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

Zwischenbericht

der Schweizerischen

Sicherheitsuntersuchungsstelle SUST

über	den Personenunfall
vom	1. März 2020
in	Bern (BE)
Reg.-Nr.	2020030101

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 Zwischenbericht

Dieser Zwischenbericht 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*) vom 20. Dezember 1957 (Stand am 1. Januar 2018) sind Schuld und Haftung nicht Gegenstand der Untersuchung.

Es ist daher auch nicht Zweck dieses Zwischenberichts, 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.

1 Sachverhalt

1.1 Ablauf des Ereignisses

Am Sonntag, 1. März 2020 um 01:09 Uhr wurde im Bahnhof Bern die Hand eines Reisenden beim Schliessvorgang der Einstiegstür eines Eurocity-Reisezugwagens des Intercity (IC) Bern-Interlaken Ost eingeklemmt. Der Zug fuhr kurze Zeit später ab. Der Reisende lief neben dem Wagen her und versuchte, sich zu befreien. Nach einer Distanz von ca. 45 m gelang es ihm schliesslich, die Hand aus den Türgummidichtungen herauszuziehen. Dabei zog er sich leichte Verletzungen zu. Er meldete das Ereignis unverzüglich Mitarbeitenden der Transportpolizei.

Die Abfertigung des Zuges erfolgte auf Gleis 5 im Bahnhof Bern. Nachdem die Abfahrtszeit erreicht wurde, vergewisserte sich der Zugchef, dass alle Reisenden eingestiegen waren und schloss bei seiner offenen Türe die Einstiegstüren des Zuges. Nachdem er sich vergewissert hatte, dass alle Türen geschlossen waren, stieg er ein, schloss seine Türe und erteilte per SMS den Abfahrbefehl an den Lokführer.

Abbildung 1: Einstiegstüre des betreffenden Eurocity-Reisezugwagens (Apm) anlässlich der Funktionskontrolle in Bern mit der Prüfvorrichtung mit der Dicke 30 mm.

1.2 Kurzbeschreibung

1.2.1 Zugformation des Intercity Bern-Interlaken Ost

Der Intercity Bern-Interlaken Ost bestand aus einem Steuerwagen, vier Reisezugwagen 2. Klasse, einem Speisewagen und drei Reisezugwagen 1. Klasse sowie der Lokomotive. Die Reisezugwagen vor und nach dem Speisewagen waren Eurocity-Reisezugwagen.

1.2.2 Videoüberwachung im Bahnhof Bern

Der Bahnhof Bern ist mit mehreren Videokameras ausgerüstet, die den öffentlichen Bereich aufzeichnen. Anhand der Auswertung der Videoaufzeichnung konnte der Ablauf nachvollzogen und der Reisezugwagen sowie die Einstiegstüre, wo sich der Reisende die Hand einklemmte, ermittelt werden.

1.2.3 Türsystem des Eurocity-Reisezugwagens

Der Eurocity-Reisezugwagen ist mit pneumatisch betätigten, einflügeligen Schwenkschiebetüren ausgestattet. Die Verriegelung erfolgt rein mechanisch über ein zweistufiges Verriegelungssystem.

Eine sogenannte Druckwelleneinrichtung im Gummiprofil an der Türvorderkante dient als Einklemmschutz. Dieser wird kurz vor dem Verriegeln der Türe durch einen Sensor bei 98 % geschlossener Türe deaktiviert.

1.2.4 Verantwortlichkeit der Türbedienungen

Die Schliessung der Türen obliegt dem Zugchef. Die seitenselektive Freigabe der Türen obliegt dem Lokführer.

1.3 Feststellungen

1.3.1 Videoüberwachung im Bahnhof Bern

Anhand der Videoaufzeichnung konnte folgender Ablauf nachvollzogen werden: Die Abfertigung des Zuges durch den Zugchef erfolgte bei der zweiten Türe des fünften Wagens. Kurz vor der Türschliessung hielt sich niemand bei den Türen auf. Zeitgleich zum Schliessvorgang ist zu erkennen, wie im Bereich der Aufgänge Seite Freiburg eine Person zur hinteren Türe des siebten Wagens eilt und dort stehen bleibt. Ca. 26 Sekunden später, bei Abfahrt des Zuges, ist sichtbar, wie die Person neben dem Zug herläuft und der linke Arm fixiert ist (Abbildung 2). Nach ca. weiteren 20 Sekunden und 45 m Weg kann sich die Person befreien und sich vom fahrenden Zug abwenden. Die Person begibt sich zurück in Richtung Aufgänge Seite Freiburg und kehrt kurze Zeit später mit zwei uniformierten Personen in gelben Leuchtwesten zurück.

Abbildung 2: Bild von der Videoüberwachung; orange Pfeile: Zurückgelegter Weg.

1.3.2 Betroffenes Fahrzeug

Aufgrund der Videoaufzeichnungen konnte festgestellt werden, dass es sich beim betroffenen Fahrzeug um einen Eurocity-Reisezugwagen 1. Klasse handelte. Die Zugliste sowie die Untersuchungen am Folgetag ergaben die Bezeichnung Apm EC RIV, 61 85 10 90 257-9. Der Reisende wurde in der Türe 3 eingeklemmt.

1.3.3 Sonderkontrolle – letzte Instandhaltung

Am 11. Oktober 2019 wurde das Fahrzeug aufgrund der Verfügung des BAV vom 22. August 2019 im Zusammenhang mit dem tödlichen Arbeitsunfall eines Zugbegleiters am 4. August 2019 in Baden einer Sonderkontrolle unterzogen. In diesem Zusammenhang wurde u. a. die Gummidichtung der Türe 3 ersetzt.

Die letzte Türkontrolle wurde in der Nacht vom 28. auf den 29. Februar 2020 in der Werkstätte in Brig durchgeführt. Es wurden keine Abweichungen festgestellt.

1.3.4 Feststellungen an der Zugskomposition

Der Fehlerspeicher der Zugskomposition, ausgelesen beim führenden Steuerwagen, zeigte keine das Ereignis betreffende Fehlermeldung oder Unregelmässigkeit. Der Zug fuhr im sogenannten 18-poligen Modus[1]. Die Türkontrolllampe sowie die seitenselektive Freigabeanzeigen funktionierten bestimmungsgemäss.

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

1.3.5 Prüfung der Einstiegstüren

Am Montag, 2. März 2020 wurde die Pendelzugskomposition in unverändertem Zustand in Bern durch die SUST untersucht. Mit der Prüfvorrichtung aus Aluminium, die Dicken von 10 mm, 20 mm und 30 mm sowie glatte Oberflächen aufweist, wurde die Funktion des Einklemmschutzes aller vier Türen mittels UIC-Schliessbefehl geprüft. Beim betroffenen Eurocity-Reisezugwagen wurden bei der Prüfung der Einstiegstüren folgende Feststellungen gemacht:

	Türe 1	Türe 2	Türe 3	Türe 4
Dynamische Prüfung: - Reversieren ab - Prüfung erfüllt	 30 mm ja	 30 mm ja	 50 mm nein	 20 mm ja
Schliesszeit: - Soll - Ist - Prüfung erfüllt	 n. g. n. g. -	 n. g. n. g. -	 2.7 – 2.9 s 1.8 – 2.0 s nein	 n. g. n. g. -
Gummiprofil der Türflügel-dichtung	weich	weich	hart	weich
Schaltpunkt «zu» des Magnetsensors bei	20 mm	20 mm	24 mm	11 mm

Tabelle 1: Zusammenstellung der Prüfresultate am betroffenen Eurocity-Reisezugwagen; n. g. meint nicht geprüft.

Aus der Zusammenstellung in Tabelle 1 ist ersichtlich, dass die Türe 3 schloss und die Prüfvorrichtung mit 30 mm Dicke eingeklemmt wurde. Im Führerstand des Steuerwagens erlosch die Türkontrolllampe. Auch ist ersichtlich, dass der Schaltpunkt «zu» des Magnetsensors bei den vier gemessenen Türen eine grosse Streuung aufweist.

Zudem wurde im Pneumatikschrank beim Schliessventil der Türe 3 Luftverlust festgestellt.

Am Mittwoch, 4. März 2020 wurde der Wagen im Reparaturzentrum in Altstetten nochmals geprüft. Insbesondere wurden die Gummiprofile der Türflügeldichtung auf ihre Eigenschaften des Einklemmschutzes untersucht. Aktuell sind bei den Eurocity-Reisezugwagen, den Einheitswagen IV und Intercity Steuerwagen, die alle die gleichen Gummiprofile verwenden, drei Generationen von Gummiprofilen im Einsatz. Die Generation 1 ist frontseitig weich und wurde vor der Generation 2 verwendet. Das Profil der Generation 2 wurde nach Änderung der Brandschutznormen vom Lieferanten ausgeliefert. Die brandschutzkonformen Gummiprofile der Generation 2 weisen eine merklich höhere Steifigkeit und Härte auf. Aufgrund von Rückmeldungen des Instandhaltungspersonals, dass diese Profile nur schwerlich einzubauen seien, wurde beim Lieferanten Ende September 2019 wieder flexiblere und weichere Profile (Generation 3) bestellt. Die Generation 3 wird seither eingebaut. Beim betroffenen Reisezugwagen waren in den Türen 1, 2 und 4 Profile der Generation 1 und bei der Türe 3 ein Profil der Generation 2 eingebaut.

Reversierversuche bei den Türen 3 und 4 haben gezeigt, dass bei der Türe 3 mit dem Profil der Generation 2 eine grössere Gegenkraft aufgewendet werden musste, um ein Schliessen zu verhindern, als bei der Türe 4 mit dem Profil der Generation 1.

Es wurde auch festgestellt, dass die in der Türe eingeklemmte Prüfvorrichtung mit 10 mm Dicke bei der Türe 3 nur mit erheblichem Kraftaufwand herausgezogen

werden konnte, im Gegensatz zur Türe 4, wo eine geringere Kraft aufgewendet werden musste.

Anschliessend wurde bei der Türe 3 das Gummiprofil der Generation 2 durch ein Profil der Generation 3 ersetzt. Bezüglich Reversieren und Herausziehen der eingeklemmten Prüfvorrichtung entsprachen die Resultate denjenigen der Türe 4 mit dem weicheren Profil.

1.3.6 Einklemmschutz

Das Gummiprofil der Türflügeldichtung ist ein geschlossener Hohlkörper. In der Mitte des Profils ist ein dünnes Rohr mit einem dünnen Schlauch angebracht, das mit einem Druckwellenschalter verbunden ist. Sobald das Gummiprofil verformt wird, löst dies einen Druckstoss aus, der im Druckwellenschalter einen elektrischen Impuls auslöst.

1.3.7 Inaktivschaltung des Einklemmschutzes

Der Magnetsensor «Türe zu 98 % geschlossen» schaltet den Einklemmschutz ab, sobald die Türe beim Schliessvorgang 98 % des Schliessweges erreicht hat. Dadurch wird ein Druckabbau des Schliesszylinders bei Berührung der Türflügeldichtung mit dem Türrahmen verhindert und sichergestellt, dass sich die Türe richtig und vollständig schliesst.

Konstruktiv wird diese Funktion mittels eines Permanentmagneten (Sender) oberhalb des Türflügels und eines Magnetsensors (Empfänger) am Türflügel sichergestellt, der ab der Detektion einer gewissen Feldstärke ein elektrisches Signal generiert. Der Schaltpunkt ist somit abhängig von der Feldstärke des Permanentmagneten und der Position von Sender und Empfänger.

Die Funktion des Einklemmschutzes wird mit einer Prüfvorrichtung während der Instandhaltung überprüft. Bei 30 mm Distanz zwischen Türrahmen und Türflügeldichtung muss der Einklemmschutz ansprechen, die Schliesskraft abbauen und die Türe muss wieder öffnen. Bei 10 mm Distanz darf der Einklemmschutz inaktiv geschaltet, die Türe geschlossen und verriegelt werden.

1.3.8 Vorgaben

Die Norm UIC 560 schreibt zum Schutz vor Einklemmgefahr (Ziff. 1.2.6):

Beim Schliessen darf nicht die Gefahr des Einklemmens, einer Verletzung von Personen oder Beschädigung von Gepäck entstehen. Wenn ein Hindernis dem Schliessen Widerstand entgegensetzt, muss

- *entweder die Tür selbsttätig wieder öffnen und nach etwa 15 s wieder schliessen,*
- *oder der Schliessvorgang für etwa 10 s unterbrechen,*
- *oder die Schliesskraft, gemessen an der Stirnseite, unter 150 N bleiben.*

1.3.9 Zwischenbericht zum tödlichen Arbeitsunfall eines Zugchefs in Baden

Im Zwischenbericht vom 20. August 2019 zum tödlichen Arbeitsunfall eines Zugchefs am 4. August 2019 in Baden wurde zum Sicherheitsdefizit des Einklemmschutzes bei Einheitswagen EW IV die Sicherheitsempfehlung Nr. 141 ausgesprochen:

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.

2 Analyse

2.1 Einklemmschutz – Gummiprofil

Die Versuche haben gezeigt, dass ein wirksamer Einklemmschutz bei Einstiegstüren mit den Gummiprofilen der Generation 2 nicht gewährleistet werden kann. Nur mit einer merklich höheren Gegenkraft konnte bei der Türe mit dem Gummiprofil der Generation 2 ein Reversieren erwirkt werden als bei Türen mit Profilen der Generation 1 und 3.

Zudem erschweren die härteren Gummiprofile der Generation 2 ein Herausziehen einer eingeklemmten Hand oder eines Arms im Vergleich zu den weicheren Profilen.

Die Vorgaben zum Schutz vor Einklemmgefahr gemäss UIC Norm 560 werden somit nicht erfüllt.

2.2 Inaktivschaltung des Einklemmschutzes Sensor 98 %

Der Sensor «Türe zu 98 % geschlossen» soll systembedingt die Einklemmschutzfunktion kurz vor Endschliessung der Türe deaktivieren. Die Konstruktion enthält somit grundsätzlich das Risiko, dass Gegenstände, u. a. auch Körperteile von Menschen, bis 10 mm Durchmesser eingeklemmt werden können.

Konstruktiv besteht eine weitere Schwachstelle, dass der Empfänger (Magnetsensor) gegenüber dem Sender (Permanentmagnet) nicht exakt montiert und eingestellt werden kann. Zum einen haben die Permanentmagnete unterschiedliche Feldstärken, zum andern ist die horizontale und seitliche Distanz zwischen Sender und Empfänger grossen Streuungen unterworfen.

Aufgrund dieser Streuung ist es nicht auszuschliessen, dass der Einklemmschutz nicht erst kurz vor der Endschliessung der Türe deaktiviert wird, sondern schon früher und somit auch Gegenstände mit grösserem Durchmesser als 10 mm eingeklemmt werden können. Bei der Türe 3 wurde festgestellt, dass die Prüfvorrichtung mit der Dicke 30 mm einklemmte und die Türe verschloss. Erst ab einer Dicke von 50 mm öffnete die Türe 3 zuverlässig. Der Einklemmschutz kann somit seine vorgesehene Funktion nicht sicherstellen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich ein ähnlicher Vorfall wieder ereignen kann.

2.3 Konstruktionsprinzip

Der Wagentyp Eurocity hat wie der Wagentyp EW IV ein zugrundeliegendes Konstruktionsprinzip, das die Deaktivierung des Einklemmschutzes im Lauf der Türschliessung beinhaltet. Dies ist bei einer Spaltbreite kleiner 10 mm vorgesehen. Körperteile von Menschen, die in diese Spaltbreite hineinpassen (z. B. Kinderhände, Finger) werden konstruktionsbedingt eingeklemmt. Es ist ebenfalls konstruktionsbedingt nicht vorgesehen, dass sich die Menschen aus der Einklemmung befreien können. Die Türe wird geschlossen und verriegelt.

2.4 Nachhaltigkeit der getroffenen Massnahmen

Bei der Sonderkontrolle im Oktober 2019 wurde die Gummidichtung der Türe 3 ersetzt. Der Ersatz verschlechterte die Funktion des Einklemmschutzes. Einen Tag vor dem Ereignis erfolgte die letzte Türkontrolle. Dabei wurde kein Luftverlust beim

Schliessventil und kein nicht funktionierender Einklemmschutz festgestellt. Entweder bestanden diese Defekte bereits vor der Kontrolle und wurden nicht bemerkt, oder sie traten bereits wieder kurz nach der Kontrolle auf. Beide Möglichkeiten lassen den Schluss zu, dass die von der SBB getroffenen Massnahmen nicht nachhaltig genug sind, um die Qualität zu gewährleisten.

3 Zwischenbericht

Die schweizerische Gesetzgebung sieht in der Verordnung über die Sicherheitsuntersuchung von Zwischenfällen im Verkehrswesen (VSZV) vom 17. Dezember 2014, Stand am 1. Februar 2015 (SR *742.161*) bezüglich möglichen Sofortmassnahmen folgende Regelung vor:

Art. 44 Zwischenbericht

Der Untersuchungsdienst teilt wesentliche Untersuchungsergebnisse, die für die Verhütung von Zwischenfällen von Bedeutung sind und Sofortmassnahmen erfordern könnten, dem zuständigen Departement und dem zuständigen Bundesamt in einem Zwischenbericht mit den entsprechenden Empfehlungen unverzüglich mit.

Aufgrund der laufenden Untersuchung und den bisher daraus gewonnenen Ergebnissen ist die SUST zum Schluss gekommen, dass Sofortmassnahmen notwendig sein könnten. Sie erstellt deshalb den vorliegenden Zwischenbericht zuhanden der zuständigen Behörden und des Departements.

Die vorliegenden Ergebnisse sind nicht abschliessend und verlangen weiterhin vertiefte Untersuchungen.

Die Abklärungen und die Interpretation der Resultate sowie detaillierte Angaben zum Unfallhergang werden im Schlussbericht enthalten sein.

4 Sicherheitsempfehlungen

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 Einklemmschutz – Gummiprofil

4.1.1.1 Sicherheitsdefizit

Das verwendete Gummiprofil (Generation 2) weist eine solche Härte auf, dass Personen oder Gegenstände, die während dem Schliessvorgang mit der Türvorderkante in Berührung kommen, nicht zuverlässig erkannt werden. Damit ist es möglich, dass Personen oder Gegenstände eingeklemmt oder Personen zu Fall gebracht werden.

4.1.1.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 153

Die SUST empfiehlt dem BAV, den Fahrzeughalter aufzufordern, das verwendete Gummiprofil der Generation 2 bei allen betroffenen Fahrzeugtypen durch ein Gummiprofil zu ersetzen, das Hindernisse im Türbereich erkennt und die Türe wieder öffnet, so dass Personen und Gegenstände gegen Einklemmen oder Umwerfen geschützt sind.

4.1.2 Einklemmschutz

4.1.2.1 Sicherheitsdefizit

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

Das pneumatische Einklemmschutzsystem wird konstruktionsbedingt kurz vor dem Abschlussvorgang ausgeschaltet. Das Einklemmen von Körperteilen (z. B. Finger, Hand) von Menschen ist konstruktionsbedingt grundsätzlich bei jedem Schliessvorgang möglich. Damit besteht auch systematisch bei jeder Abfahrt das Risiko, dass eine so eingeklemmte Person mitgerissen werden kann. Die Gefährdung besteht bei allen Wagentypen mit dem gleichen oder ähnlichen Konstruktionsprinzip für die Türschliessung.

4.1.2.2 Sicherheitsempfehlung Nr. 154

Die SUST empfiehlt dem BAV, die betroffenen Fahrzeughalter aufzufordern, Systeme mit einer Inaktivschaltung des Einklemmschutzes, wie sie auf Eurocity-Reisezugwagen, Einheitswagen IV, Intercity Steuerwagen eingebaut sind, durch ein zuverlässiges System zu ersetzen, das auch ein Einklemmen von Händen verhindert.

Dieser Zwischenbericht 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, 17. März 2020 Schweizerische Sicherheitsuntersuchungsstelle