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

Schlussbericht

der Schweizerischen

Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über den tödlichen Arbeitsunfall eines Zugchefs

vom 4. August 2019

in Baden (AG)

Reg.-Nr. 2019080401

Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST
3003 Bern
Tel. +41 58 466 33 00, Fax +41 58 466 33 01
info@sust.admin.ch
www.sust.admin.ch

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 vom 20. Dezember 1957 (EBG), Stand am 1. Januar 2018 (SR *742.101*), sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

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

Alle Personenbezeichnungen in diesem Bericht sind in der männlichen Form gehalten und gelten für die die Funktion ausübende Person, ungeachtet ihres Geschlechts.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung **5**
Überblick 5
Untersuchung 5
Kurzdarstellung 5
Ursache 6
Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise 6
Glossar **7**
1 Sachverhalt **8**
1.1 Ort des Ereignisses 8
1.2 Vorgeschichte 9
1.3 Ablauf des Ereignisses 9
1.4 Schäden 10
1.4.1 Personen 10
1.4.2 Infrastruktur 10
1.4.3 Fahrzeuge 10
1.5 Beteiligte und betroffene Personen 10
1.5.1 Bahnpersonal 10
1.6 Beteiligte und betroffene Unternehmen 10
1.6.1 Infrastrukturbetreiberin 10
1.6.2 Eisenbahnverkehrsunternehmen 10
1.6.3 Fahrzeughalter 10
1.7 Infrastruktur 11
1.7.1 Bahnanlage 11
1.7.2 GSM-R 11
1.8 Fahrzeuge 11
1.8.1 Komposition des Zuges 1893 11
1.9 Auswertung der Datenaufzeichnung 19
1.9.1 Fahrdaten 19
1.9.2 Abfahrerlaubnis per SMS 19
1.9.3 Funkaufzeichnung 19
1.10 Vorschriften und Regelung 20
1.10.1 Schweizerische Fahrdienstvorschriften (FDV) 20
1.10.2 Abfahrtprozess – Türschliessung und Kontrolle der Türe 21
1.11 Besondere Untersuchung 22
1.11.1 Überprüfung der modularen Instandhaltung der Türen 22
1.11.2 Letzte Instandhaltung des Wagens 24
1.11.3 Auszug aus den Störungsmeldungen des Wagens 24
1.11.4 Ergebnisse der durchgeführten Sonderkontrollen an allen Türen der EW IV durch die SBB 24

1.12 Medizinische Abklärungen 25
1.13 Zeugenaussagen 25
1.14 Befragungen 25
1.14.1 Lokführer 25
1.14.2 Zugbegleiter 1 25
1.14.3 Zugbegleiter 2 25
1.15 Abfahrtprozess, Einhaltung der Vorschriften bei Türschliessung 26
1.16 Obsoleszenz-Management 26
2 Analyse 27
2.1 Technische Aspekte 27
2.1.1 Einklemmschutz 27
2.1.2 Blockierter Endschalter Pb 7 27
2.1.3 Magnetsensor «Tür zu 98 % geschlossen» 27
2.1.4 Türrückmeldung 27
2.2 Organisatorische Aspekte 28
2.2.1 Durchführung des 5-täglichen Kontrollmoduls T002-20 28
2.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte 29
2.3.1 Abfahrtprozess 29
2.4 Menschliche Aspekte 30
2.5 Würdigung der bei der Sonderkontrolle entdeckten Fehler 30
2.6 Obsoleszenz-Management 30
2.7 Unfallhergang 30
3 Schlussfolgerungen 32
3.1 Befunde 32
3.1.1 Technische Aspekte 32
3.1.2 Organisatorische Aspekte 32
3.1.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte 32
3.1.4 Menschliche Aspekte 33
3.1.5 Obsoleszenz-Management 33
3.2 Ursache 33
4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise und seit dem Unfall getroffene Massnahmen 34
4.1 Sicherheitsempfehlungen 34
4.1.1 Einklemmschutz 34
4.1.2 Türrückmeldung im Führerstand 35
4.2 Sicherheitshinweis 35
4.2.1 Prozess «Erteilen der Abfahrterlaubnis mittels Abfertigungskasten» 35
4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen 36

Zusammenfassung

Überblick

Verkehrsmittel	Eisenbahn
Beteiligte Unternehmen	
Eisenbahnverkehrsunternehmen	SBB AG, Personenverkehr (SBB-P), Bern
Infrastrukturbetreiberin	SBB AG, Infrastruktur (SBB-I), Bern
Fahrzeughalter	SBB AG, Personenverkehr (SBB-P), Bern
Beteiligte Fahrzeuge	Pendelzugkomposition: Lokomotive Re 460, 9 Zwischenwagen und ein Steuerwagen Typ EW IV
Ort	Baden (AG)
Datum und Zeit	4. August 2019, 00:10 Uhr

Untersuchung

Am Sonntag, 4. August 2019, um 00:50 Uhr, traf die Meldung über den Unfall in Baden beim Untersuchungsdienst der Schweizerischen Sicherheitsuntersuchungsstelle (SUST) ein. Es wurde eine Untersuchung eröffnet.

Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

- Bestandsaufnahme durch die SUST;
- Fotos;
- Aufzeichnung Funk und SMS;
- Fahrdaten des Zuges;
- Technische Beschreibung und Schema der Türen der EW IV;
- Auszug aus den Unterhaltsunterlagen;
- Arbeitsanweisung für die Türkontrolle;
- Gleispläne;
- Befragungen der Beteiligten;
- Befragungen der Zeugen durch die Polizei.

Kurzdarstellung

Am Sonntag, 4. August 2019, gegen 00:10 Uhr, wurde der Zugchef des Interregio IR 1893 Basel SBB-Zürich HB beim Abfahrtprozess im Bahnhof Baden während des Türschliessvorganges in einer Tür eingeklemmt und danach mitgeschleift. Dabei zog er sich tödliche Verletzungen zu.

Ursache

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass sich die Tür 4 aufgrund des blockierten Endschalters «Pb 7» fälschlicherweise unmittelbar nach dem Erteilen des UIC-Türschliessbefehls durch den Zugchef schloss. Weil der Einklemmschutz nicht funktionierte, wurde der Zugchef beim Schliessvorgang mit dem linken Arm in der Tür eingeklemmt. Durch den blockierten Endschalter «Pb 7» wurde die Tür dem Lokführer permanent als «geschlossen» gemeldet. Als die Türkontrolllampe im Führerstand erloschen war, fuhr der Lokführer los. Der in der Tür 4 des fünftletzten Wagens eingeklemmte Zugchef wurde mitgeschleift und dabei tödlich verletzt.

Zum Unfall hat beigetragen:

Der Abfahrtprozess, der den Versand der Abfahrerlaubnis per SMS vorschrieb, bevor der Zugchef in den Wagen eingestiegen war.

Die folgenden systemischen Fehler wurden im Rahmen der Untersuchung erkannt:

- die falsche Konzeption der Grünschlaufe durch die Parallelschaltung der zwei Endschalter «Pb 7» und «Pb 13»;
- die vorgegebene, für die Ausführung des 5-täglichen Instandhaltungsmodules T002-20 zur Verfügung stehende Sollzeit ist nicht ausreichend.

Sicherheitsempfehlungen und Sicherheitshinweise

Mit dem Zwischenbericht vom 20. August 2019 wurden zwei Sicherheitsempfehlungen (Nr. 141 und 142) ausgesprochen.

Mit diesem Schlussbericht wird zusätzlich ein Sicherheitshinweis ausgesprochen.

Glossar

BAV	Bundesamt für Verkehr
EBG	Eisenbahngesetzes vom 20. Dezember 1957, Stand am 1. Januar 2018 (SR *742.101*)
EBV	Verordnung über Bau und Betrieb der Eisenbahnen (Eisenbahnverordnung) vom 23. November 1983, Stand am 18. Oktober 2016 (SR *742.141.1*)
EW IV	SBB-Einheitswagen des Typs IV
FDV	Schweizerische Fahrdienstvorschriften (R 300.1–.15) vom 2. November 2015, Stand am 1. Juli 2016 (SR *742.173.001*)
GSM-R	Digitales Mobilfunksystem (Global System for Mobile Communications – Railway)
SMS	Telekommunikationsdienst zur Übertragung von Textnachrichten (Short Message Service)
UIC	Internationaler Eisenbahnverband (französisch: Union internationale des chemins de fer)

1 Sachverhalt

1.1 Ort des Ereignisses

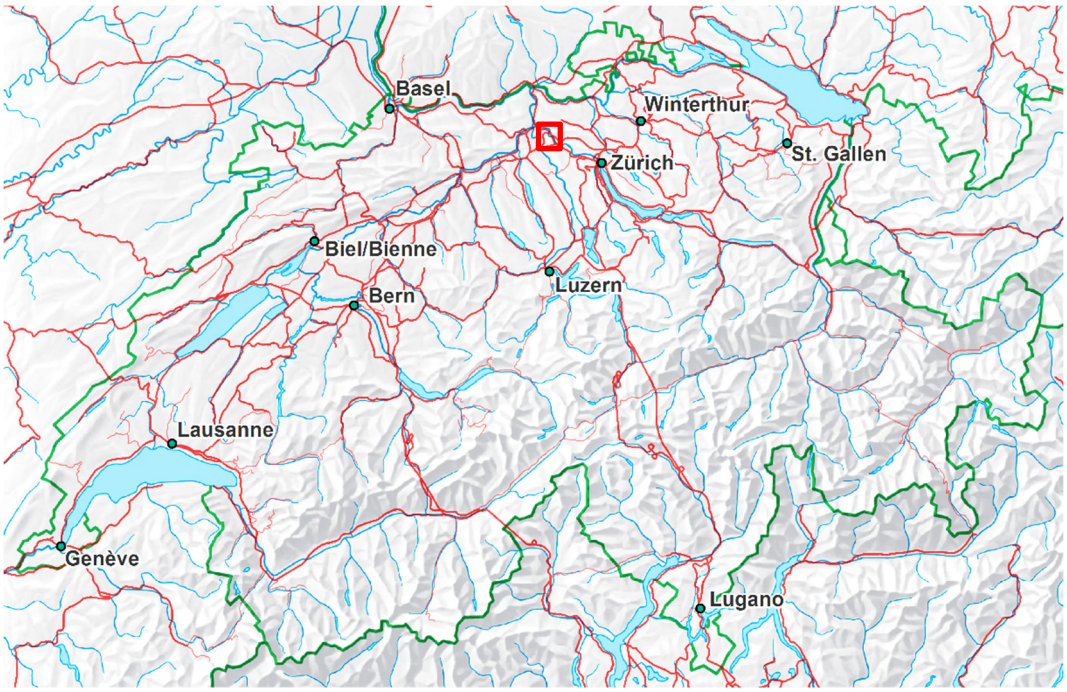

Abbildung 1: Übersichtskarte zum Ort des Unfalls. Quelle der Karte: Bundesamt für Landestopografie.

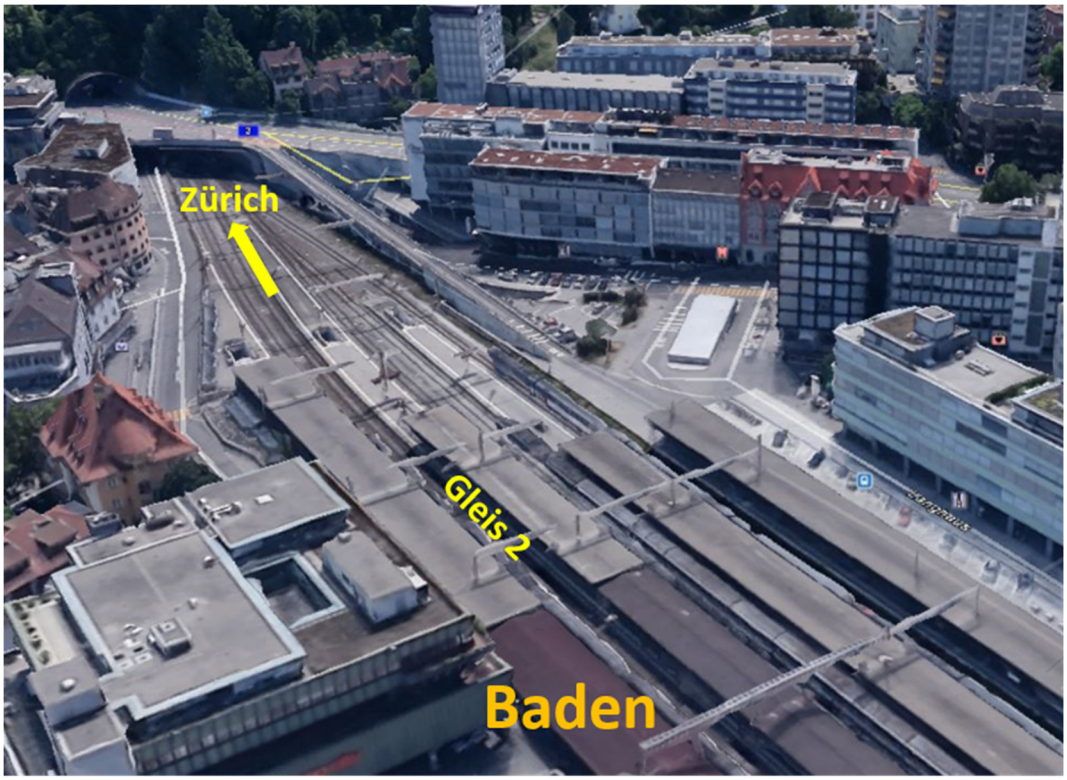

Abbildung 2: Luftbild Bahnhof Baden. Quelle: Google Earth.

1.2 Vorgeschichte

Am Samstag, 3. August 2019, traf aus Zürich HB kommend die Pendelzugkomposition, bestehend aus einer Lokomotive Re 460, neun Zwischenwagen und einem Steuerwagen, gegen 22:50 Uhr in Basel SBB ein.
Diese Pendelzugkomposition fuhr anschliessend als Interregio 1893 nach Zürich HB zurück. Der Zug 1893 verkehrte mit Zwischenhalten in Rheinfelden, Stein-Säckingen, Frick, Brugg, Turgi und Baden. Die Lokomotive war an der Spitze des Zuges.
Der Zug verliess den Bahnhof Basel SBB um 23:11 Uhr. Die Fahrt verlief ohne besondere Vorkommnisse bis nach Baden. Der Zug war im sogenannten 18-poligen Modus[1] unterwegs. Derartige Zugkompositionen verfügen über keine technische Abfahrverhinderung bei nicht geschlossenen Türen. Dem Lokführer wird im Führerstand über eine Türkontrolllampe angezeigt, ob alle Türen geschlossen sind. Auf diesem Zug waren als Begleitpersonal ein Zugchef und zwei Zugbegleiter eingesetzt.

1.3 Ablauf des Ereignisses

Im Bahnhof Baden hielt der Zug am Sonntag, 4. August 2019, um 00:08 Uhr auf Gleis 2 an. Der Lokführer gab die Türen auf der in Fahrtrichtung rechten Seite zum Perron hin frei. Der Zugchef und die zwei Zugbegleiter stiegen aus. Der Zugchef befand sich in der Mitte der Zugkomposition und die beiden Zugbegleiter vorne bzw. hinten. Als der Fahrgastwechsel beendet war, sendete der Zugchef zuerst die Abfahrerlaubnis per SMS an den Lokführer und holte danach bei den zwei Zugbegleitern die Abfahrbereitschaft mittels eines Achtungspfiffes ein. Die beiden Zugbegleiter quittierten ihre Bereitschaft mittels Taschenlampe und stiegen ein. Der Zugchef gab den UIC-Türschliessbefehl an der hinteren Tür (Tür Nr. 4) des fünftletzten Wagens, wobei unklar bleibt, ob dies vom Bahnsteig oder vom Trittbrett aus erfolgte. Bei der Erteilung des UIC-Türschliessbefehls schloss sich diese Tür sofort und klemmte den linken Arm des Zugchefs ein[2].

Als der Lokführer die Abfahrerlaubnis per SMS auf seinem Diensthandy sowie auf dem Cab-Radio erhielt, überprüfte er die rote Türkontrolllampe. Nachdem diese erloschen war, setzte er seinen Zug in Bewegung. Der eingeklemmte Zugchef wurde mitgeschleift.

Während der Zug auf der Strecke zwischen Wettingen und Killwangen-Spreitenbach unterwegs war, erhielt der Lokführer einen Anruf vom Fahrdienstleiter, er müsse ausserordentlich in Killwangen am Perron anhalten. Es sei ein Anruf der Polizei eingegangen, wonach sich eine Person ausserhalb des Zuges befände. Als der Zug in Killwangen-Spreitenbach angehalten hatte, konnte der Zugchef nicht erreicht werden. Deshalb stieg ein Zugbegleiter aus und kontrollierte die Türen entlang des Zuges. Da nichts Ausserordentliches festgestellt wurde, stieg er wieder ein und gab dem Lokführer die Erlaubnis für die Weiterfahrt nach Zürich HB.

Die Betriebsleitzentrale der SBB in Zürich-Flughafen schrieb dem nachfolgenden Zug «Fahrt auf Sicht» zwischen Baden und Killwangen-Spreitenbach vor. Zwischen Wettingen und Killwangen bei Bahn-km 19.986 wurde der Zugchef leblos im Gleisbett gefunden.

---

[1] 18-poliger Modus: Seitenselektive Türfreigabe mit Türkontrolllampe im Führerstand.

[2] Bei korrekter Funktion bliebe diese Tür systembedingt offen und der Zugchef müsste sie nach dem Einsteigen mit einer separaten Türschliesstaste schliessen.

1.4 Schäden

1.4.1 Personen

Der Zugchef wurde tödlich verletzt.

1.4.2 Infrastruktur

Keine

1.4.3 Fahrzeuge

Keine

1.5 Beteiligte und betroffene Personen

1.5.1 Bahnpersonal

1.5.1.1 Lokführer

Person	Jahrgang 1960, SBB-P
Berechtigung	BAV-Ausweis Kategorie B

1.5.1.2 Zugchef[3]

Person	Jahrgang 1965, SBB-P

1.5.1.3 Zugbegleiter 1

Person	Jahrgang 1963, SBB-P

1.5.1.4 Zugbegleiter 2

Person	Jahrgang 1960, SBB-P

1.6 Beteiligte und betroffene Unternehmen

1.6.1 Infrastrukturbetreiberin

SBB AG, Infrastruktur

1.6.2 Eisenbahnverkehrsunternehmen

SBB AG, Personenverkehr

1.6.3 Fahrzeughalter

SBB AG, Personenverkehr

[3] Zugchef: Funktionsbezeichnung der SBB; entspricht einem Zugbegleiter mit erweiterten Kompetenzen. Wenn mehrere Zugbegleiter an einem Zug im Einsatz sind, übernimmt ein Zugbegleiter die Funktion des Zugschefs. Der Zugchef ist u. a. verantwortlich für die Erteilung der Abfahrerlaubnis.

1.7 Infrastruktur

1.7.1 Bahnanlage

1.7.1.1 Beschreibung

Der Bahnhof Baden liegt beim Bahn-km 22.6 und verfügt über fünf Gleise. Das Gleis 2 liegt, in Fahrtrichtung Zürich gesehen, in einer Rechtskurve. Das Perron 2 ist 55 cm hoch (P55). Kurz nach den Ausfahrsignalen in Richtung Zürich verlaufen die Gleise in den Schlossbergtunnel.

Beim Gleis 2 war keine Videoüberwachungsanlage installiert.

1.7.2 GSM-R

1.7.2.1 Funk

Die Lokomotive Re 460 110 ist mit dem sogenannten GSM-R Cab-Radio ausgerüstet. Der Lokführer verfügt zudem noch über ein GSM-R Diensthandy.

Das Zugpersonal ist mit einem GSM-R Diensthandy ausgerüstet.

Die Funkgespräche wurden aufgezeichnet.

1.7.2.2 Abfahrerlaubnis per SMS

Die Abfahrerlaubnis wurde mittels Diensthandy vom Zugchef per SMS auf das CAB-Radio der Lokomotive und auf das Diensthandy des Lokführers übermittelt.

1.8 Fahrzeuge

1.8.1 Komposition des Zuges 1893

1.8.1.1 Beschreibung

1.8.1.1.1 Einleitung

Die Interregio-Pendelzugkomposition war aus einer Lokomotive Re 460, neun Zwischenwagen und einem Steuerwagen gebildet. Die Lokomotive Re 460 befand sich an der Spitze des Zuges (Abbildung 3).

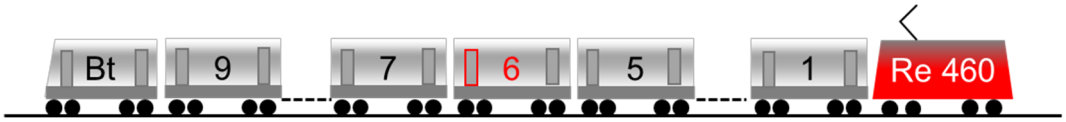

Abbildung 3: Zugskomposition. Wagen Nr. 6 ist der Wagen, in dessen Tür (Rot) der Zugchef eingeklemmt wurde.

Die EW IV Wagen wurden in den Achtziger- und Neunzigerjahren in Betrieb genommen.

Die Untersuchung des Zuges hat ergeben, dass sich der Unfall bei der Tür Nr. 4 des Wagens B 50 85 21-95 052-9 ereignete.

Abbildung 4: Einstiegstür EW IV.

1.8.1.1.2 Beschreibung der Funktionsweise der Einstiegstüren des Einheitswagens IV

Der Wagentyp EW IV ist mit pneumatisch angetriebenen, einflügeligen Schwenkschiebetüren ausgestattet (Abbildung 4). Der Klapptritt ist durch ein Hebelgestänge direkt mit dem Türantrieb verbunden. Wenn die Türfreigabe vorhanden ist, wird durch Ziehen am Aussen- oder Innengriff die Tür mechanisch entriegelt. Durch einen im Griffschloss eingebauten Schalter wird ein Schaltimpuls auf zwei elektropneumatische Ventile (Verriegelungszylinder und Türzylinder) erteilt und die Tür öffnet sich.

Die Türschliessung wird durch den Zugchef mittels Vierkantschlüssel am UIC-Türschliessschalter (Abbildungen 10–11) einer beliebigen Tür ausgelöst. Alle Türen des Zuges mit Ausnahme derjenigen, an welcher der UIC-Türschliessbefehl ausgelöst wurde, werden daraufhin geschlossen und durch ein elektrisches Signal verriegelt. Die offen gebliebene Tür muss durch Drücken der Türschliesstaste (Abbildung 13) vom Zugchef separat geschlossen werden.

Sobald die Geschwindigkeit des Zuges 5 km/h überschreitet, werden die Türen via die Gleitschutzeinrichtung jedes einzelnen Wagens durch einen zusätzlichen Schliessbefehl verriegelt.

1.8.1.1.3 Einklemmschutz

Das Gummiprofil der Türvorderkante dient als Einklemmschutz. Das Gummiprofil ist durch eine pneumatische Leitung mit einem Druckwellenschalter verbunden. Wenn das Gummiprofil an der Türvorderkante zusammengedrückt wird (z. B. durch einen eingeklemmten Gegenstand), wird der Druckwellenschalter durch den entstehenden Druckanstieg aktiviert. Der Druckwellenschalter wandelt das pneumatische Signal in ein elektrisches Signal um, das die sofortige Türöffnung ansteuert.

Ist das Gummiprofil beschädigt oder spröde, entweicht der Druck anderweitig und der Druckwellenschalter spricht nicht mehr korrekt an.

Damit die Türsteuerung das Aufeinandertreffen der Türflügeldichtung mit dem Türrahmen nicht als «Einklemmen» detektiert, wird kurz vor Erreichen der Türendlage der Einklemmschutz deaktiviert. Diese Position wird durch den Sensor «Tür zu 98 % geschlossen» (Abbildung 9) festgestellt. Dadurch wird ein Druckabbau im Schliesszylinder anlässlich der Berührung der Türflügeldichtung mit dem Türrahmen verhindert und sichergestellt, dass sich die Tür vollständig schliesst.

Während der Instandhaltung wird die korrekte Funktion des Einklemmschutzes mit einer Prüfvorrichtung überprüft. Bei 30 mm Distanz zwischen Türrahmen und Türflügeldichtung muss der Einklemmschutz noch ansprechen und die Schliesskraft sich sofort abbauen.

Dagegen muss bei 10 mm Distanz der Einklemmschutz inaktiv geschaltet sein. Die Tür schliesst sich und wird verriegelt. Die Verriegelung erfolgt mechanisch über ein zweistufiges Verriegelungssystem.

1.8.1.2 Feststellungen am Tag des Unfalls

1.8.1.2.1 Zustand der Türen

Am Sonntag, 4. August 2019, wurde die Pendelzugkomposition in unverändertem Zustand durch die SUST untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass bei der Tür 4 des Wagens B 50 85 21-95 052-9 der Einklemmschutz nicht funktionierte (Abbildung 5) und dadurch die Schliesskraft erhalten blieb. Das Gummiprofil wurde visuell überprüft. Es wies keine offensichtlichen Beschädigungen auf.

Der Schliessbefehl wurde für die Versuche mittels Vierkantschlüssel am UIC-Türschliessschalter der Tür 3 erteilt.

Abbildung 5: Einklemmschutz der Tür 4 funktionierte nicht (Breite des Prüfkörpers 95 mm).

1.8.1.3 Feststellungen im Rahmen vertiefter Untersuchungen

1.8.1.3.1 Druckwellenschalter

Im SBB-Reparaturzentrum in Altstetten wurde festgestellt, dass am Druckwellenschalter der Tür 4 eine Anschlussfahne des elektrischen Kontaktes komplett lose war (Abbildung 6). Dies hatte zur Folge, dass das elektrische Signal für das Wiederöffnen der Tür nicht an das Ventil übertragen wurde und kein Druckabbau des Schliesszylinders erfolgte.

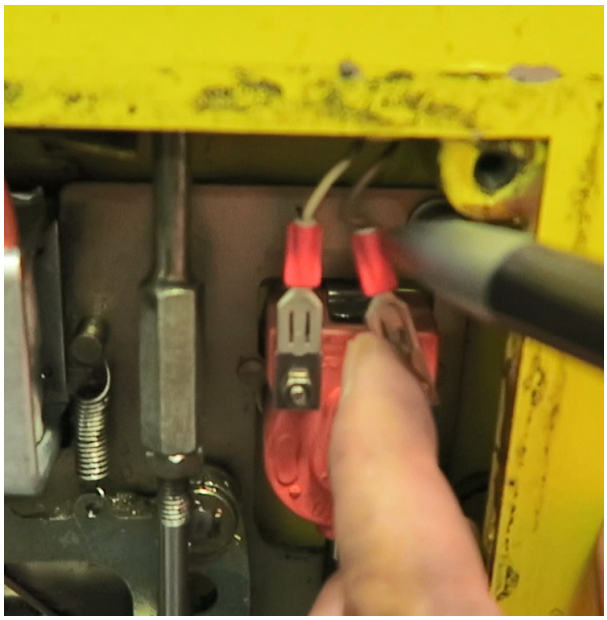

Abbildung 6: Lose elektrische Verbindung beim Druckwellenschalter der Tür 4.

1.8.1.3.2 Türendschalter

Jede Tür verfügt über zwei Endschalter. Die Endschalter «Pb 7[4] – Tür geschlossen und verriegelt» und «Pb 13 – Vorverriegelung» haben die Aufgabe, die geschlossene Position der Tür zu detektieren. Über die sogenannte Grünschlaufe[5] wird ein Signal an die Türkontrolllampe im Führerstand gesendet, dass die Tür geschlossen ist.

Es wurde festgestellt, dass die beiden Endschalter Pb 7 und Pb 13 parallel verkabelt sind. Diese Parallelschaltung der zwei Endschalter Pb 7 und Pb 13 führt dazu, dass bei der Blockierung eines dieser beiden Schalter in der geschlossenen Stellung die Tür unabhängig von ihrer tatsächlichen Position permanent als geschlossen rückgemeldet wird.

1.8.1.3.3 Türendschalter Pb 7

Der Endschalter Pb 7 «Tür geschlossen und verriegelt» wird über das Gestänge der Türverriegelung gesteuert. Dieser Endschalter war dauerhaft in der oberen Stellung «Tür geschlossen und verriegelt» blockiert. Die Verkabelung des unteren

[4] Pb 7 und Pb 13: Bezeichnung des Schalters im Schaltschema.

[5] Grünschlaufe: System bestehend aus einem Stromkreis und mehreren Kontakten und Relais, das dem Lokführer die geschlossenen Türen anzeigt.

Schalters behinderte die freie Bewegung des Endschalters (Anlage 1, Abbildung 14).

Wenn dieser Schalter in der oberen Stellung blockiert ist, treten die folgenden Fehler auf:

- Die Tür wird, unabhängig von der Position der Türflügel, permanent als «geschlossen» rückgemeldet.
- Wird bei dieser Tür der UIC-Türschliessbefehl erteilt, dann schliesst sich diese Tür sofort, obwohl sie nach den Vorgaben für den Zugchef offen bleiben müsste.

1.8.1.3.4 Türendschalter Pb 13

Der Endschalter Pb 13 (Abbildungen 7–8) wurde bereits in der Vorverriegelungsstellung betätigt, obwohl der Türflügel nicht aussenbündig am Wagenkasten anliegt. Der Schalter Pb 13 überbrückt damit die Grünschlaufe, obwohl die Tür nicht verschlossen ist. Dadurch wird dem Lokführer die Tür als geschlossen anzeigt.

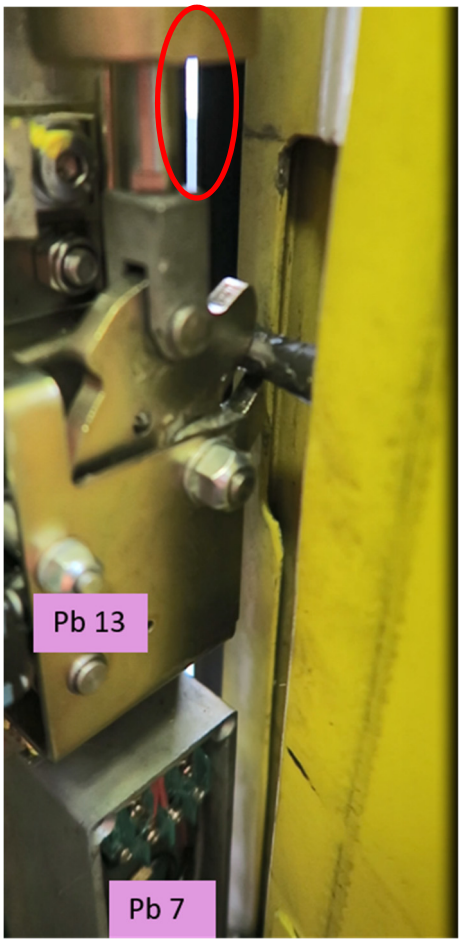

Abbildung 7: Endschalter Pb 13 ist schon betätigt. Türflügel liegt nicht an dem Wagenkasten an.

Abbildung 8: Endschalter Pb 13 ist schon betätigt, obwohl der Türflügel nicht geschlossen ist.

1.8.1.3.5 Sensor «Tür zu 98 % geschlossen»

Der Sensor «Tür zu 98 % geschlossen» schaltet den Einklemmschutz ab, wenn die Tür beim Schliessvorgang 98 % des Weges zurückgelegt hat.

Der Sensor ist an einem geschweissten Träger (Abbildung 9) befestigt. Der Stahlträger war verbogen. Die Parallelität zwischen Sensor und Magnet war nicht mehr sichergestellt.

Die Überprüfung der gegenüberliegenden Tür 3 hat nach mehreren Versuchen zudem ergeben, dass der Schaltpunkt des Sensors «Tür zu 98 % geschlossen» sehr unterschiedlich war. Dies bedeutet, dass der Einklemmschutz bereits vor Erreichen von 98 % des Schliessweges abgeschaltet wird.

Die technische Beschreibung des Herstellers schreibt eine maximale Detektionsdistanz (nominal switching distance) von 12 mm vor.

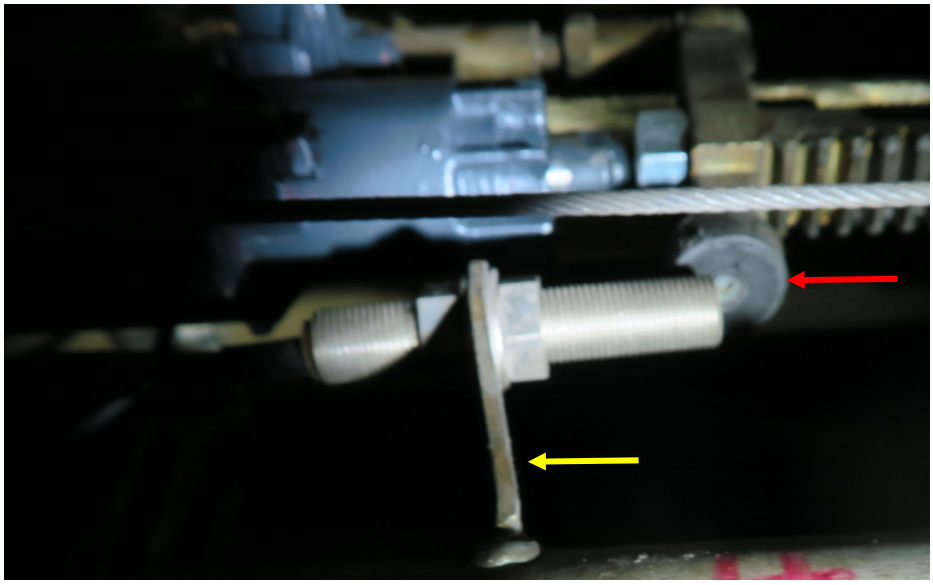

Abbildung 9: Tür 4, Träger des 98 %-Sensors verbogen (gelber Pfeil). Horizontal: Sensor; vertikal: geschraubter Magnet (roter Pfeil).

Im Labor wurden zwei ausgebaute Sensoren mit ihren Magneten einer vertieften Untersuchung unterzogen.

Die vertiefte Untersuchung ergab, dass die getesteten Sensoren sehr unterschiedlich reagierten. Sehr empfindlich waren sie auf die Stärke des jeweils verwendeten Magneten. Wurde die Distanz zwischen dem Sensor und dem Magneten nur um wenige Millimeter verändert, resultierte daraus eine markante Abweichung des Schaltpunktes (Anlage 3, Abbildung 18).

1.8.1.3.6 Einklemmschutzfunktion Türen 1 bis 3

Für alle von der SUST durchgeführten Türschliessversuche wurde ein UIC-Testgerät verwendet. Der so ausgeführte Prüfvorgang entspricht einem UIC-Türschliessbefehl, wie er zum Unfallzeitpunkt erteilt wurde.

Bei der Instandhaltung wird für die Kontrolle des Einklemmschutzes der Schliessbefehl nicht mit dem UIC-Türschliessschalter, sondern mit der Türschliesstaste erteilt (Abbildung 13).

Bei der Überprüfung mittels UIC-Türschliessbefehl funktionierte der Einklemmschutz (30 mm) bei den Türen 1 bis 3 nicht. Die Prüfvorrichtung mit einer Breite von 60 mm wurde eingeklemmt (Abbildung 10).

Danach wurde an der Tür 3 der Schaltpunkt des Sensors «Tür zu 98 % geschlossen» mittels Messgerät überprüft (Abbildung 10). Bei mehreren Versuchen schaltete der Sensor bereits ab einer Distanz zwischen 60 und 80 mm den Einklemmschutz aus.

Abbildung 10: Tür 3; die Breite der Prüfvorrichtung in der horizontalen Position beträgt 60 mm.

1.8.1.3.7 Einbauort des UIC-Türschliessschalter

Der UIC-Türschliessschalter, der mit einem Vierkantschlüssel betätigt wird, ist seitlich an der Türsäule eingebaut (Abbildungen 11–12).

Steht der Wagen an einem Perron P55 (Höhe = 55 cm über SOK, so wie das beim Gleis 2 in Baden der Fall ist), dann liegt der Schalter auf einer Höhe von 1.10 m über Perron. Vom Wagenboden her gemessen liegt der UIC-Türschliessschalter auf einer Höhe von 50 cm.

Abbildung 11: UIC-Türschliessschalter (oranger Pfeil).

Abbildung 12: Details Foto des UIC-Türschliessschalters (oranger Pfeil).

1.8.1.3.8 Türschliesstaste

Die Türschliesstaste ist seitlich im oberen Bereich der Türsäule eingebaut.

Gemessen ab einem Perron P55 (Höhe 55 cm, Fall Baden, Gleis 2) liegt die Türschliesstaste (Abbildung 13) auf einer Höhe von 2.1 m. Eine Betätigung der Türschliesstaste von Perron aus ist nur erschwert möglich.

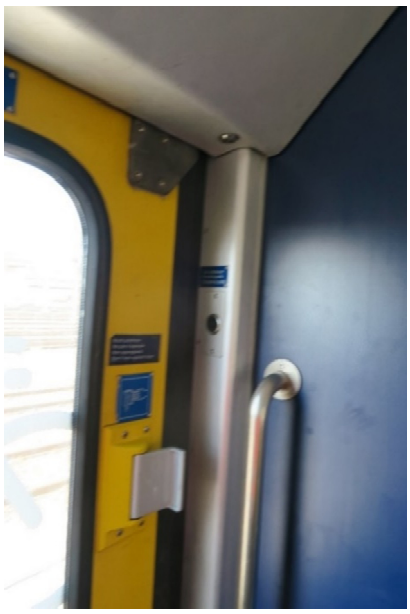

Abbildung 13: Türschliesstaste, oben an der Türsäule.

1.9 Auswertung der Datenaufzeichnung

1.9.1 Fahrdaten

1.9.1.1 Fahrdaten Zug 1893

Die Lokomotive Re 460 110 ist mit einem Fahrdatenaufzeichnungssystem des Typs Teloc 2220 ausgerüstet. Die Fahrdaten des Zuges 1893 wurden ausgewertet.

- Die Haltezeit in Baden dauerte 1 Minute und 10 Sekunden.
- Die Fahrt von Baden nach Killwangen-Spreitenbach dauerte 4 Minuten und 44 Sekunden.
- Die Haltezeit in Killwangen-Spreitenbach dauerte 4 Minuten und 14 Sekunden.

Der Zustand der Türen, respektive das Signal, das die Türkontrolllampe steuert, wird vom System nicht aufgezeichnet.

1.9.1.2 Diagnostik der Leittechnik der Lokomotive

Die Diagnostik (DDS) des Fahrzeugleitgerätes (FLG) der Lokomotive Re 460 110 wurde ausgelesen und der SUST zur Verfügung gestellt.

Die Auswertung ergibt Folgendes:

Am 3. August 2019 um 23:09 Uhr wurde der Test der Notbremsanforderung als erfolgreich registriert.

Am 4. August 2019 um 00:33 Uhr wurde der Ereignisspeicher gesichert.

Für die Zeit zwischen den beiden Einträgen sind keine relevanten Informationen registriert.

Der Zustand der Türkontrolllampe wird durch das Fahrzeugleitgerät nicht erfasst.

1.9.2 Abfahrerlaubnis per SMS

Die Abfahrerlaubnis per SMS wurde vom Zugchef um 00:09:46 Uhr erteilt.

Das SMS wurde auf dem Handy des Lokführers sofort und auf dem CAB-Radio systembedingt mit 5 Sekunden Verzögerung angezeigt.

1.9.3 Funkaufzeichnung

Die aufgezeichneten Gespräche wurden durch die SUST ausgewertet. Die wesentlichen Informationen daraus werden nachstehend zusammengefasst.

1.9.3.1 Zugchef – Lokführer

Die Auswertung der Funkaufzeichnung zeigt, dass der Zugchef drei Mal den Lokführer kontaktierte, wobei die Funkinhalte nicht verständlich waren.

1.9.3.2 Fahrdienstleiter – Lokführer

Um 00:12:51 Uhr kontaktierte der Fahrdienstleiter (Fdl) den Lokführer. Der Fdl forderte den Lokführer auf, in Killwangen am Perron anzuhalten. Es sei eine Meldung der Polizei eingegangen, wonach sich Leute aussen am Zug befinden. Das Zugpersonal werde den Zug kontrollieren.

1.9.3.3 Zugbegleiter 2 – Lokführer

- Um 00:16:09 Uhr kontaktierte der Zugbegleiter 2 den Lokführer. Er habe einen Anruf von der Einsatzzentrale SBB-P bekommen. Er müsse austeigen, um den Zug zu kontrollieren.
- Um 00:18:08 Uhr kontaktierte der Zugbegleiter 2 den Lokführer. Er sei wieder im Zug, die Fahrt könne fortgesetzt werden. Er habe aussen am Zug nichts Aussergewöhnliches feststellen können.

1.10 Vorschriften und Regelung

1.10.1 Schweizerische Fahrdienstvorschriften (FDV)

Für die Abfahrt eines Zuges bzw. zum Erteilen der Abfahrerlaubnis enthalten die FDV im R 300.6 – Zugfahrten, Kapitel 3 Abfahrt, folgende Bestimmungen (Auszug):

3.1 Grundsatz

Sind die Bedingungen für die Abfahrt eines Zuges erfüllt, ist die Fahrt zu beginnen oder nach einem Halt fortzusetzen.

3*.1.1 Bedingungen für die Abfahrt eines Zuges*

Der Lokführer darf beim Vorliegen der Zustimmung zur Fahrt erst abfahren, wenn

– die Zugvorbereitung abgeschlossen ist

– die Türen geschlossen sind

und sofern erforderlich

– die kundendienstliche Bereitschaft erstellt ist

– die Abfahrerlaubnis erteilt ist.

3.4 Kundendienstliche Bereitschaft

Die kundendienstliche Bereitschaft ist erstellt, wenn der Fahrgastwechsel und der Ein- und Ausland beendet sind sowie die Abfahrtszeit erreicht oder das vorzeitige Verkehren zulässig ist. Für die Abfahrt des Zuges ist die Bahnhofuhr massgebend. Nicht öffentlich publizierte Züge dürfen vorzeitig verkehren.

Falls es absehbar ist, dass die kundendienstliche Bereitschaft nicht rechtzeitig erstellt werden kann, verständigt der Lokführer den Fahrdienstleiter. Diese Information erfolgt so früh wie möglich, in der Regel vor dem Erteilen der Zustimmung zur Fahrt.

3.5 Abfahrerlaubnis

3.5.1 Grundsatz

In folgenden Fällen ist im Ausgangsbahnhof oder nach einem vorgeschriebenen Halt eine Abfahrerlaubnis notwendig:

– bei begleiteten Zügen, durch den Zugbegleiter oder

– bei bestimmten in der Fahrordnung gekennzeichneten Zügen, durch den Fahrdienstleiter oder

– bei in der Streckentabelle gekennzeichneten

– Bahnhöfen, Bahnhofteilen oder einzelnen Gleisen,

– kommerziellen Halteorten bei Führerstandsignalisierung,

durch den Fahrdienstleiter.

3.5.2 Erteilen der Abfahrerlaubnis

Vor dem Erteilen der Abfahrerlaubnis durch den Zugbegleiter oder den Fahrdienstleiter, ist zu prüfen, ob eine Zustimmung zur Fahrt vorliegt und die kundendienstliche Bereitschaft erstellt ist.

Die Abfahrerlaubnis ist gemäss den Signalvorschriften oder quittungspflichtig mit dem Befehl: «Zug ... abfahren» zu erteilen.

Sind ortsfeste Signale für Abfahrerlaubnis vorhanden, sind diese zu verwenden.

1.10.2 Abfahrtprozess – Türschliessung und Kontrolle der Türe

1.10.2.1 Abfahrtprozess – Erteilen der Abfahrerlaubnis

Als Hilfsmittel im operativen Betrieb steht dem Zugpersonal eine Checkliste für das Erteilen der Abfahrerlaubnis (Anlage 5, Abbildungen 22–23) in elektronischer Form über eine App zur Verfügung.

Der Standard-Abfahrtprozess (gültig am Unfalltag) schrieb die folgenden wichtigen Punkte für die Abfahrerlaubnis und Türschliessung vor:

- *20 Sekunden vor der Abfahrt: der Zugchef verlangt kundendienstliche Bereitschaftsmeldung von allen Beteiligten mit Achtungspfiff und gelber Karte oder weissem Licht. …*
- *5 Sekunden vor der Abfahrt: der Zugchef nimmt die Bereitschaftsmeldungen entgegen und stellt für seinen Zugteil die kundendienstliche Bereitschaft her.*
- *Bei Zeigersprung: der Zugchef erteilt die Abfahrerlaubnis, steigt zügig ein.*
- *Bei Zeigersprung bis spätestens 10 Sek nach Erteilung Abfahrerlaubnis: der Zugchef betätigt Türschliessung und beobachtet den Schliessvorgang bei nächster Einstiegstüre, schliesst seine Einstiegstüre.*

Die komplette Aufführung der Checkliste ist in der Anlage 5 vorhanden.

1.10.2.2 Türschliessbefehl – Verantwortung für die Kontrolle «Tür geschlossen»

Bis ins Jahr 2013 verkehrten diese Züge im sogenannten 13-poligen Modus. Der Lokführer verfügte über keine Informationen zum Schliesszustand der Wagentüren. Die Verantwortung für die Kontrolle, ob alle Türen geschlossen sind, lag beim Zugchef. Nach dem Betätigen des UIC-Türschliessbefehls führte er eine visuelle Kontrolle durch, ob alle Türen geschlossen sind. Dann erteilte er dem Lokführer

die Abfahrerlaubnis über einen Schlüsselschalter, welcher sich in einem orangen «Abfertigungskasten» auf dem Perron befand. Unmittelbar nach dem Erteilen der Abfahrerlaubnis stieg der Zugchef ein und schloss seine Tür über die Türschliesstaste. Der Lokführer wartete noch 7 Sekunden und fuhr dann los.

Mit der Einführung des 18-poligen Modus wurden die seitenselektive Türfreigabe durch den Lokführer und die Anzeige des Schliesszustandes der Türen im Führerstand implementiert. Der verriegelte Zustand aller Türen wird dem Lokführer über die erloschene Türkontrolllampe im Führerstand angezeigt. Der Zugchef erteilt nur noch den Türschliessbefehl. Die Verantwortung für die Kontrolle, ob alle Türen geschlossen sind, obliegt dem Lokführer.

1.11 Besondere Untersuchung

1.11.1 Überprüfung der modularen Instandhaltung der Türen

1.11.1.1 Generelles

Am 29. August 2019 hat die SUST eine Kontrolle in einer Instandhaltungsserviceanlage der SBB durchgeführt, in der die EW IV unterhalten werden.

Dabei wurden die Prozesse für die Instandhaltung der EW IV-Türen, die Dokumentationen, die Arbeitsanweisungen und die technischen Unterlagen, die den Mitarbeitern zu Verfügung stehen, überprüft.

Die SUST liess sich durch einen Servicemitarbeiter zeigen, wie die Kontrolle an den Türen und den anderen Systemen im Rahmen des 5-täglichen Instandhaltungsintervalles eines EW IV abläuft. Dies, um die Sollzeit zu verifizieren, die den Mitarbeitern gemäss der Arbeitsanweisung (Anlage 4) zur Verfügung steht, um diese Kontrolle durchzuführen.

1.11.1.2 Prozesse Instandhaltung EW IV

Die Instandhaltungsprozesse der EW IV werden heute gemäss einem modularen Unterhaltssystem durchgeführt. Die Mitarbeitenden sind für die Durchführung der verschiedenen Instandhaltungsmodule ausgebildet. Die Mitarbeitenden sind mit einem Tablet ausgerüstet. Die Aufträge, der Inhalt der Module und die nötigen technischen Unterlagen stehen den Mitarbeitenden über dieses Mittel zur Verfügung. Dokumente in Papierform stehen im Reparaturzentrum ebenfalls zur Verfügung.

Gemäss den Wagenhalter-Vorschriften müssen die Einstiegtüren der EW IV in Intervallen von 5 Tagen, 60 Tagen und 240 Tagen kontrolliert werden.

Das EDV-System löst die Arbeitsaufträge aus. Ein Mitarbeitender erhält diverse Instandhaltungsaufträge, die jeweils mit der entsprechenden Fahrzeugnummer referenziert sind. Einzelne Aufträge können das Türsystem, andere z. B. die Bremsen oder weitere Systeme an einem oder mehreren Wagen betreffen.

Daher kann z. B ein Wagen, an dem die 5-tägliche Türkontrolle durchgeführt werden muss, an der vordersten Position einer Pendelzugskomposition eingereiht sein und der zweite zu kontrollierende Wagen ganz am Schluss. Bei der Auslösung der Aufträge berücksichtigt das EDV-System die Einreihung der Wagen nicht.

Es kann auch vorkommen, dass die zu kontrollierenden Wagen nicht in einer Komposition eingereiht sind, sondern einzeln oder in Wagengruppen auf verschiedenen Gleisen abgestellt sind.

Bevor die Kontrolle durchgeführt werden kann, muss der Mitarbeitende sicherstellen, dass die Wagen mit Luft und Strom versorgt sind.

Nachstehend wird nur das Instandhaltungsmodul T002-20 (Intervall 5 Tage) behandelt.

1.11.1.3 EW IV, Modul T002-20, Kontrolle alle 5 Tage

Das Modul T002-20 beinhaltet 21 Bearbeitungspunkte (Anlage 4, Abbildungen 19–21). Die Sollzeit für die Behandlung aller Punkte durch einen einzigen Mitarbeitenden beträgt 8 Minuten.

Nachstehend sind nur die wichtigsten Punkte aus der Standardarbeitsanweisung des Moduls T002-20 zusammengefasst. Die komplette Standardarbeitsanweisung ist in der Anlage 4 vorhanden.

Die folgenden Punkte sind zu überprüfen:

- Kontrollfunktion der Signalisationslampen im Elektroschrank;
- Batterie: Prüfung der Spannung und Isolationskontrolle mittels Taste;
- Zustand der Rauchmelder im WC;
- Inventarkontrolle und fehlendes Material ersetzen;
- Cursator[6]: Störungsmeldung auf Display – LED im Elektroschrank;
- Gleitschutz (Fehlercode auslesen), im Elektroschrank;
- Funktionskontrolle der vier Einstiegstüren: Einklemmschutz, Zustandskontrolle, Lärm respektive Luftverlust, Öffnung, Schliessung, Gängigkeit, Geräusche;
- Funktionsprüfung der LED «Tür offen–zu» auf jeder Türverschalung;
- Türschliessfunktion durch das Geschwindigkeitskriterium 5 km/h. *Um die Schliessung der Türen durch das Geschwindigkeitssignal zu prüfen, muss der Mitarbeiter eine Taste im Elektroschrank betätigen. Das Signal bleibt für eine bestimmte Zeit aktiv. Nach …*
- Funktionskontrolle der Lautsprecheranlage mittels iPod;
- Feuerlöscher: Kontrolle der Ablaufdaten;
- Vorhandensein, Zustand und Lesbarkeit der Piktogramme;
- Kontrolle der Innenbeleuchtung in den Abteilen und WC;
- Funktionskontrolle der Abteil- und Stirnwandtüren;
- Visuelle Kontrolle der Gummiwülste bei den Übergängen;
- Heizung–Klimaanlage: Subjektive Beurteilung, Geräusche;
- WC: Funktionskontrolle des Bioreaktors. Die Anzeige des Füllungsgrads des WCs ist ausserhalb der Wagen angebracht. Um diese zu prüfen, muss ein Schrank im WC geöffnet und die Prüftaste betätigt werden. Danach muss der Mitarbeitende aussen am Wagen die Funktion der Füllstandsanzeige prüfen.

[6] Cursator: Schaltbarer Schlingerdämpfer.

1.11.1.4 Überprüfung der Instandhaltung der gesamten Fahrzeugflotte der SBB-P

Nach dem Erhalt des Zwischenberichtes der SUST vom 20. August 2019 mit den zwei Sicherheitsempfehlungen 141 und 142 hat das BAV am 22. August 2019 eine Verfügung erlassen.

Neben der Umsetzung der zwei Sicherheitsempfehlungen forderte das BAV SBB-P zusätzlich auf, die Organisation und die Prozesse für den Unterhalt der Fahrzeuge überprüfen zu lassen. Das soll durch ein bezüglich der Instandhaltung von Fahrzeugen und Managementsystemen fachkompetentes, externes Unternehmen geschehen und insbesondere den Umgang mit Störungsmeldungen im Betrieb, die Funktionsprüfungen sowie die Prüf- und Freigabeprozesse beinhalten.

1.11.2 Letzte Instandhaltung des Wagens

In der Nacht vom 31. Juli 2019 auf den 1. August 2019 wurde am Wagen B 50 85 21-95 052-9 eine Instandhaltung durchgeführt. Dabei wurden u. a. die Türen nach dem Modul T002-20 mit der Fristigkeit von 5 Tagen geprüft. Die Funktion des Einklemmschutzes wurde als geprüft und korrekt funktionierend protokolliert.

1.11.3 Auszug aus den Störungsmeldungen des Wagens

Das Störungsjournal des betroffenen Wagens wurde anhand des Fahrzeugdossiers (SAP-Auszug) der SBB durch die SUST analysiert.

Die Einträge, die die Einstiegstüren betreffen, sind die Folgenden:

- Am 7. Februar 2019 wurde eine Störung an der Tür 4 (Tür öffnete sich von innen nicht) repariert.
- Am 10. Februar 2019 wurde eine Störung an der Tür 1 (Tür schliesst sich nicht) repariert.
- Am 9. März 2019 wurde eine Störung an der Tür 1 (Türgestänge beschädigt) repariert.
- Am 8. Mai 2019 wurde eine Störung an der Tür 3 (Schliesszylinder undicht) repariert.

Vom 9. Mai 2019 bis zum Unfalldatum wurde keine Meldung betreffend Türstörungen im Fahrzeugdossier eingetragen.

1.11.4 Ergebnisse der durchgeführten Sonderkontrollen an allen Türen der EW IV durch die SBB

Nach dem Unfall hat SBB- P vertiefte Türkontrollen an allen EW IV angeordnet.

Die SUST verlangte bei der SBB die Resultate der Sonderkontrollen zwecks Beurteilung und Vergleich mit den eigenen Feststellungen am Unfallwagen.

In der Periode vom 13. bis zum 28. August 2019 wurden 458 EW IV kontrolliert.

Die Ergebnisse der Kontrollen zeigen die folgenden relevanten Resultate (Stand 28.8.2019):

- Bei 7 Türen war der Einklemmschutz nicht funktionsfähig;
- 17 entdeckte Doppelfehler bei Einklemmschutz und Endschalter Pb 7 (Unfallsituation);
- 166 Wackelkontakte beim Druckwellenschalter.

Die Würdigung der Fehler durch die SUST ist im Kapitel 2.5 dieses Berichtes enthalten.

1.12 Medizinische Abklärungen

Beim verstorbenen Zugchef wurde eine Autopsie durchgeführt. Nach den Ergebnissen der rechtsmedizinischen Untersuchungen des 54 Jahre alt gewordenen Zugchefs erklärt sich der Tod durch ein schwerstes, vorwiegend stumpfes Polytrauma mit konsekutivem Verbluten nach aussen auf nichtnatürliche Weise.

Die toxikologische Untersuchung ergab keine Hinweise auf das Vorhandensein von Trinkalkohol, gängigen Drogen- oder Medikamentenwirkstoffen.

Krankhafte vorbestehende Organbefunde, welchen eine konkurrierende todesursächliche Bedeutung zukommt, waren nicht nachweisbar.

1.13 Zeugenaussagen

Nachstehend ist eine Zusammenfassung aller Zeugenbefragungen, die durch die Polizei durchgeführt wurden, wiedergegeben:

Auf dem Perron 2 in Baden standen vier Personen. Die Zeugen haben bei der Türschliessung nichts Besonders festgestellt. Kurze Zeit später, als sie Schreie nach Hilfe hörten, schauten sie in Richtung Zug und stellten fest, dass der Zug am Anfahren war und der Zugchef in einer Tür mit dem linken Arm eingeklemmt war. In der rechten Hand hielt er ein Handy. Ein Zeuge alarmierte die Polizei.

1.14 Befragungen

1.14.1 Lokführer

In Basel SBB erhielt der Lokführer vom Zugchef die Information, dass bei einem Wagen eine Störung am Cursator vorhanden war. Es waren alle Türen funktionsfähig. Die Komposition war im sogenannten 18-poligen Türschliessmodus unterwegs.

Nach dem Fahrgastwechsel auf dem Gleis 2 in Baden erhielt der Lokführer die Abfahrerlaubnis per SMS auf dem Diensthandy sowie auf dem Cab-Radio. Als die Türkontrolllampe erloschen war, fuhr er los. Kurze Zeit später gingen drei Anrufe auf dem Cab-Radio ein. Als der Lokführer jeweils das Mikrotel abnahm, hörte er nur Lärm. Kurz vor Killwangen-Spreitenbach bekam er einen Anruf vom Fahrdienstleiter, der ihn aufforderte, in Killwangen-Spreitenbach am Perron anzuhalten, um den Zug zu kontrollieren. Die Türfreigabe wurde nicht erteilt. Ein Zugbegleiter stieg aus und kontrollierte den Zug. Es wurde nichts Besonderes festgestellt. Als der Zugbegleiter den Befehl für die Weiterfahrt erteilte, fuhr der Lokführer weiter bis nach Zürich.

1.14.2 Zugbegleiter 1

Der Zugbegleiter 1 befand sich im vordersten Wagen hinter der Lokomotive. In Baden stieg er aus. Nachdem der Zugchef die Bereitschaft mittels Pfeifsignal anforderte, meldete er diese per Handlampe zurück und stieg ein. Seine Tür schloss sich.

1.14.3 Zugbegleiter 2

Der Zugbegleiter 2 befand sich am Ende des Zuges. In Baden stieg er aus. Nachdem der Zugchef die Bereitschaft mittels Pfeifsignal anforderte, meldete er diese per Handlampe zurück und stieg ein. Seine Tür schloss sich. In Killwangen-Sprei-

tenbach erhielt er einen Anruf von der Einsatzzentrale SBB-P. Es wurde ihm mitgeteilt, dass der Zugchef nicht erreichbar sei. Er müsse den Zug kontrollieren. Er nahm mit dem Lokführer Kontakt auf und teilte ihm mit, dass er aussteigen müsse und der Lokführer nicht weiterfahren dürfe. Er öffnete seine Tür mit der Türnotöffnung und stieg aus. Nach der erfolglosen Suche stieg er wieder ein und gab dem Lokführer die Erlaubnis für die Weiterfahrt. Anschliessend rief er die Einsatzzentrale wieder an, um Bescheid zu geben, dass er nichts festgestellt hatte.

1.15 Abfahrtprozess, Einhaltung der Vorschriften bei Türschliessung

Die SUST tauschte sich informell mit verschiedenen Zugchefs über das Thema Abfahrtprozess aus, um zu erfahren, wie der Abfahrtprozess von den Mitarbeitenden in der Praxis erlebt und gelebt wird.

Der Standard-Abfahrtprozess schreibt vor, dass der Zugchef die Abfahrerlaubnis erteilt und sofort einsteigt. Dann erteilt er den UIC-Türschliessbefehl und beobachtet den Schliessvorgang bei der nächsten Einstiegstüre. Anschliessend schliesst er seine eigene Türe.

Nach Aussage von mehreren Mitarbeitenden war bekannt, dass die Türschliessung bei den EW IV nicht immer zuverlässig funktioniert. Der SUST wurde mitgeteilt, dass es schon mehrmals vorgekommen sei, dass eine Tür einer Pendelzugkomposition nicht schloss, obwohl der UIC-Türschliessbefehl mehrmals und langanhaltend gegeben wurde. Das Zugpersonal vertraut diesem Türschliesssystem nicht mehr vorbehaltlos.

Als Folge davon erteilten bis zu diesem Unfall einige Zugchefs den Schliessbefehl vom Perron aus, um die Schliessung der Türen besser überwachen und so die Sicherheit der Passagiere gewährleisten zu können. Dies, weil es oftmals vom Wageninnern aus nicht möglich sei, den ganzen Zug zu beobachten. Aus Skepsis gegenüber dem Türschliesssystem wurde so vorgegangen, obwohl gemäss der zum Zeitpunkt des Unfalls geltenden Vorgabe die Überwachung der Türschliessung dem Lokführer mittels Türkontrolllampe oblag.

1.16 Obsoleszenz-Management

Die Eisenbahnunternehmen sind für den sicheren Betrieb und die Instandhaltung der Fahrzeuge verantwortlich[7]. Die Instandhaltung und die Erneuerung müssen den für die Betriebssicherheit erforderlichen Zustand der Fahrzeuge gewährleisten[8]. Wenn ein System oder eine Komponente nicht mehr zuverlässig funktioniert oder fehleranfällig wird, obliegt es im Rahmen des Obsoleszenz-Managements[9] dem Fahrzeughalter[10], Massnahmen für die Gewährleistung der Zuverlässigkeit und Sicherheit solcher Systeme umzusetzen.

[7] EBV Art. 10 Abs. 1

[8] EBV Art. 13 Abs. 1

[9] Obsoleszenz-Management: Bezeichnung SBB Personenverkehr «Systemerhalt und Entwicklung».

[10] EBG Art. 17b

2 Analyse

2.1 Technische Aspekte

2.1.1 Einklemmschutz

Ein elektrischer Anschluss des Druckwellenschalters war komplett lose. Folglich war die Einklemmschutzfunktion an der Tür 4 des Wagens B 50 85 21-95 052-9 nicht funktionsfähig. Wenn anlässlich der Schliessung die Tür auf ein Hindernis traf, blieb die Schliesskraft erhalten.

Der Wagen wurde fünf Tage vor dem Unfall einer regelmässigen Türkontrolle unterzogen. Dabei wurde die Einklemmschutzfunktion aller vier Türen als überprüft und als in Ordnung befunden protokolliert. Wie die Anschlussmutter des Druckwellenschalters sich in so kurzer Zeit so weit gelöst haben soll, ist nicht erklärbar.

Die pneumatischen Einklemmschutzsysteme sind sehr empfindlich. Eine Beschädigung des Gummiprofils oder die Sprödigkeit des Gummimaterials verhindern einen Druckanstieg im Innern des Gummiprofils und erschweren oder verunmöglichen die korrekte Detektion eingeklemmter Objekte durch den Druckwellenschalter.

2.1.2 Blockierter Endschalter Pb 7

Der Endschalter Pb 7 «Tür geschlossen und verriegelt» der Tür 4 war dauerhaft in der oberen Stellung blockiert. Dieser Fehler führte dazu, dass bei der Erteilung des UIC-Türschliessbefehls die Tür sich fälschlicherweise sofort schloss.

2.1.3 Magnetsensor «Tür zu 98 % geschlossen»

Die Schweisskonstruktion der Träger (Abbildung 9) erschwert die Einhaltung der Detektionstoleranzen, da die Parallelität zwischen Sensor und Magnet nicht immer sichergestellt ist.

Die Überprüfung der gegenüberliegenden Tür 3 mit mehreren Versuchen ergab zudem, dass der Schaltpunkt des Sensors «Tür zu 98 % geschlossen» sehr unterschiedlich war. Im Labor konnte nachgewiesen werden, dass bereits eine Veränderung der Distanz zwischen dem Sensor und dem Magneten von nur wenigen Millimetern eine markante Abweichung des Schaltpunktes des Sensors zur Folge hat.

Wenn der Sensor zu früh anspricht, wird der Einklemmschutz bereits vor 98 % des Schliessvorganges abgeschaltet. In diesem Zustand kann ein Gegenstand grösser als 30 mm eingeklemmt werden, ohne dass ein Druckabbau im Schliesszylinder erfolgt und die Tür wieder öffnet.

2.1.4 Türrückmeldung

Der Lokführer muss den Informationen betreffend die Türschliessung vertrauen können, die er über die rote Türkontrolllampe erhält. Dies bedingt, dass die Grünschlaufe eine hohe Zuverlässigkeit aufweist.

Das aktuell eingebaute System erfüllt diese Anforderung nicht. Eine Grünschlaufe funktioniert nur dann mit hoher Zuverlässigkeit, wenn alle Komponenten, die zu überwachen sind, in einer sogenannten Serienschaltung verdrahtet sind. Eine Parallelschaltung der beiden Endschalter Pb 7 und Pb 13 führt zu einer deutlich schlechteren und damit ungenügenden Zuverlässigkeit: Wenn bei einer Parallelschaltung auch nur einer der beiden Schalter in der geschlossenen Stellung blockiert ist, wird die Tür permanent als geschlossen gemeldet.

Die Sichtung der SBB-Türunterlagen bis zurück ins Jahr 2005 zeigte, dass schon damals die beiden Endschalter parallel geschaltet waren.

Solange die Zuständigkeit für die Türkontrolle beim Zugchef lag, benötigte der Lokführer im Führerstand keine Informationen über den Schliesszustand der Türen. Daher war die Parallelschaltung der beiden Endschalter Pb 7 und Pb 13 und das zu frühe Ansprechen des Endschalters Pb 13 (spricht schon an, bevor der Türflügel am Wagenkasten anliegt) nicht sicherheitsrelevant.

Nach dem Umbau vom 13- zum 18-poligen Modus ergab sich jedoch eine andere Situation. Der Zugchef erteilt zwar den Türschliessbefehl, die Zuständigkeit für die Kontrolle, ob alle Türen geschlossen sind, liegt aber beim Lokführer. Der Lokführer erhält die Information über den Zustand der Türen über die Türkontrolllampe. Das damit verbundene System muss daher über eine hohe Zuverlässigkeit verfügen.

2.2 Organisatorische Aspekte

2.2.1 Durchführung des 5-täglichen Kontrollmoduls T002-20

Für die Durchführung des 5-täglichen Kontrollmoduls T002-20 steht den Technikern eine Standardarbeitsanweisung zur Verfügung. Die Bearbeitungspunkte sind in einer festgelegten Reihenfolge aufgelistet.

Der erforderliche Ausgangszustand der Wagen bei Arbeitsbeginn wird in der Standardarbeitsanweisung nicht berücksichtigt. Vorgängig zur Kontrolle der Türschliessung durch das Geschwindigkeitskriterium muss der Mitarbeiter die vier Türen öffnen. Danach muss er durch den ganzen Wagen eilen. Das Gleitschutzgerät, das das Geschwindigkeitskriterium 5 km/h für die Türverrieglung liefert, ist auf einer Plattform in einem Elektroschrank eingebaut. Das Testsignal bleibt für eine bestimmte Zeit aktiv. Um die Schliessung der Türen auf der gegenüberliegenden Plattform zu verifizieren, muss der Mitarbeiter nochmals durch den ganzen Wagen eilen. Dann muss er den korrekten Türschliessvorgang überprüfen. Er muss kontrollieren, ob kein Geräusch (Luftverlust) vorliegt. Daraufhin muss er zwecks Kontrolle des Einklemmschutzes erneut die Tür öffnen. Die Einklemmschutzfunktion jeder Tür wird überprüft, indem der Mitarbeiter seinen Fuss in den Türspalt legt und den Schiessbefehl über die Türschliesstaste erteilt.

In der vorgeschriebenen Sollzeit steht u. a. auch noch die Überprüfung der WC-Anlage an. Dazu muss der Mitarbeiter im WC einen Schrank öffnen, die Prüftaste betätigen und aus dem Wagen aussteigen, um die LED der äusseren Füllstandsanzeige zu kontrollieren. Die LED bleiben nur während fünf Sekunden aktiv. Anschliessend sind noch die restlichen Kontrollpunkte durchzuführen.

Bei Unsicherheiten über die Resultate eines Tests muss dieser wiederholt werden. Für die Wiederholung eines Tests ist keine Zeitreserve vorgesehen.

Falls die Fehler bzw. die Störungen nicht sofort durch den Mitarbeitenden behoben werden können (z. B. eine Lampe austauschen), werden diese an den kurativen Unterhalt gemeldet. Kleinere notwendige Reparaturen werden zu einem späteren Zeitpunkt durch einen anderen Mitarbeitenden ausgeführt. Falls das Fahrzeug bis zur Aufhebung einer Türstörung wieder im Betrieb gesetzt werden muss, wird die Tür abgesperrt und bezettelt. Wenn die Fahrtauglichkeit des Wagens nicht mehr sichergestellt ist, wird dieser ausser Betrieb genommen.

Das SAP-System generiert für einen bestimmten Mitarbeitenden Kontrollaufträge, die verschiedene Module auf verschiedenen Wagen beinhalten können. Das System nimmt nicht Rücksicht darauf, wo die verschiedenen Wagen innerhalb einer Komposition eingereiht sind.

Die für eine seriöse und korrekte Durchführung des Moduls T002-20 vorgeschriebene Sollzeit von acht Minuten, die dem Mitarbeitenden zur Verfügung steht, ist unzureichend, um die 21 Kontrollpunkte abzuarbeiten.

2.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

2.3.1 Abfahrtprozess

Für das Erteilen der Abfahrerlaubnis kommen bei der SBB situationsabhängig zwei unterschiedliche Prozesse zur Anwendung: einerseits der Standardprozess (Anlage 5, Abbildung 22), welcher im Regelbetrieb angewendet wird, und andererseits ein bei gestörter Türsteuerung anzuwendender Prozess (Anlage 5, Abbildung 23). Am Tag des Unfalls musste der Zug 1893 gemäss dem Standardprozess abgefertigt werden. Dabei sollte der Zugchef im Bahnhof Baden nach Einholen der Bereitschaftsmeldung zuerst die Abfahrerlaubnis erteilten (per SMS), rasch einsteigen und dann den UIC-Türschliessbefehl erteilen.

Das Verlangen und Entgegennehmen der Bereitschaftsmeldung erfolgte vor der Abfahrerlaubnis per SMS. Dies entsprach nicht dem Standardprozess, hatte aber keinen Einfluss auf den Unfall.

Nach dem Unfall vom 4. August 2019 wurde der Abfahrtprozess für die Pendelzugkomposition Re 460 und EW IV durch SBB-P angepasst. Der Standardprozess, welcher zum Unfallzeitpunkt galt, wird nicht mehr angewendet.

Seit dem 30. September 2019 werden die Pendelzugkompositionen mit Re 460 immer nach dem Prozess «gestörte Türsteuerung im 18-poligen Betrieb» abgefertigt, und zwar unabhängig davon, ob eine Türstörung vorliegt oder nicht. Dieser neue Prozess beinhaltet – abhängig von der technischen Ausrüstung – zwei unterschiedliche Vorgehensweisen für das Erteilen der Abfahrerlaubnis:

Abfahrerlaubnis per SMS:
Wird die Abfahrerlaubnis per SMS erteilt, erfolgt der Versand erst am Ende des Prozesses, wenn der Zugchef in den Zug eingestiegen ist und seine eigene Tür geschlossen hat. So wird gewährleistet, dass der Zugchef sicher eingestiegen ist, bevor der Lokführer die Abfahrerlaubnis erhält.

Abfahrerlaubnis am Abfertigungskasten:
An Bahnhöfen, an welchen die Abfahrerlaubnis noch am Abfertigungskasten erfolgt, wird zuerst der UIC-Türschliessbefehl betätigt und anschliessend die Abfahrerlaubnis erteilt. Erst danach steigt der Zugchef in den Zug ein und schliesst seine eigene Tür von innen. Die Wahrscheinlichkeit des Einklemmens kann mit dieser Vorgehensweise zwar weitgehend vermindert werden, allerdings ist dabei nicht auszuschliessen, dass bei einem blockierten Türendschalter – wie im vorliegenden Fall – dem Lokführer die geschlossene Stellung der Türen rückgemeldet wird, obwohl die Tür des Zugchefs noch offen ist und dieser vielleicht noch nicht eingestiegen ist.

2.4 Menschliche Aspekte

Nach Aussage mehrerer Zugchefs war bekannt, dass die Türschliessung bei den EW IV nicht immer zuverlässig funktionierte. Um die Sicherheit der Passagiere zu gewährleisten (die Kontrolle des Türschliessvorganges vom Wageninnern aus ist in vielen Fällen nur erschwert oder nicht möglich), erteilten einige Zugchefs bis zu diesem Unfall den Schliessbefehl vom Bahnsteig aus. Dieses Verhalten kann zwar, in Bezug auf die Reisenden, als sicherheitsbewusst gewertet werden, missachtet aber den bis zum Unfallzeitpunkt geltenden Abfahrtprozess.

2.5 Würdigung der bei der Sonderkontrolle entdeckten Fehler

Die grosse Anzahl der entdeckten Fehler zeigt, dass die im Rahmen der Instandhaltungsprozesse durchgeführten Kontrollarbeiten nur ungenügende Resultate erbrachten.

Für die Kontrolle aller 21 Punkte des Instandhaltungsmoduls T002-20 (5-tägliche Kontrolle) steht den Mitarbeitern eine Sollzeit von 8 Minuten zur Verfügung. Angesichts der dabei durchzuführenden Arbeitsschritte ist es offensichtlich, dass diese innerhalb der Sollzeit nicht mit der nötigen Sorgfalt durchgeführt werden können. Die ungenügende Zeit, die dem Mitarbeitenden zur Verfügung steht, kann eine Erklärung für die grosse Anzahl entdeckter Fehler bei der Sonderkontrolle liefern.

2.6 Obsoleszenz-Management

Seit Anfang des Jahres 2000 existieren auf dem Markt Ersatzkomponenten für pneumatische Einklemmschutzsysteme, wie elektrische Leisten, die im Profil integriert werden können, oder Halbleiter-Gummiprofile, die auf Kundenwunsch hergestellt werden können. Solche Systeme sind auch im Falle einer Beschädigung in der Lage, ihre Funktion zu gewährleisten.

Die Anzahl Fehlfunktionen am Einklemmschutz, die durch die SBB anlässlich der angeordneten Sonderkontrolle entdeckt wurden, und dies obwohl die Türfunktion in einem Intervall von 5 Tagen kontrolliert wird, deutet auf ein nicht mehr zuverlässiges System hin. Es liegt in der Verantwortung eines Fahrzeughalters die Betriebssicherheit seiner Fahrzeuge durch Unterhalten oder Erneuern von Systemen zu gewährleisten und somit in Rahmen des Obsoleszenz-Managements nicht mehr zuverlässige Systeme zu hinterfragen und zu ersetzen.

2.7 Unfallhergang

Bei korrekter Funktionsweise schliessen sich bei der Erteilung des UIC-Türschliessbefehls alle Türen des Zuges mit Ausnahme derjenigen, an welcher der UIC-Türschliessschalter betätigt wurde. Wenn der Endschalter Pb 7 blockiert ist, schliesst sich fälschlicherweise auch diese Tür sofort. Wenn gleichzeitig noch der Einklemmschutz nicht funktioniert, bleibt beim Einklemmen eines Gegenstandes die Schliesskraft bestehen.

Der genaue Unfallhergang konnte nicht mit vollständiger Sicherheit nachvollzogen werden. Die Indizien weisen aber darauf hin, dass die Erteilung des UIC-Türschliessbefehls vom Bahnsteig aus erfolgte. Aufgrund der oben beschriebenen Fehlfunktionen am Endschalter Pb 7 und am Einklemmschutz der betroffenen Tür 4 schloss sich diese und klemmte den linken Arm des Zugschefs ein. Durch den blockierten Endschalter Pb 7 wurde die Tür dem Lokführer permanent als «ge-

schlossen» rückgemeldet. Als die Türkontrolllampe erloschen war, fuhr der Lokführer los, und der in der Tür 4 des fünftletzten Wagens eingeklemmte Zugchef wurde mitgeschleift.

3 Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

3.1.1 Technische Aspekte

3.1.1.1 Unfallwagen B 50 85 21-95 052-9

- Der Einklemmschutz der Tür 4 funktionierte nicht.
- Am Druckwellenschalter der Tür 4 war eine Anschlussfahne des elektrischen Kontaktes lose.
- Der Endschalter Pb 7 «Tür geschlossen und verriegelt» war dauerhaft in der oberen Stellung «Tür geschlossen und verriegelt» blockiert. Dies führte bei der Erteilung des UIC-Türschliessbefehls zu einem sofortigen Schliessen der Tür 4.
- Der blockierte Endschalter Pb 7 überbrückte, unabhängig von der Türposition, die Grünschlaufe der Tür 4.

3.1.1.2 Systemische Probleme bei der EW IV-Tür

- Bereits die Vorverriegelung über den Endschalter Pb 13 überbrückt die Grünschlaufe, obwohl die Tür nicht verschlossen ist.
- Die Grünschlaufe ist so konzipiert, dass die rote Türkontrolllampe im Führerstand erlischt, obwohl nicht alle Türen vom Zug effektiv geschlossen und verriegelt sind.
- Der Magnetsensor «Tür zu 98 % geschlossen» schaltet unterschiedlich und kann damit den Einklemmschutz auch zu früh abschalten.

3.1.2 Organisatorische Aspekte

- Im Bereich Instandhaltung ist die vorgegebene Sollzeit von 8 Minuten für die Ausführung der 21 Punkte des Instandhaltungsmoduls T002-20 (alle fünf Tage) unzureichend, um eine korrekte Arbeit in der geforderten Qualität sicherzustellen.
- Bei der letzten Ausführung des Moduls T002-20 am 31. Juli 2019 wurden alle Türen des Unfallwagens als in Ordnung protokolliert.

3.1.3 Betriebliche oder prozessuale Aspekte

- Die Türschliessung durch den UIC-Türschliessbefehl bei den EW IV funktionierte nicht immer zuverlässig.
- Die Vorgaben für den Abfahrtprozess wurden durch den Zugchef nur teilweise befolgt, weil eine korrekte Beobachtung des Türschliessvorganges vom Wageninnern nicht immer möglich ist. Vom Bahnsteig aus hat der Zugchef einen besseren Überblick über den Türschliessvorgang.
- Bei Erteilen der Abfahrerlaubnis am Abfertigungskasten durch den Zugchef besteht das Risiko, dass der Zug abfährt, bevor der Zugchef eingestiegen ist.

3.1.4 Menschliche Aspekte

Um den Türschliessvorgang besser beobachten zu können, haben einige Zugchefs den UIC-Türschliessbefehl mit dem Vierkantschlüssel vom Perron aus erteilt, weil sie das Vertrauen in das korrekte Funktionieren der Türschliessung verloren haben.

3.1.5 Obsoleszenz-Management

Die Anzahl Fehlfunktionen des Einklemmschutzes deuten auf ein nicht mehr zuverlässiges System hin. In Rahmen des Obsoleszenz-Managements wäre es angemessen gewesen, das Einklemmschutzsystem durch ein neues System zu ersetzen.

3.2 Ursache

Der Unfall ist darauf zurückzuführen, dass sich die Tür 4 aufgrund des blockierten Endschalters «Pb 7» fälschlicherweise unmittelbar nach dem Erteilen des UIC-Türschliessbefehls durch den Zugchef schloss. Weil der Einklemmschutz nicht funktionierte, wurde der Zugchef beim Schliessvorgang mit dem linken Arm in der Tür eingeklemmt. Durch den blockierten Endschalter «Pb 7» wurde die Tür dem Lokführer permanent als «geschlossen» gemeldet. Als die Türkontrolllampe im Führerstand erloschen war, fuhr der Lokführer los. Der in der Tür 4 des fünftletzten Wagens eingeklemmte Zugchef wurde mitgeschleift und dabei tödlich verletzt.

Zum Unfall hat beigetragen:

Der Abfahrtprozess, der den Versand der Abfahrerlaubnis per SMS vorschrieb, bevor der Zugchef in den Wagen eingestiegen war.

Die folgenden systemischen Fehler wurden im Rahmen der Untersuchung erkannt:

- Die falsche Konzeption der Grünschlaufe durch die Parallelschaltung der zwei Endschalter «Pb 7» und «Pb 13»;
- Die vorgegebene, für die Ausführung des 5-täglichen Instandhaltungsmoduls T002-20 zur Verfügung stehende Sollzeit ist nicht ausreichend.

4 Sicherheitsempfehlungen, Sicherheitshinweise 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.

Mit dem Zwischenbericht von 20. August 2019 wurden die zwei folgenden Sicherheitsempfehlung ausgesprochen:

4.1.1 Einklemmschutz

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Das pneumatische Einklemmschutzsystem muss systembedingt kurz vor dem Abschlussvorgang ausgeschaltet werden.

Der zuverlässige Schaltpunkt des Sensors «Tür zu 98 % geschlossen», der das pneumatische Einklemmschutzsystem deaktiviert, ist nicht gewährleistet. Daher kann die Einklemmschutzfunktion, entgegen seiner Vorgabe, vor Erreichen von 98 % der Türschliessung nicht mehr garantiert werden.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 141

Die SUST empfiehlt dem BAV, den Fahrzeughalter aufzufordern, das heutige System für die Inaktivschaltung des Einklemmschutzes auf dem EW IV durch ein zuverlässiges System zu ersetzen.

4.1.2 Türrückmeldung im Führerstand

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

In die Türen eingeklemmte Personen oder Gegenstände müssen mit hoher Sicherheit festgestellt werden. Das heutige System der EW IV mit der Parallelschaltung von zwei Türendschaltern erfüllt diese Anforderung nicht. Die Tür kann dem Lokführer als geschlossen gemeldet werden, obwohl diese nicht ganz verschlossen ist. Dies führt zu Unsicherheit beim Lokpersonal und kann zu Unfällen führen.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 142

Die SUST empfiehlt dem BAV, den Fahrzeughalter aufzufordern, das Türendschaltersystem der EW IV so anpassen zu lassen, dass die rote Kontrolllampe dem Lokführer den korrekten Zustand der Türen anzeigt.

4.2 Sicherheitshinweis

4.2.1 Prozess «Erteilen der Abfahrterlaubnis mittels Abfertigungskasten»

4.2.1.1 Sicherheitsdefizit

In Bahnhöfen, bei welchen die Abfahrterlaubnis noch mittels Abfertigungskasten erteilt wird, erteilt der Zugchef die Abfahrterlaubnis, bevor er in den Zug einsteigt und seine Tür schliesst. Wenn ein technischer Defekt bei einer Tür vorliegt (die moderne Türsteuerungen überprüfen die Schaltung der Kontakte, die älteren EW IV Türsteuerungen nicht), wird die Tür beim Lokführer als geschlossen rückgemeldet, obwohl diese noch nicht geschlossen ist. So besteht das Risiko, dass der Zug abfährt, bevor der Zugchef eingestiegen ist, weiterhin.

4.2.1.2 Sicherheitshinweis Nr. 22

Zielgruppe: SBB Personenverkehr

SBB Personenverkehr sollte überprüfen, ob mit dem neu eingeführten Prozess (30.09.2019) in Bahnhöfen, in welchen die Abfertigung von Pendelzugkompositionen Re 460 mit EW IV noch mittels Abfertigungskasten stattfindet (Erteilung der Abfahrterlaubnis, bevor der Zugchef im Wagen eingestiegen ist), das Risiko für das Zugspersonal tragbar ist.

4.3 Seit dem Unfall getroffene Massnahmen

Die der SUST bekannten Massnahmen werden im Folgenden kommentarlos aufgeführt.

Die zwei SUST-Empfehlungen wurden mit der BAV-Verfügung von 22. August 2019 umgesetzt.

Der Abfahrtprozess für die Abfertigung von Pendelzugkompositionen mit EW IV wurde ab den 30. September 2019 angepasst.

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

Bern, 26. Mai 2020 Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle

Anlage 1

Tür 4 – Endschalter Pb 7 «Tür verschlossen und verriegelt»

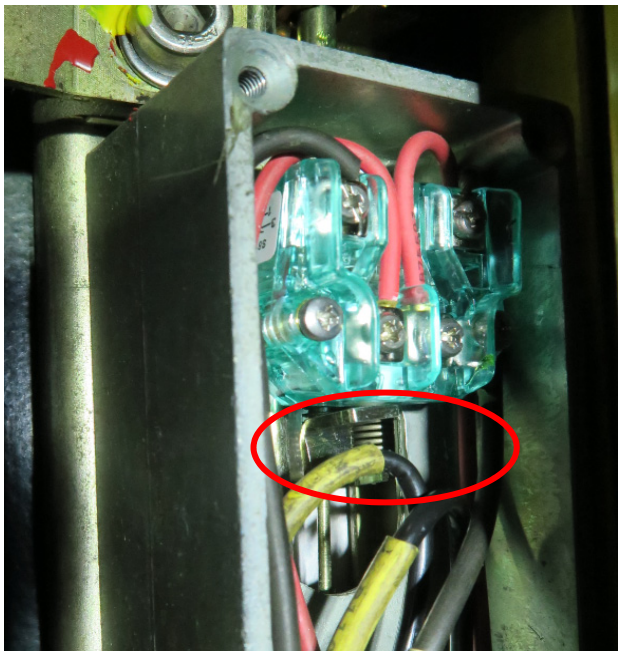

Abbildung 14: Die Verkabelung des unteren Schalters verhindert die freie Bewegung des Endschalters Pb 7 (roter Kreis).

Tür 3 – Endschalter Pb 7 «Tür verschlossen und verriegelt»

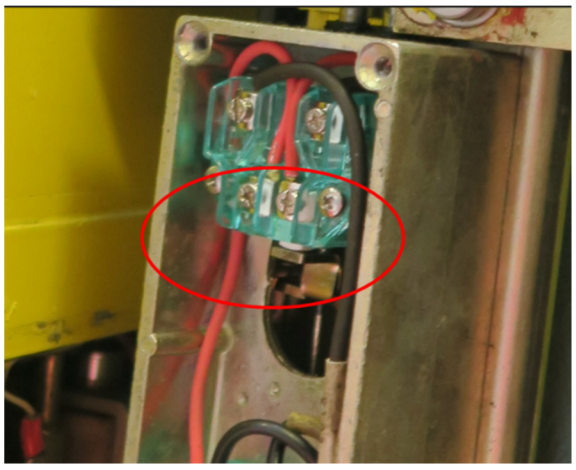

Abbildung 15: Die Verkabelung des unteren Schalters der Tür 3 verhindert das korrekte Funktionieren des oberen Schalters nicht.

Anlage 2

Tür 4 – Endschalter Pb 13 «Vorverriegelung»

Abbildung 16: Tür 4, Endschalter Pb13 schon betätigt in der Vorverriegelungsstellung. Der Türflügel liegt noch nicht am Wagenkasten an.

Anlage 3

Magnetsensor «Tür 98 % geschlossen»

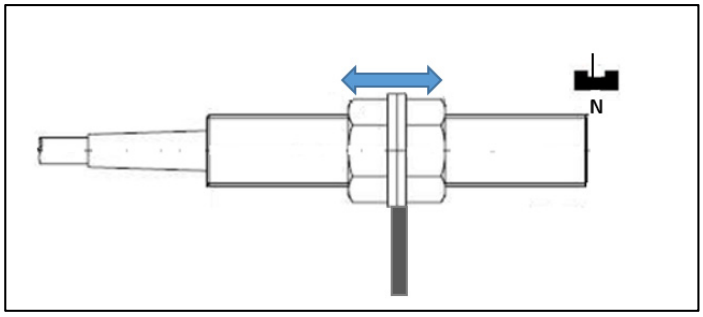

Abbildung 17: Typenzeichnung des Sensors.

Auszug aus Datasheet:

«Die Annäherung kann sowohl durch Permanent- als auch durch Elektromagnete erfolgen, wobei die Empfindlichkeit des Schalters und die Feldstärke des Magneten den Abstand zwischen Schalter und Magnet bestimmen».

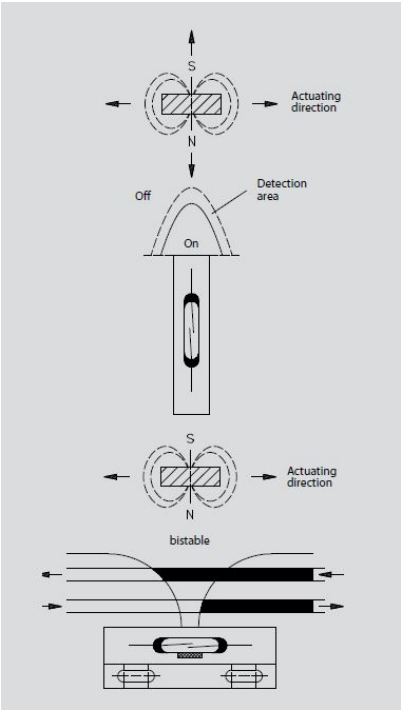

Abbildung 18: Schaltpunkt Sensor.

Anlage 4

5-Tage Instandhaltungsmodule EW IV - T002-20

Teil 1/3

P-OP	PM-Steuerkarte vom 15.05.2019		Seite 1 / 3
PM-Auftrag:	156796487	Plandatum:	01.01.2020
Arbeitsplatz:	TEAM-T	Werk:	2110
FahrzeugNr:	50 85 2195079-2 (B EWIV 200)		
T002 / 20	Inspektion 2	Baugruppe:	
Vorgang:	0001 B EWIV 200		
Sollzeit:	8.0 MIN	Frist:	5--Tage
Ausf. Arbpl.:	TEAM-T		

Vorgang: 0010 / M-TC03 Schalttafel (Gerüst)

Schalttafel S1: Kontrolle/Funktion
1. Schalter: Richtige Stellung
2. Sicherungsautomaten: Richtige Stellung (EIN)
3. Meldelampenprüfung
4. Meldelampen: Bei Störung Reparatur veranlassen
5. Batteriespannung und -ladung: Funktionskontrolle
6. Erdschlussprüfung

Vorgang: 0020 / M-EE02 Cursator

Cursatorsteuerung: Kontrolle
Störungs-LED: Fehlermeldungen
Fahrzeug darf nicht mit CSD-Störung in Betrieb

Vorgang: 0030 / M-JB17 Brandmeldeanlage, Schutzeinrichtungen

Rauchmelder WC, Apparateschrank (S1): Zustand, Befestigung

Vorgang: 0060 / M-PF01 Lautsprecheranlage

Lautsprecheranlage: Kontrolle
Während der Arbeit werden die Abteile mit Musik beschallt.

Fertigungshilfsmittel für Vorgang 0060

Pos.-Nr.	Fertigungshilfsmittel		Menge
0010	20001382 BBA 000 01	Microtel mit IPod	1.00 %

Vorgang: 0070 / M-QE03 Gleitschutzeinrichtung

Gleitschutz Mikroprozessor: Diagnose
1. Fehlercode/LED ablesen
2. Reparatur veranlassen

Fertigungshilfsmittel für Vorgang 0070

Pos.-Nr.	Fertigungshilfsmittel		Menge
0020	20000895 BBA 000 08	Gleitschutzimpulsgeber Typ IMG100	1.00 %
0040	20001138 BBA 000 05	Kontrolle der Gleitschutzeinrichtung	1.00 %
0050	20217766 BBA 000 01	Instandhaltung Gleitschutz KES	1.00 %

Vorgang: 0100 / M-NB03 Einstiegstür

Einstiegtür: Kontrolle
1. Einklemmschutz: Funktion

Vorgang: 0110 / M-NB03 Einstiegstür

Einstiegtür: Kontrolle
1. Zustand
2. Öffne- und Schliessvorgang: Gängigkeit, Geräusche
3. LED: Kontrolle
   3.1 Tür offen: LED an
   3.2 Tür zu: LED aus

Abbildung 19: Auszug SBB-Unterlagen, Standardarbeitsanweisung Modul EW IV.

Teil 2/3

P-OP	PM-Steuerkarte vom 15.05.2019		Seite 2 / 3
PM-Auftrag:	156796487	Plandatum:	01.01.2020
Arbeitsplatz:	TEAM-T	Werk:	2110
FahrzeugNr:	50 85 2195079-2 (B EWIV 200)		
T002 / 20	Inspektion 2	Baugruppe:	

Vorgang: 0130 / M-NC03 Abteiltür

Abteiltür: Funktion
1. Zustand
2. Automatischer Öffnungs- und Schliessvorgang

Vorgang: 0160 / M-NB14 Übergangstür (alle Elemente)

Stirnwandtür: Sichtkontrolle/Funktion
1. Zustand
2. Automatischer Öffnungs-/Schliessvorgang

Vorgang: 0190 / M-SF01 Personenübergang (PUG)

Übergang, sichtbare Elemente: Kontrolle
Zustand von
1. Übergangsbrücke
2. Gummiwulst

Vorgang: 0200 / JE07 UIC-Leitung

UIC-Leitung: Kontrolle
1. Alle Bauteile: Zustand
2. Anschluss der Leitung zu den Nachbarfahrzeugen
3. Nicht benützte Kabel in Blinddose
4. Nicht benützte Dosen geschlossen

Vorgang: 0210 / M-DF03 Feuerlöscher

Feuerlöscher: Kontrolle/Verfalldatum
1. Zustand, Befestigung
2. Verfalldatum: Tausch 1 Monat vor Ablauf
3. Plombe kontrollieren

Vorgang: 0220 / M-PC02 Piktogramme

Feuerlöscher Piktogramm: Kontrolle
1. Vorhandensein
2. Zustand
3. Lesbarkeit

Vorgang: 0230 / M-PC02 Piktogramme

Notausstieg Piktogramm: Kontrolle
1. Vorhandensein
2. Zustand
3. Lesbarkeit

Vorgang: 0240 / M-KC03 Innenraumbeleuchtung

Innenbeleuchtung: Kontrolle/Funktion
1. Lampenkörper, Abdeckungen: Zustand
2. Funktionskontrolle
3. Einheitliche Farbtemperatur

Fertigungshilfsmittel für Vorgang 0240

Pos.-Nr.	Fertigungshilfsmittel		Menge
0010	20201737 BCA 000 01	Farbtemperatur den Innenbeleuchtung	1.00 %

Abbildung 20: Auszug SBB-Unterlagen, Standardarbeitsanweisung Modul EW IV.

Teil 3/3

P-OP	PM-Steuerkarte vom 15.05.2019		Seite 3 / 3
PM-Auftrag:	156796487	Plandatum:	01.01.2020
Arbeitsplatz:	TEAM-T	Werk:	2110
FahrzeugNr:	50 85 2195079-2 (B EWIV 200)		
T002 / 20	Inspektion 2	Baugruppe:	

Vorgang: 0260 / M-KC03 Innenraumbeleuchtung

Beleuchtung WC-Kabine: Kontrolle/Funktion
1. Lampenkörper, Abdeckungen: Zustand
2. Funktionskontrolle

Vorgang: 0270 / M-DF07 Inventar

Inventar: Kontrolle
Inventargegenstände und Ersatzteile: Vollständigkeit, fehlendes Material ersetzen

Fertigungshilfsmittel für Vorgang 0270

Pos.-Nr.	Fertigungshilfsmittel		Menge
0010	11418525 AAA 000 01	Inventarverzeichnis EW IV	1.00 %

Vorgang: 0290 / M-LA02 Klimaanlage (HLK)

Klimaanlage Fahrgastraum: Kontrolle
Subjektive Beurteilung
1. Raumtemperatur
2. Geräusche

Vorgang: 0300 / LA01 Heizung

Heizung Nebenräume: Kontrolle
Subjektive Beurteilung
1. Vorräume
2. WC

Vorgang: 0320 / M-DD29 Bioreaktor (WC)

Bioreaktor: Füllstandkontrolle
LED-Kontrolle durch Tastendruck auf der Füllstandanzeige. Beide LED 80% und 100% leuchten ca 5 Sec lang.
Bei stehender Anzeige 80% Tankentleerung vormerken.

Fertigungshilfsmittel für Vorgang 0320

Pos.-Nr.	Fertigungshilfsmittel		Menge
0030	20000081 BBA 000 09	Auftrag Meldung Entleerung Bioreaktor WC	1.00 %

Abbildung 21: Auszug SBB-Unterlagen, Standardarbeitsanweisung Modul EW IV.

Anlage 5

Standardarbeitsanweisung: Erteilen der Abfahrterlaubnis durch das Zugspersonal

Standardprozess, gültig am Unfalltag, bis auf Weiteres

Wann	Der Zugchef
30 Sek vor Abfahrt	- blockiert wenn nötig seine Einstiegstüre - positioniert sich beim Abfertigungskasten (bei SMS-Abfertigung bei der Einstiegstüre).
20 Sek vor Abfahrt	- verlangt kundendienstliche Bereitschaftsmeldung von allen Beteiligten mit Achtungspfiff und gelber Karte oder weissem Licht - fördert die Reisenden persönlich zum Einsteigen auf und verlangt gegebenenfalls den Abbruch der Verladearbeiten.
5 Sek vor Abfahrt	- nimmt die Bereitschaftsmeldungen entgegen und stellt für seinen Zugteil die kundendienstliche Bereitschaft her.
Bei Zeigersprung	- erteilt die Abfahrterlaubnis, **steigt zügig ein.**
Zeigersprung bis spätestens 10 Sek nach Erteilung Abfahrerlaubnis	- **betätigt Türschliessung** und beobachtet den Schliessvorgang bei nächster Einstiegstüre - schliesst seine Einstiegstüre.

Abbildung 22: Standardprozess.

Prozess bei Re-460-Pendelzügen und lokbespannten Kompositionen mit 18- oder 13-poliger Türschliessung und bei gestörter Türsteuerung
18-poliger Betrieb, gültig ab 30. September 2019.

Wann	Der Zugchef	
30 Sek vor Abfahrt	- blockiert bei ortsfester Abfertigung seine Einstiegstüre - beendet kundendienstliche Belange vor dem Zug - positioniert sich beim Abfertigungskasten (bei SMS Abfertigung bei der Einstiegstüre).	
20 Sek vor Abfahrt	- verlangt kundendienstliche Bereitschaftsmeldung von allen Beteiligten mit Achtungspfiff und gelber Karte oder weissem Licht - fördert die Reisenden persönlich zum Einsteigen auf und verlangt gegebenenfalls den Abbruch der Verladearbeiten	
5 Sek vor Abfahrt	- nimmt die kundendienstlichen Bereitschaftsmeldungen entgegen - stellt für seinen Zugteil die kundendienstliche Bereitschaft fest.	
Bei Zeigersprung	- **betätigt** Türschliessung**.**	
Während des Schliessvorgang	- überwacht von aussen den Schliessvorgang für seinen Zugteil visuell.	
Nach Beendigung des Schliessvorgangs	- nimmt technische Bereitschaftsmeldung entgegen - stellt technische Bereitschaft für eigenen Zugteil fest.	
	Ortsfest: - erteilt Abfahrerlaubnis - **steigt ein** und schliesst eigene Türe.	*SMS:* - **steigt ein** und schliesst eigene Türe - erteilt Abfahrerlaubnis.

Bemerkung: ortsfest = Abfertigungskasten auf dem Perron

Abbildung 23: Prozess bei gestörter Türsteuerung.