmässig keine weitere Fahrt Richtung Schaffhausen. Wenn bei pünktlicher Zuglage zur Abfahrtszeit ein Signal Richtung Schaffhausen „Fahrt“ zeigt, ist es in der Regel gültig für die S-Bahn.

Am Unfalltag wies die Zuglage Verspätungen auf. Die Disposition der Züge bot die Möglichkeit einer Überholung der abfahrtsbereiten S-Bahn durch den Interregio. Dabei musste er über Gleis 5 und konnte nicht wie üblich über Gleis 3 geleitet werden. Die Freigabe der Fahrstrasse für den Interregio erfolgte kurz vor der fahrplanmässigen Abfahrtszeit der S-Bahn. Die Signale C5 und D93 gingen in etwa zur üblichen Uhrzeit auf „Fahrt“, bei der im planmässigen Verkehr die Signale C4 und D93 für die S-Bahn auf „Fahrt“ gestellt werden (06:40 Uhr). Kurz zuvor (06:39 Uhr) war gerade der entgegenkommende Interregio 2859 durchgefahren. Oft muss auf eingleisigen Strecken der entgegenkommende Zug abgewartet werden, danach

geht das eigene Signal auf Fahrt. Dass nach der Durchfahrt des entgegenkommenden Interregio und kurz vor der Abfahrtszeit ein Signal Richtung Schaffhausen auf Fahrt ging, war insofern für die Lokführer der S-Bahn ein erwarteter Ablauf.

Mit rund sieben Minuten war die S-Bahn in einer deutlich kürzeren Zeit, als anlässlich der Vergleichsfahrt vom 27. Februar 2015 beobachtet, bereitgestellt zur Abfahrt. Dabei führte der Lokführer in Ausbildung die Bereitstellung aus. Grundsätzlich konnte diese gerade noch rechtzeitig vor der planmässigen Abfahrtszeit geschafft werden. Der Lokführer hatte soeben Platz auf dem Lokführersitz genommen und hatte die Einrichtung seiner Arbeitsmittel fertiggestellt, als die Signale für den Interregio auf „Fahrt“ stellten. Da war der Lokführer in Ausbildung nach seinem Wechsel an den Platz des Begleiters noch mit dem Einrichten seiner Arbeitsmittel beschäftigt und nicht bereit für die Abfahrt.

2.3.2.3 Zusammenarbeit im Führerstand

Die erfahrenen Lokführer haben kaum einen Bezug zum Ausbildungsablauf angehender Lokführer. Sie zehren von den eigenen Erfahrungen während der eigenen Ausbildung. Die veränderten Anforderungen und Vorgaben sind ihnen wenig bekannt. Umgekehrt kennen die heutigen Lokführer in Ausbildung die früheren Anforderungen und Ausbildungsabläufe nicht.

Die Ausbildung der Lokführer bringt es mit sich, dass sie häufig, nahezu täglich, zusammen mit neuen Lokführern im Führerstand arbeiten. Der einzelne Lokführer jedoch trifft seltener mit einem Auszubildenden zusammen.

Die heutige Lokführerausbildung orientiert sich gegenüber vorgängigen Ausbildungsabläufen stärker auf die Wissens- und Fähigkeitsvermittlung in kurzer Zeit.

Erfahrene Lokführer und heutige Lokführer in Ausbildung gehen in der Zusammenarbeit im Führerstand meist nicht von den gleichen Voraussetzungen aus. Als der Lokführer in seiner (früheren) Ausbildung die Aufgaben zur Inbetriebnahme von Streckentriebfahrzeugen ausführte, war er bereits mehr als ein Jahr im Führerstand tätig und hatte schon an zwei Prüfungen seine Kenntnisse und Fähigkeiten unter Beweis stellen müssen. Entsprechend verfügte er zu diesem Ausbildungszeitpunkt über mehr Erfahrung als der Lokführer in Ausbildung nach rund zwei Monaten Praxiseinsatz haben konnte. Es besteht insofern eine Konstellation, wonach ein erfahrener Lokführer von einem Lokführer in Ausbildung mehr Erfahrung, Kenntnis und Sicherheit erwartet, als dieser sich bereits aneignen konnte.

Der Lokführer war bis vor Kurzem als Lehrlokführer tätig. Bei der vormaligen Lokführerausbildung war ein Lokführer in Ausbildung hauptsächlich einem Lehrlokführer zugeteilt, der bei der Praxisausbildung mithalf. Durch die Neugestaltung der Lokführerausbildung gab es die Tätigkeit als Lehrlokführer nicht mehr.

Der Lokführer freute sich über die Begleitung durch einen Lokführer in Ausbildung. Er gestaltete sein Verhalten im Sinne eines Vorbilds für den angehenden Lokführer. Dazu gehörte auch, nach Möglichkeit für ein pünktliches Verkehren der Züge zu sorgen.

Der Lokführer in Ausbildung war für die Abfahrt nicht bereit. Er meldete dies dem Lokführer nicht klar. Im Gegenteil: Durch das umgehende Quittieren der Meldungen des Lokführers bezüglich des Abfahrtsprozesses suggerierte der Lokführer in Ausbildung unbewusst Bereitschaft und Aufmerksamkeit.

2.3.2.4 Standardisiertes Verfahren „Geste métier“

Vor dem Beginn der sechs Punkte der „Geste métier“ wird mit lauter Stimme der nächste Halt gemeldet. Damit werden die Gedanken auf „Fahrt“ gestellt, ist doch der nächste Halt nur dadurch zu erreichen. Und sie werden auf einen anderen Ort gelenkt, als den, wo im Moment die Abfahrt erfolgt.

Danach gilt es, die Aufmerksamkeit auf das Signal zu richten und dessen Fahrtstellung und Zugehörigkeit zu erkennen. Die Orientierung erfolgt kurz nach vorne.

Als nächste Punkte sind die ZUB-Anzeige, danach die Abfahrtszeit und weiter die Türkontrollleinrichtung zu beachten. Alle drei Punkte lenken die Aufmerksamkeit nach innen auf die Anzeigen im Führertisch. Es gehört auch zur Praxis, vor dem Betätigen der Türschliessung einen Blick in den Rückspiegel zu werfen, um allfällige Bewegungen von Personen im Türbereich zu erkennen. Dann wird der Blick auf den Führertisch gerichtet, um die richtige Taste zur Türschliessung zu drücken. Die Wirkung der Bedienung der Türschliessung wird wieder mit einem Blick in den Rückspiegel überprüft. Danach gleitet der Blick erneut zur Türkontrolllampe, wo deren Erlöschen abgewartet wird. Die Aufmerksamkeit wird folglich nach innen, aber wechselweise auch nach hinten gerichtet.

Als folgender Punkt wird die Aufmerksamkeit noch einmal nach vorne gelenkt und die Fahrtstellung des Signals beachtet. Es bleibt fraglich, inwiefern ein Punkt mit genügender Aufmerksamkeit ein weiteres Mal geprüft wird, wenn er bereits zu Beginn des standardisierten Verfahrens gedanklich als sicher erkannt und somit als abgearbeitet vermerkt ist.

Als letzter Punkt wird die Abfahrt genannt. Bei der Abfahrt gilt es, die Aufmerksamkeit zuerst nach innen auf die Instrumente zu richten und die Reaktion des Triebfahrzeugs auf dessen Bedienung festzustellen. Danach gilt es wiederum, den Blick über den Rückspiegel nach hinten zu lenken, um allfällige Gefährdungen von Personen durch den abfahrenden Zug festzustellen. Dann werden die Spiegel durch Betätigen des Fusschalters eingeklappt und die Aufmerksamkeit kann vollständig nach vorne auf die Führung des fahrenden Zugs gelenkt werden, wobei der Zug nun bereits rollt bzw. beschleunigt.

Die „Geste métier“ zur Abfahrt hat mehrere Aufgaben zu erfüllen. Einerseits soll die Sicherheit der Abfahrt gewährleistet werden, indem die Fahrtstellung des zugehörigen Signals und die vollständige Schliessung der Türen erkannt werden. Andererseits sollen im Sinne des Kundendienstes die Einhaltung der Abfahrtszeit und das Einhalten des nächsten Halts geprüft werden. Weiter sollen betriebliche Verzögerungen – und folglich wiederum das kundendienstliche Bedürfnis zur Vermeidung unnötiger Verspätungen – verhindert werden, indem eine zu Unrecht drohende Zwangsbremung durch ZUB ausgeschlossen wird.

Der Abfahrtsprozess ist ein hoch verdichteter Prozess, der innert kürzester Zeit abläuft und der zahlreiche Bedürfnisse zu erfüllen hat. Zusammen mit der Ausgangslage sind im standardisierten Verfahren „Geste métier“ sieben Sequenzen abzuarbeiten. Fünf Sequenzen davon dienen kundendienstlichen und betrieblichen Bedürfnissen, zwei Sequenzen der Sicherheit.

2.3.3 Zusammenfassung der Einflüsse bei der Signalinterpretation

Der Lokführer der S-Bahn nahm seinen Arbeitsplatz kurz vor der planmässigen Abfahrtszeit ein. Während er dies tat, nahm er beiläufig einen Vorgang zur Fahrtstellung von Signalen wahr. Die Verspätung schien aufgeholt, gingen doch Signale nach der Vorbeifahrt eines Gegenzuges und kurz vor der planmässigen Abfahrtszeit der S-Bahn in Fahrtstellung, so wie es normalerweise zu erwarten war. Der Lokführer hatte die S-Bahn schon mehrmals gefahren. Wenn um die Abfahrtszeit Signale in Fahrtstellung gingen, waren sie für die S-Bahn gültig. In seiner Rolle als Vorbild galt sein Interesse auch einer pünktlichen Abfahrt. Er klappte die Rückspiegel aus, orientierte sich rückwärts dem Zug entlang und begann mit den standardisierten Meldungen der „Geste métier“.

Da war der Lokführer in Ausbildung noch mit dem Einrichten seiner Arbeitsmittel beschäftigt, hatte eine ungünstige Sicht auf die Signale und kannte den Bahnhofsteil noch nicht. Zudem war es das am hellsten leuchtend wahrgenommene Signal, das von „Halt“ auf „Fahrt“ wechselte. In gerader Blickrichtung zeigte auch ein weiteres Signal ein grünes Licht. Erst das dritte Signal, von rechts nach links gezählt, zeigte ein rotes Licht. Dieses war aus seinem Sichtwinkel aber um mehr als eine Gleisbreite weiter nach links versetzt (Abbildungen 29 und 32). In Unkenntnis der Bahnanlage und mit der Aufmerksamkeit auf das Einrichten seiner Arbeitsmittel gab es für den Lokführer in Ausbildung keinen Grund, an den Meldungen des Lokführers zu zweifeln. Er quittierte die Ansagen des Lokführers rasch, damit er die Abfahrt nicht unnötig verzögerte und selbst seine Arbeiten beenden konnte. Im Grunde überliess der Lokführer in Ausbildung dem Lokführer die Verantwortung für den Abfahrtsprozess allein, weil er selber noch nicht für die Abfahrt eingerichtet war.

Das rasche Quittieren wiederum liess den Lokführer nicht an der Richtigkeit seiner Feststellungen zweifeln. Dadurch bestätigt und begünstigt durch die Fahrtstellung von Signalen nach Durchfahrt eines Gegenzuges und kurz vor Abfahrtszeit waren für den Lokführer die Gedanken überlagert von der Erreichbarkeit einer pünktlichen Abfahrt und seiner Vorbildfunktion gegenüber dem Lokführer in Ausbildung. Für den Lokführer waren alle Voraussetzungen für eine ideale Abfahrt gegeben. Er beschleunigte die S-Bahn mit der Überzeugung, eine richtige Entscheidung getroffen zu haben.

2.3.4 Gegenseitige Meldepflicht im Führerstand

Die FDV behandeln einzig das Melden der Stellung der Signale. Zum Melden der Punkte für das nicht hoheitlich, sondern intern von SBB Personenverkehr vorgegebene Verfahren „Geste métier“ können sich die FDV nicht äussern.

SBB Personenverkehr gibt ihren Auszubildenden die Anweisung, dass der Lokführer in Ausbildung zuerst melden soll. Dass diese Anweisung existiert, ist den Lokführern jedoch kaum bekannt.

Meldet der Lokführer in Ausbildung zuerst, kann der Lokführer die Arbeitsweise des Auszubildenden prüfen und bestätigen oder korrigieren. Meldet der Lokführer zuerst, wird der Auszubildende die Aussagen unkritischer übernehmen.

Es bleibt offen, wie es um das Bewusstsein zum Stellenwert und zur Anwendung der gegenseitigen Meldung im Führerstand stand. Der Lokführer jedenfalls sah sich durch das umgehende Quittieren durch den Lokführer in Ausbildung in der Annahme bestätigt, seine Ansagen bezüglich des Abfahrtsprozesses entsprächen der tatsächlichen Situation.

2.3.5 Erkennbarkeit der drohenden Kollision durch das Lokpersonal des Interregio

Im Führerstand des Interregio konnte das Führerbremssventil in der Schnellbremsstellung festgestellt werden. Daraus lässt sich schliessen, dass nach dem Erkennen der drohenden Kollision eine Schnellbremsung eingeleitet wurde, was die Aussagen des Lokführers in Ausbildung bestätigt.

Der rechnerisch ermittelte Bremsweg für den Interregio ergibt einen Wert von 424 m. In etwa dieser Distanz zum späteren Kollisionspunkt fuhr der Interregio am Wiederholungssignal C**5 vorbei. Dem Lokpersonal des Interregio war es aus dieser Entfernung nicht möglich, die drohende Gefahr zu erkennen und rechtzeitig anzuhalten. Die S-Bahn stand zudem in einer Linkskurve im dunklen Bereich des Bahnhofs auf der Ausfahrseite für den Interregio. Der Interregio hatte in dieser leichten Linkskurve rechts an der S-Bahn vorbeizufahren. Die Situation im Bereich der Zugspitze der S-Bahn konnte somit frühestens während der Vorbeifahrt eingesehen werden.

Aus den Fahrdaten lässt sich bis zur Kollision keine Reduktion der gefahrenen Geschwindigkeit von 110 km/h feststellen. Für das Lokpersonal des Interregio war es höchstens drei Sekunden vor der Kollision möglich, zu erkennen, dass die S-Bahn das Lichtraumprofil ihrer Fahrstrasse verletzte. Die Bremse benötigt eine Reaktionszeit von mehreren Sekunden, bis die Bremsung wirksam wird. Zusammen mit der Reaktionszeit vom Erkennen der Gefahr bis zum Einleiten einer Schnellbremsung war es in der verfügbaren Zeit nicht mehr möglich, den Interregio vor der Kollision abzubremsen.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Betriebliche Aspekte

- Bei der Abfahrt der S-Bahn 18014 aus Gleis 4 in Rafz zeigte das Gleisabschnittssignal „Halt“.
- Beim Gleisabschnittssignal wurde bei der S-Bahn eine Zwangsbremmung eingeleitet. Trotz voll funktionstüchtiger Bremsen kam die S-Bahn im Lichtraumprofil der Fahrstrasse für den Interregio zum Stehen.
- Der Überwachungszustand durch das Sicherungssystem erlaubte bei der S-Bahn eine grösstmögliche Beschleunigung bis auf 59 km/h.
- Bei der Durchfahrt des Interregio in Rafz über Gleis 5 zeigten das Gleisabschnittssignal C5 und das Ausfahrtsignal D93 je „freie Fahrt“.
- Der Interregio fuhr in Rafz mit einer geringeren als der erlaubten Geschwindigkeit durch Gleis 5.
- Das Lokpersonal des Interregio konnte die drohende Kollision nicht rechtzeitig bzw. erst unmittelbar davor erkennen.

3.1.2 Abfahrverhinderung

- Für die Abfahrt eines in Gleis 4 in Rafz Richtung Schaffhausen wendenden Zuges ist die vorhandene Zugbeeinflussungseinrichtung für eine Abfahrverhinderung nicht wirksam.
- Gemäss der Risikobewertung der Infrastrukturbetreiberin fällt die Abfahrt eines in Gleis 4 in Rafz Richtung Schaffhausen wendenden Zuges unter die Kriterien zur Prüfung auf Installation einer Abfahrverhinderung.

3.1.3 Nutzungsänderungsprozess

- Die Infrastrukturbetreiberin prüft Nutzungsänderungen einer Bahnanlage mit einem Prozess, der seit Sommer 2013 auch die Installation einer Abfahrverhinderung thematisiert.
- Ein Nutzungsänderungsprozess wird rund zwei Jahre vor Betriebsaufnahme der Nutzungsänderung gestartet.
- Der Nutzungsänderungsprozess wird nicht auf vorangegangene Nutzungsänderungen angewendet; dadurch wurde die im Dezember 2013 eingeführte Abfahrt der S-Bahn aus Gleis 4 in Rafz Richtung Schaffhausen dem Prozess nicht unterworfen und somit auch nicht einer Prüfung auf Installation einer Abfahrverhinderung.

3.1.4 Menschliche Faktoren

- Das Gleisabschnittssignal C5 wurde mit deutlich höherer Leuchtintensität als die übrigen Signale wahrgenommen.
- Der Lokführer in Ausbildung als Begleiter auf der S-Bahn war mit Vorbereitungsarbeiten beschäftigt und deshalb für die Abfahrt nicht bereit.
- Die Ergonomie am Arbeitsplatz für den Begleiter im Führerstand bietet nur eine eingeschränkte Sicht, keine geeignete Ablagemöglichkeit für die Dienstunterlagen und einen unbequemen Sitzplatz.
- Das Melden von Signalen und Handlungen im Führerstand wurde nicht im Sinne einer gegenseitigen Kontrolle eingesetzt.

- In welcher Art sich die Beteiligten im Führerstand gegenseitig im Denken und Handeln beeinflussen, war ihnen nicht bewusst.
- Der standardisierte Abfahrtsprozess „Geste métier“ wird eingeleitet, indem die Gedanken zuerst auf den nächsten Halt gelenkt werden. Nur wenige Sequenzen des Prozesses dienen der Sicherheit bei der Abfahrt.
- Die ZUB-Anzeige „8888“ liefert keine Information über die Stellung des Signals und die ZUB-Anzeige ist generell signaltechnisch nicht sicher. Dennoch ist das Beachten der ZUB-Anzeige eine Sequenz im standardisierten Abfahrtsprozess „Geste métier“.
- Eine ZUB-Anzeige „8888“ kann zur Annahme verleiten, das nächste Signal zeige nicht „Halt“.

3.2 Ursachen

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Die folgenden Faktoren wurden in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die Art der Zusammenarbeit im Führerstand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und damit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte.
- Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für erstmals nach neuer Inbetriebnahme abfahrende Züge beinhaltete.
- Die Möglichkeit, die S-Bahn soweit zu beschleunigen, dass sie durch die Zug-sicherung nicht mehr vor dem Gefahrenpunkt angehalten werden konnte.

Die Untersuchung hat folgende Faktoren ermittelt, die einzeln oder in Verbindung miteinander zum Unfall beigetragen haben:

- Eine aussergewöhnliche Verkehrssituation aufgrund von Verspätungen.
- Die unterschiedliche Leuchtintensität von Signalen, die eine Verwechslung erleichterten.
- Das zufällige, zeitliche Zusammenfallen von Signalstellungen, die vom betreffenden Lokpersonal irrtümlich auf den eigenen Zug bezogen wurden.
- Das Vorhandensein schwieriger Beleuchtungsverhältnisse, die die Zuordnung der Signale erschwerte.
- Der selbstauferlegte Zeitdruck.

4 Sicherheitsempfehlungen und -hinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen

4.1 Sicherheitsempfehlungen

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) bezüglich Sicherheitsempfehlungen folgende Regelung vor:

„Art. 48 Sicherheitsempfehlungen

¹ Die SUST richtet die Sicherheitsempfehlungen an das zuständige Bundesamt und setzt das zuständige Departement über die Empfehlungen in Kenntnis. Bei dringlichen Sicherheitsproblemen informiert sie umgehend das zuständige Departement. Sie kann zu den Umsetzungsberichten des Bundesamts zuhanden des zuständigen Departements Stellung nehmen.

² Die Bundesämter unterrichten die SUST und das zuständige Departement periodisch über die Umsetzung der Empfehlungen oder über die Gründe, weshalb sie auf Massnahmen verzichten.

³ Das zuständige Departement kann Aufträge zur Umsetzung von Empfehlungen an das zuständige Bundesamt richten.“

Gleichwohl sind jede Stelle, jeder Betrieb und jede Einzelperson eingeladen, im Sinne der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen eine Verbesserung der Sicherheit im öffentlichen Verkehr anzustreben.

Die SUST veröffentlicht die Antworten des zuständigen Bundesamtes unter www.sust.admin.ch und erlaubt so einen Überblick über den aktuellen Stand der Umsetzung der entsprechenden Sicherheitsempfehlung.

4.1.1 Zusammenarbeit im Führerstand

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Der folgende Faktor wurde in der Untersuchung wurde u.a. als kausal erkannt:

- Die Art der Zusammenarbeit im Führerstand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und damit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte.

Die Untersuchung hat u.a. folgende Faktoren ermittelt, die zum Unfall beigetragen haben:

- Das zufällige, zeitliche Zusammenfallen von Signalstellungen, die vom betreffenden Lokpersonal irrtümlich auf den eigenen Zug bezogen wurden.
- Der selbstaufgelegte Zeitdruck.

Den Beteiligten war zu wenig bewusst, welchem Einfluss sie bei der Zusammenarbeit im Führerstand gegenseitig ausgesetzt sind. Der Lokführer der S-Bahn hat den Abfahrtsprozess gestartet, als der Lokführer in Ausbildung nicht bereit zur Abfahrt war. Der Lokführer in Ausbildung quittierte die Ansagen des Lokführers, um die Abfahrt nicht zu verzögern. Es waren nicht alle Beteiligten bereit zur Abfahrt. Nach Auffassung der SUST lag diese Art der Zusammenarbeit nicht einmalig in

diesem Unfall vor, sondern diese zeigt ein weiter verbreitetes Problem auf, das durch entsprechende Schulung und Sensibilisierung der betroffenen Personen behoben werden sollte.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 97

Das BAV sollte sich verstärkt um Themen im Bereich Human Factors kümmern und darauf hinwirken, dass ein Konzept zur Schulung aller Beteiligten über die Zusammenarbeit im Führerstand ausgearbeitet wird, das Themen wie verbale und nonverbale Kommunikation, Einfluss durch Hierarchien, Ausbildungsstand und Erfahrung berücksichtigt.

4.1.2 Melden der Signale

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Der folgende Faktor wurde u.a. in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die Art der Zusammenarbeit im Führerstand, die eine gegenseitige Kontrolle vortäuschte und damit das zeitgerechte Erkennen des Fehlers verunmöglichte.

Das laute Melden der Signale sowie auch weiterer sicherheitsrelevanter Angaben ermöglicht das eigene und gegenseitige Überprüfen gemachter Feststellungen oder Handlungen. Mit der vorhandenen Situation undefinierter oder nicht allen Beteiligten bekannter Rollen bezüglich der Ansagen im Führerstand wird der Sicherheitseinfluss vermindert oder gar verhindert.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 98

Das BAV sollte die Vorgaben über die Meldung von Signalen hinsichtlich ihrer Sicherheitsrelevanz und Umsetzung analysieren, insbesondere dahingehend, ob die relevanten Handlungen explizit enthalten sind.

4.1.3 Abfahrverhinderung für bestehende Situationen

4.1.3.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Der folgende Faktor wurde u.a. in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für startende oder wendende Züge beinhaltete.

Der momentane Nutzungsänderungsprozess führt zur Überprüfung über die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung für neu entstehende Risikosituationen. Es ist jedoch zu erwarten, dass auf dem Schweizer Schienennetz weitere ähnliche Situationen, wie im vorliegenden Fall, anzutreffen sind. Diese Fälle werden nicht erkannt, weil der Nutzungsänderungsprozess nicht auf vergangene Nutzungsänderungen angewendet wird.

4.1.3.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 99

Das BAV sollte darauf hinwirken, dass alle, auch vor der Einführung des Nutzungsänderungsprozesses bereits vorhandene Situationen auf die Notwendigkeit einer Abfahrverhinderung geprüft und damit ergänzt werden.

4.1.4 Abfahrverhinderung durch Euroloop

4.1.4.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Der folgende Faktor wurde u.a. in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die vorhandene Sicherheitsausrüstung konnte den Unfall nicht verhindern, weil sie keine Abfahrverhinderung für startende oder wendende Züge beinhaltete.

Das Zugbeeinflussungssystem kann bei startenden oder wendenden Zügen auch bei Vorhandensein eines Euroloop nicht aktiviert werden.

4.1.4.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 100

Das BAV sollte sicherstellen, dass im Rahmen der Migration zum System ETCS L1LS eine alle Züge beeinflussende Abfahrverhinderung mit geeigneten Mitteln realisiert wird.

4.1.5 ZUB-Anzeige nach Inbetriebnahme Führerstand

4.1.5.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Der folgende Faktor wurde u.a. in der Untersuchung als kausal erkannt:

- Die Möglichkeit, die S-Bahn soweit zu beschleunigen, dass sie durch die Zugsicherung nicht mehr vor dem Gefahrenpunkt angehalten werden konnte.

Nach der Inbetriebnahme des Führerstands zeigt die ZUB-Anzeige „8888“. Das bedeutet die Überwachung der möglichen Höchstgeschwindigkeit der Fahrzeuge. Unabhängig von der folgenden Signalstellung ermöglicht das eine Abfahrt mit grösstmöglicher Beschleunigung. Dadurch kann eine Geschwindigkeit erreicht werden, bei der nach einer Zwangsbremung durch die Zugbeeinflussung das Anhalten vor dem Gefahrenpunkt nicht mehr möglich ist.

4.1.5.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 101

Das BAV sollte darauf hinwirken, dass nach Inbetriebnahme eines Führerstands bis zum Empfang infrastrukturseitiger Daten die Überwachung auf eine Geschwindigkeit erfolgt, bei der nach einer Zwangsbremung durch das Zugbeeinflussungssystem ein Anhalten vor dem Gefahrenpunkt möglich bleibt.

4.1.6 Signalstandorte

4.1.6.1 Sicherheitsdefizit

Am 20. Februar 2015, kurz nach 06:40 Uhr kollidierte in Rafz bei der Ausfahrt Richtung Schaffhausen ein Interregio-Zug seitlich mit einem S-Bahn-Zug. Die Kollision ist darauf zurückzuführen, dass der Lokführer der S-Bahn sich dazu verleiten liess, unter falschen Annahmen bei „Halt“ zeigendem Signal abzufahren.

Die Untersuchung hat u.a. folgende Faktoren ermittelt, die zum Unfall beigetragen haben:

- Die unterschiedliche Leuchtintensität von Signalen, die eine Verwechslung erleichtern.
- Das Vorhandensein schwieriger Beleuchtungsverhältnisse, die die Zuordnung der Signale erschwerte.

Bei der Signalaufstellung werden betriebliche Kriterien wie Zugfolgezeiten, ausnutzbare Gleislänge, Fahrzeiten, Gleisfreigabe usw. berücksichtigt. Signalaufstellungen sollen nur sekundär betrieblichen Bedürfnissen folgen und primär den Anforderungen der menschlichen Leistungsfähigkeit entsprechen. Die Gleisgeometrie in Rafz mit der leichten S-Kurve erschwerte die Zuordnung der Signalbilder zum befahrenen Gleis. Die aussergewöhnliche Betriebslage mit der Überholung durch den Interregio in Verbindung mit den bestehenden Lichtverhältnissen erzeugte für die S-Bahn eine Situation, die nur mit überdurchschnittlicher Aufmerksamkeit korrekt zu interpretieren war. Die Gefahr, sich zur Abfahrt bei „Halt“ zeigendem Signal verleiten zu lassen, ist erhöht.

4.1.6.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 102

Das BAV sollte bei den Infrastrukturbetreibern den Prozess zur Bestimmung und Überprüfung der Signalstandorte daraufhin auditieren, ob alle Signale bei allen Sichtverhältnissen den Anforderungen an Sichtbarkeit, Zuordnung und Wahrnehmung der Leuchtintensität durch das Fahrpersonal genügen können.

4.2 Sicherheitshinweise

Als Reaktion auf während der Untersuchung festgestellte Sicherheitsdefizite kann die SUST Sicherheitshinweise veröffentlichen. Sicherheitshinweise werden formuliert, wenn eine Sicherheitsempfehlung nicht angezeigt erscheint, formell nicht möglich ist oder wenn durch die freiere Form eines Sicherheitshinweises eine grössere Wirkung absehbar ist. Sicherheitshinweise der SUST haben ihre Rechtsgrundlage in Artikel 56 der VSZV:

„Art. 56 Informationen zur Unfallverhütung

Die SUST kann allgemeine sachdienliche Informationen zur Unfallverhütung veröffentlichen.“

4.2.1 Richtzeit für die Wendezeit

4.2.1.1 Feststellung

SBB Personenverkehr orientiert sich bei der Gestaltung der Dienstpläne für das Lokpersonal nach einer internen Arbeitsanweisung, wonach für das Wenden einer Einheit des Typs RABe 514 von 100 m Länge durch einen einzigen Lokführer fünf Minuten genügen. Nötigenfalls darf diese Zeit kürzer ausfallen.

Die SUST stellte fest:

- Einmal wurde für das Wenden unter Zeitdruck sieben Minuten benötigt.
- Einmal wurde für das Wenden ohne Zeitdruck zehn Minuten benötigt.

⇒ In beiden Fällen wurde mehr als fünf Minuten Zeit benötigt. Die Möglichkeit zur Kürzung bleibt insofern sogar fraglich. Fraglich bleibt auch, ob die verfügbaren Zeiten auch dann ausreichen, wenn ein Lokführer in Ausbildung die Arbeiten ausführt.

Wenn für auszuführende Arbeiten zu knappe Vorgabezeiten bestehen, kann der entstehende Zeitdruck die Fehleranfälligkeit während sicherheitsrelevanter Handlungen fördern.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 1

Zielgruppe: Ersteller von Dienstplanungen bei SBB Personenverkehr

Festgelegte Vorgabezeiten für betriebsnotwendige Vor- und Nacharbeiten sollten hinsichtlich ihrer sicherheitsrelevanten Einflüsse hinterfragt und entsprechend angepasst werden.

4.2.2 Standardisierter Abfahrtsprozess „Geste métier“

4.2.2.1 Feststellung

Als Ausgangslage für die „Geste métier“ zur Abfahrt gilt das Melden des nächsten Halts mit lauter Stimme. Aus Sicht der Sicherheit sollte als Ausgangslage für den Start des Prozesses jedoch das Erkennen der Fahrtstellung des zugehörigen Signals stehen. Der standardisierte Abfahrtsprozess „Geste métier“ ist mehrheitlich mit nicht unmittelbar sicherheitsrelevanten Themen bepackt.

4.2.2.2 Sicherheitshinweis Nr. 2

Zielgruppe: SBB Personenverkehr

SBB Personenverkehr sollte darauf hinwirken, dass die Initialisierungsform des standardisierten Abfahrtsprozesses „Geste métier“ überprüft und der Prozess von nicht sicherheitsrelevanten Themen entschlackt wird.

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die nachstehenden Massnahmen werden der Vollständigkeit halber genannt. Sie stehen nicht im Zusammenhang mit den Tätigkeiten der SUST oder den Ergebnissen dieses Berichts.

Insbesondere äussert sich die SUST damit nicht über Nutzen oder Wirkung der Massnahmen.

4.3.1 Beschränkung der Abfahrgeschwindigkeit bei Abfahrt im Zugausgangs- und Wendebahnhof mit Sicht auf das Hauptsignal

SBB Personenverkehr hat wenige Tage nach dem Unfall die interne Regelung erlassen, wonach bei fehlender infrastrukturseitiger Geschwindigkeitsüberwachung die Fahrgeschwindigkeit bis zum Signal auf höchstens 40 km/h beschränkt ist.

4.3.2 Warn-App auf dem LEA

SBB Personenverkehr stellt intern über das LEA dem Lokführer eine Warnung zur Verfügung (Warn-App), wonach ein Warnton ertönt und visuell ein Bild angezeigt wird, wenn der Zug bei noch „Halt“ zeigendem Signal bewegt wird.

Dieser Schlussbericht wurde von der Kommission der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) genehmigt (Art. 10 lit. h der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen vom 17. Dezember 2014).

Bern, 22. September 2016

Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle

