



Jean Gross 22. Oktober 2007

---

Reg. Nr.: 06081701

# Schlussbericht

## der Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

über die Entgleisung von Zug 48714  
vom Donnerstag, 17. August 2006  
in Mühlehorn (GL)

Dieser Bericht wurde ausschliesslich zum Zweck der Verhütung von Unfällen beim Betrieb von Eisenbahnen, Seilbahnen und Schiffen erstellt. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen von Unfällen ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung gemäss Art. 25 der Verordnung über die 'Meldung und Untersuchung von Unfällen und schweren Vorfällen beim Betrieb öffentlicher Verkehrsmittel' (VUU, SR 742.161).

## 0. ALLGEMEINES

### 0.1 Kurzdarstellung

Am Donnerstag, 17. August 2006 um ca. 09.02 Uhr entgleisten die letzten vier Wagen von Güterzug 48714 (Verkehrsunternehmen SBB Cargo) in Mühlehorn. Verletzt wurde niemand, hingegen entstand grosser Sachschaden an den Infrastrukturanlagen und an den betroffenen Güterwagen.

Bild 1



Mühlehorn

Erste Entgleisungsspuren

### 0.2 Untersuchung

Die Unfalluntersuchungsstelle UUS wurde um 09.21 Uhr durch die Meldestelle REGA über das Ereignis informiert. Die Untersuchungsleiter Ulrich Baumann (ab Zürich) und Jean Gross (ab Bern) rückten unverzüglich an den Unfallort aus.

Der Untersuchungsbericht der UUS fasst die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zusammen.

## 1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

### 1.1 Vorgeschichte

Güterzug 48714 sollte von Villach via Buchs (SG) nach Biberist RM verkehren. Der Zug führte 16 Zisternenwagen beladen mit ‚Kalkmilch‘. Es handelte sich um einen sogenannten ‚Vertrauenszug‘. Bis Buchs (SG) sind keine Unregelmässigkeiten im Zuglauf bekannt.

Die Heissläufermessanlage vor Bludenz (Arlberg-Westrampe) hatte keine Unregelmässigkeiten an diesem Zug registriert. Die technische Zugskontrolle wurde durch die OeBB vor Zugsabfahrt durchgeführt.

## 1.2 Verlauf der Fahrt

In Buchs (SG) fand ein Lokwechsel statt (OeBB-Lok abhängen, Seite Sargans Lok von SBB Cargo anhängen). Dem Visiteur, welche vor Zugsabfahrt in Buchs (SG) die Zusatzbremsprobe durchführte, fielen beim viertletzten Wagen die abgenutzten Graugussbremssohlen auf. Er hat daraufhin die Bremse dieses Wagens (Nr. 3381 785 1 434-9) ausgeschaltet und den Wagen mit dem Muster K+R1 bezettelt (Bild 4). Weitere Unregelmässigkeiten sind dem Visiteur keine aufgefallen.

Gemäss Aussage des Lokführers (Lf) verlief die Fahrt von Buchs (SG) via Sargans nach Murg ohne besondere Vorkommnisse. Höhe Dienstgebäude Mühlehorn stellte der Lf einen Luftverlust fest. Er stellte das Führerbremssventil auf die Stellung ‚Abschluss‘ und kontrollierte das Manometer. Kurz danach kam Zug 48714 durch eine Schnellbremsung im Tunnel Seite Weesen zum Stillstand. Der Lf vermutete als Ursache eine Zugstrennung und signalisierte an der Zugspitze sofort dreimal Rot. Er nahm am Natel Kontakt mit dem Betriebsleitzentrum Zürich (BLZ) auf. Dieses verständigte den Lf, dass es eine Entgleisung gegeben habe. Der Lf sicherte den Zug und die Fahrdaten und begab sich zu Fuss Richtung Mühlehorn, um das Lichtraumprofil und den Zug zu kontrollieren. In Mühlehorn stellte er fest, dass die letzten vier Wagen des Zuges entgleist waren und eine Zugstrennung stattgefunden hatte. Entgleist waren das hintere Drehgestell des viertletzten Wagens sowie die drei nachlaufenden Zisternenwagen. Diese drei Wagen lagen seitlich auf der Perronkante (Bild 2).

Der Lf des Gegenzuges 761 bemerkte die Entgleisung und konnte rechtzeitig im Bahnhof Mühlehorn anhalten. Die Reisenden dieses Zuges wurden durch Busse weiterbefördert.

Verletzt wurde niemand hingegen entstand grosser Sachschaden an den Infrastrukturanlagen sowie an den entgleisten Güterwagen. Die Fahrplanlage kann der Anlage 3 entnommen werden.

Aus Sicherheitsgründen mussten die Ladungen vor der Bergung der Güterwagen abgepumpt werden. Das Gleis 1 in Mühlehorn blieb wegen der Bergung der entgleisten Güterwagen und den Reparaturarbeiten an den Gleisanlagen bis am 24.08.2006 gesperrt.

Bild 2



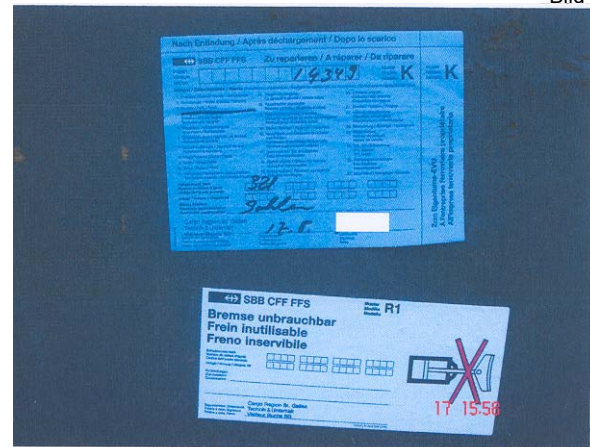
Entgleiste Wagen bei der Perronkante in Mühlehorn.

Bild 3



Zerstörte Gleisanlage zwischen dem Bahnübergang und den entgleisten Wagen in Mühlehorn.

Bild 4



Durch den Visiteur Buchs (SG) angebrachte Zettel ‚Bremsen unbrauchbar‘.

### 1.3 Personenschäden

Beim Ereignis kamen keine Personen zu Schaden.

### 1.4 Sachschäden am Rollmaterial und an der Infrastruktur des Bahnunternehmens Infrastrukturanlagen (SBB Infrastruktur):

An den Infrastrukturanlagen der SBB entstand sehr grosser Sachschaden.

### 1.5 Sachschäden Dritter

Die von der Entgleisung betroffenen P-Zisternenwagen der Firmen

- VTG Austria (Wagen Nr. 3381 785 1 434-9 und 3381 784 9 437-7)
- ERMEWA (Wagen Nr. 3387 784 8 245-9 und 3387 783 6 365-9)

wurden durch die Entgleisung stark beschädigt.

### 1.6 Beteiligte Personen

#### Lokpersonal

Lokführer Güterzug 48714

#### Zugbegleiter

Zug 48714 verkehrte ohne Zugpersonal.

## 1.7 Schienenfahrzeuge

Eigentümer:	<u>Triebfahrzeug:</u> Ae 610 11480: SBB Cargo, Basel
	<u>Zisternenwagen:</u> Diverse Eigentümer.
	<u>Entgleiste Wagen:</u> Nr. 3381 785 1 434-9 und Nr. 3381 784 9 437-7: VTG Austria Nr. 3387 784 8 245-9 und 3387 783 6 365-9: ERMEVA
Zugkomposition:	Zug 48714 führte 16 Wagen / 64 Achsen Zisternenwagen (Private Spezialwagen für den Transport von Kalkschlamm). Zuglänge 209 m (Anlage 7).
Triebfahrzeug:	Ae 610 Nr. 11480
Zugsgewicht:	1368 t
Bremsgewicht:	788 t
Zugreihe / Bremsverhältnis:	D 50%
Ausgeschaltete Bremsapparate:	Bei Wagen 3381 785 1 434-9 wurden die Bremsen durch den Visiteur in Buchs SG ausgeschaltet.

## 1.8 Strassenfahrzeuge

Strassenfahrzeuge waren keine am Ereignis beteiligt.

## 1.9 Wetter, Schienenzustand

Tag. Sonne. Schienen trocken.

## 1.10 Bahnsicherungssysteme

Der Bahnhof Mühlehorn ist mit einer Sicherungsanlage des Typs Simis W (mit gesicherten Rangierfahrstrassen und Zwergsignalen) ausgerüstet.

Das Triebfahrzeug ist mit der elektronischen Sicherheitssteuerung und mit der automatischen Zugsicherung mit Magnetfeldsonde sowie mit der Zugbeeinflussung ZUB 121 (SBB/BLS) ausgerüstet.

Die Bahnsicherungssysteme haben normal funktioniert. Sie sind für den Verlauf des Ereignisses nicht relevant.

### Zugkontrolleinrichtung (ZKE):

Zwischen Murg und Mühlehorn ist eine Zugkontrolleinrichtung (ZKE) eingebaut. Bei der Durchfahrt von Zug 48714 hat diese Anlage bei der Achse 57 Alarm ausgelöst. Bei der Achse 57 handelt es sich um die vordere Achse des hinteren Drehgestells (Achse 3) von Wagen 3381 785 1 434-9, welche entgleist war (Anlage 8).

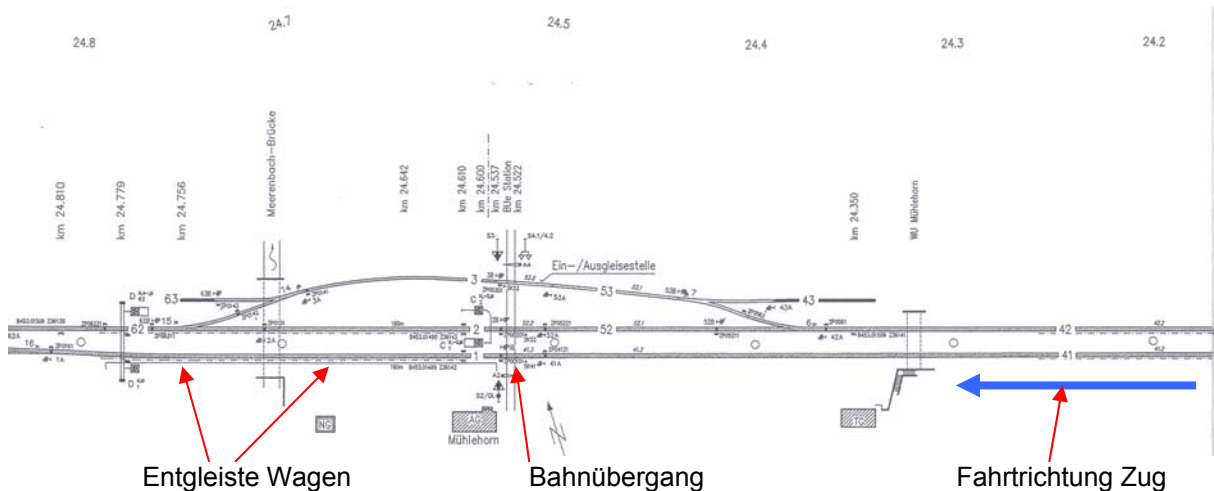
## 1.11 Zug- und Rangierfunk

Das Triebfahrzeug ist mit dem Zugfunk 90 (ZFK 90) ausgerüstet. Die Funkgespräche werden nicht aufgezeichnet. Die Funkgespräche sind für den Unfallablauf nicht relevant.

## 1.12 Bahnanlagen

Der Bahnhof Mühlehorn besteht aus drei Gleisen. Gleis 1 dient dem Publikumsverkehr und ist mit einer Perronkante versehen. Gleis 2 ist für durchfahrende Züge, Gleis 3 für den Güterverkehr bestimmt. Unmittelbar beim ehemaligen Aufnahmegebäude ermöglicht ein mit Barrieren gesicherter Bahnübergang den Zugang zu den Liegen-schaften Seite Walensee.

Die Strecke Murg – Mühlehorn ist im Gebiet „Tiefenwinkel“ über eine Länge von ca. 900 m als Einspurstrecke ausgebildet (Anlage 1).



### 1.13 Fahrdatenschreiber

Die Lok Ae 610 Nr. 11480 ist mit einem Geschwindigkeitsmesser „Hasler“, Modell RT 12 mit Registrier-Farbscheibe und einem Registrierstreifen ausgerüstet.

Die Auswertung der Fahrdaten ergab, dass der Lf unmittelbar vor dem Ereignis mit einer Geschwindigkeit von ca. 75 km/h gefahren ist und somit die vorgeschriebene max. Geschwindigkeit von 80 km/h für diesen Streckenabschnitt nicht überschritten hat (Anlage 2).

Die Schnellbremsung wurde durch die Zugstrennung eingeleitet und durch den Lf nach eigenen Angaben unterstützt.

### 1.14 Befunde an den Bahnfahrzeugen

- Der vordere, unbeschädigte Zugteil (Lok Ae 610 und 12 Wagen) wurden nach Weesen überführt. Nach einer technischen Kontrolle durch den aufgebotenen Visiteur von SBB Cargo konnte dieser Zugteil weiter nach Biberist verkehren.
- An der hintersten Achse (Bezeichnung OBB 61531 20 t Gr 752 UT FJ 9 95 USE 1199 VTG A 10 05 TZ) des Wagens 3381 785 1 434-9 (Eigentümer VTG Austria) wurde unmittelbar bei der Radscheibe rechts ein Achsbruch festgestellt (Bilder 5 – 10).
- Die nachfolgenden drei Wagen wiesen grosse, durch die Entgleisung verursachte, Schäden auf.
- Am zweitletzten Wagen Nr. 3381 784 9 437-7 (Eigentümer VTG Austria) wurde am hinteren Drehgestell ein Federbruch (innere Feder) festgestellt (Bild 10).

Bild 5



Restbruch  
Übergang Schwingbruch/Restbruch  
Schwingbruch

Bild 6



Abgebrochene Achse (Bild 5) und Radscheibe mit Achsschenkel (Bild 6)

Bild 7



Bild 8



Bezeichnung der Achse

Bild 9



Entgleistes Drehgestell  
(Wagen Nr. 3381 785 1 434-9)

Bild 10



Defekte innere Feder  
(Wagen Nr. 3381 784 9 437-7)

Die defekten Fahrzeuge wurden in die Wagenreparatur von SBB Cargo im Rangierbahnhof Zürich Limmattal (RBL) überführt.

### 1.15 Medizinische Feststellungen

In Bezug auf medizinische Beschwerden der am Unfall beteiligten Personen ist nichts bekannt.

Der Lokführer fühlte sich bei Dienstantritt fit.

### 1.16 Feuer

Beim Ereignis trat kein Feuer auf.

## 1.17 Untersuchung der Gleisanlagen

Erste Entgleisungsspuren wurden ca. 8 m vor dem Signal S 123 im Einspurbereich festgestellt. Ebenfalls in diesem Bereich wurden auf der parallel zum Gleis verlaufenden Strasse zwei Federn aus dem hinteren Drehgestell des Wagens Nr. 3381 785 1 434-9 gefunden.

Auf den Schwellen zwischen dem Signal S 123 und dem Bahnübergang Mühlehorn waren Entgleisungsspuren über eine Strecke von ca. 1250 m sichtbar. Diese Spuren verliefen links in einem Abstand von rund 40 cm zu den Schienenköpfen (Bilder 11 und 12).

Auf den innenseitigen Schraubenköpfen waren in unregelmässigen Abständen Spuren von einem Spurkranz erkennbar.

Die Fahrbahnplatten im Bahnübergang Mühlehorn wurde ca. 10 m Richtung Weesen geschoben. Der Oberbau (Schwellen/Schienen) zwischen dem Bahnübergang Mühlehorn und den entgleisten Zisternenwagen wurde über eine Distanz von ca. 100 m völlig zerstört.

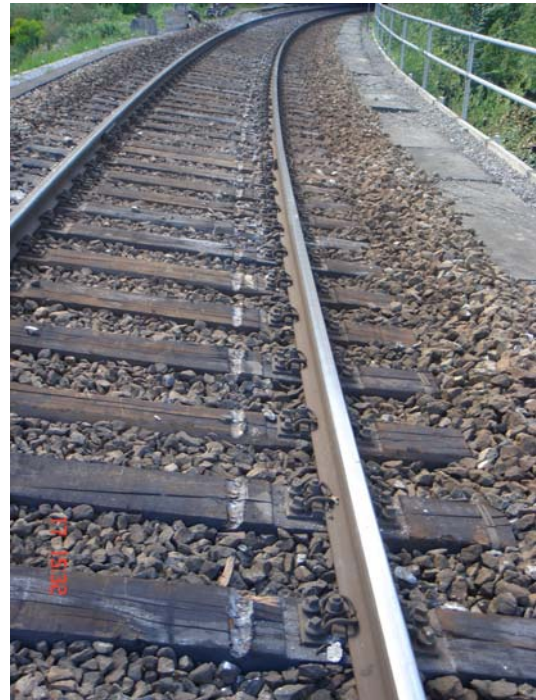
Die Gleisanlage (Gleislage, Ueberhöhungen, Spurerweiterungen) zwischen dem Signal S 123 und dem Bahnübergang wurde durch SBB Infrastruktur gleichentags ausgemessen. Die Messergebnisse liegen der UUS vor. Die Gleisanlage lag in den Toleranzen gemäss AB EBV Art. 16 (Anlage 4).

Bild 11



Erste Entgleisungsspuren nach links  
(in Fahrrichtung gesehen)

Bild 12



Spuren über ca. 1250 m, ca. 40 cm nach links  
versetzt

## 1.18 Untersuchung des Wagens Nr. 3381 785 1 434-9

Untersuchung in der Wagenreparaturwerkstätte des Rangierbahnhofes Limmattal am 29. August 2006:

Der Wagen Nr. 3381 785 1 343-9 wurde in der Wagenreparatur des Rangierbahnhofes Limmattal durch die UUS im Beisein von Fachleuten der SBB und der VTG untersucht. Der Wagen war durch die Entgleisung beschädigt.

Das hintere Drehgestell war für die Ueberführung des Wagens von Mühlehorn nach dem RBL ausgebaut worden. Es stand für die Untersuchungen ebenfalls zur Verfügung.

Der Wagenkasten, der Kesselaufbau und das vordere Drehgestell wiesen keine Auffälligkeiten auf. Die qR-Masse aller Radscheiben waren innerhalb der Toleranz.



Das hintere Drehgestell war auf einem separaten Bahnwagen in die Wagenreparaturwerkstatt überführt worden. Zum Schutze gegen Korrosion waren die Bruchflächen der gebrochenen Achse abgedeckt. Die Federn waren vollständig vorhanden und intakt. Das Drehgestell wies ausser den entgleisungsbedingten Schäden keine Auffälligkeiten auf.

Die gebrochene Achse wies Anzeichen eines vorbestehenden Bruches auf (Bilder 5, 6). Diese Achse wurde ausgebaut und zum Abpressen der Radscheibe in die Hauptwerkstätte Biel gebracht.

Aufgrund der eindeutigen Unfallursache durch Achsbruch wurde die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt (EMPA Thun) beauftragt, an der gebrochenen Achse einen metallographischen Untersuchung vorzunehmen. Die EMPA hat einen entsprechenden Prüfbericht erstellt.

Die wichtigsten Erkenntnisse (Auszug aus den Prüfberichten Nr. 443632 und 227233):

- Chemische Untersuchung:

Die chemische Untersuchung ergab, dass die Zusammensetzung der Welle den Anforderungen für den Stahl A1 nach UIC 811-1 (3. Ausgabe vom 01.01.1968 und 4. Ausgabe vom 01.01.1987) entsprach.

*Die gemessenen Werte können dem Prüfbericht 443632 der EMPA, Tabelle 1 Seite 4 und dem Prüfbericht 447233, Tabelle 2 (Anlagen 9 und 11, im Schlussbericht nicht enthalten) entnommen werden.*

- Fraktographie:

Die visuelle Begutachtung der Bruchfläche zeigte, dass die eine Bruchfläche durch Sekundärschäden vollständig zerstört wurde. Die andere Bruchfläche war, bis auf eine umlaufende Randzone von ca. 10 mm Breite, weitgehend intakt. Vor Auge betrachtet zeigte diese Welle die typischen Merkmale für einen Schwingbruch verursacht durch umlaufende Biegung mit geringer Nennlast und allenfalls schwacher Kerbwirkung. Der Restbruch konnte klar vom Schwingbruch unterscheiden werden und wies eine relativ geringe Fläche auf (Bild 5). Aufgrund der sekundären Zerstörung kann der Bruchausgang nicht mehr identifiziert werden.

- Mechanische Eigenschaften:

Die mechanischen Kennwerte der Welle wurden mittels Härtemessung (nach ISO 6507-1 Verfahrens-SOP 2597) im Schliff, Zugversuch (nach heutiger Norm EN 10002 und nicht nach der zur Zeit der Wellenherstellung gültigen, aber nicht mehr erhältlichen Norm ISO 82) und Kerbschlagbiegeversuch (nach ISO 83) bestimmt. Die aufgeführten Sollwerte beziehen sich jeweils auf den empfohlenen Werkstoff A1N (normalgeglüht) gemäss der Norm UIC 811-1 (3. Ausgabe vom 01.01.1968 und 4. Ausgabe vom 01.01.1987).

*Die Härtewerte mit umgerechneter Zugfestigkeit sind in der Tabelle 2 (EMPA-Bericht 443632) und in der Tabelle 4 (EMPA-Bericht 447233), die Resultate der Zugversuche nach EN 10002 in der Tabelle 3 (EMPA-Bericht 443632) und in der Tabelle 5 (EMPA-Bericht Bericht 447233) und die Kerbschlagarbeit nach ISO 83 inkl. Sollwerte nach UIC 811-1 in der Tabelle 4 des Prüfberichtes 443632 der EMPA (Anlagen 9 und 11, im Schlussbericht nicht enthalten) aufgeführt.*

- Wellenoberfläche:

Die Wellenoberfläche war mit einem einschichtigen Oberflächenschutz versehen. Die Wellenoberfläche war rau, zeigte jedoch keine Auffälligkeiten.

- Gefügeuntersuchung:

Aus verschiedenen Zonen der Welle wurden Proben entnommen und das Gefüge untersucht. In ungeätztem Zustand konnte ein mit dem Schwefelgehalt korrelierender Anteil an zeitlich angeordneten nichtmetallischen Einschlüssen festgestellt werden. Der an heutigen Massstäben gemessene hohe Anteil an Mangansulfiden kann ein rissbegünstigender Faktor darstellen.

In geätztem Zustand kann das Gefüge beurteilt werden. Es besteht aus einem relativ feinen Perlit mit nadlig ausgebildetem Ferrit. Die Ferritkorngrösse liegt im Bereich der Korngrössenkennzahlen 7 bis 9. Die Perlitkörner lassen sich den Korngrössenkennzahlen 8 und 9 zuordnen.

Das vorliegende Gefüge ist ungünstig für das Zähigkeitsverhalten des Werkstoffs und kann somit auch das Ermüdungsverhalten des Werkstoffs (Rissinitiation und –fortschritt) negativ beeinflussen. Eine Normalisierung des Werkstoffes würde zu einem feinkörnigen globulistischen Gefüge mit deutlich verbesserter Zähigkeit führen.

#### Gewichtsermittlung des Wagens Nr. 3381 785 1 434-9:

- Der Wagen wurde beim Abgang durch die Firma OMYA gewogen. Das Nettogewicht bei Wagenabgang betrug 56'150 kg (Anlage 5).  
Die im Rangierbahnhof Limmattal ermittelte Tara des Wagens betrug 22'250 kg. Die Anschrift am Wagen lautete auf 22'900 kg.  
Das zulässige Bruttogewicht des Wagens beträgt 80 t. Das gewogene Bruttogewicht des Wagens am Ereignisort betrug 78'400 kg.
- Die Ladung wurde in Mühlehorn aus dem entgleisten Wagen abgepumpt und in Ziegelbrücke in den bereitgestellten Zisternenwagen Nr. 3381 7 851422-4 umgepumpt. Dieser Wagen wurde in Ziegelbrücke gewogen. Das Nettogewicht betrug 55'900 kg (Anlage 6).
- Die Gewichts Differenz von 250 kg dürfte darauf zurückzuführen sein, dass nicht die gesamte Ladung aus dem entgleisten Zisternenwagen umgepumpt werden konnte.
- Der Wagen war nicht überladen.

### **1.19 Informationen über Organisation und Verfahren**

Bei Zug 48714 handelt es sich um einen regelmässig verkehrenden Güterzug von Buchs (SG (ab 08.22 Uhr) via Zürich VB(10.02/10 Uhr) nach Biberist RM (an 11.45 Uhr).

### **1.20 Verschiedenes**

- Das Ereignis wird seitens der Strafverfolgungsbehörden durch die Kantonspolizei Glarus untersucht.
- Am 1. März 2006 kam es bei der Einfahrt von Zug 64346 in den Bahnhof Salzburg Gnigl Vbf-Einfahrgruppe zu einer Zugsentgleisung. Gemäss Untersuchungsbericht der Bundesanstalt für Verkehr, Unfalluntersuchung Fachbereich Schiene konnte als Entgleisungsursache der Bruch einer Radsatzwelle im Uebergang zum Radsitz ermittelt werden. Beim unfallverursachenden Wagen handelte es sich um einen Kesselwagen der Firma VTG Oesterreich (Untersuchungsbericht BMVIT-795.011-II/BAV/UUB/Sch/2006)
- Mit Schreiben vom 30. April 2007 hat die VTG als Eigentümerin des Wagens Nr. 3381 785 1 434-9 zum Empa-Prüfbericht 443632 Stellung genommen. Aufgrund dieser Stellungnahme hat die EMPA mit dem Prüfbericht 447233 weitere Abklärungen vorgenommen (Anlagen 10 und 11, im Schlussbericht nicht enthalten).

## **2. BEURTEILUNG**

### **2.1 Technisches**

- Die Infrastrukturanlagen (Oberbau) war technisch in Ordnung.
- Die Bahnsicherungsanlagen haben richtig funktioniert.

- Die visuelle Kontrolle der Wagen von Zug 48714 ergab folgendes:
  - Die Wagen 1 – 12 waren technisch in Ordnung und konnten weiter verkehren.
  - Die Wagen 14 – 16 wiesen entgleisungsbedingte Schäden auf. Bei Wagen Nr. 3381 784 9 437-7 (Wagen 16) wurde am hinteren Drehgestell ein Federbruch (innere Feder) festgestellt.
- Beim Wagen 13 (Wagen Nr.: 3381 785 1 434-9) wurde an der Achse 4 ein Achsbruch festgestellt. Die Prüfberichte 443632 und 447233 der EMPA Thun kommen zu folgendem Befund (Auszug aus den Berichten):
  - Die chemische Zusammensetzung entspricht der geforderten Zusammensetzung für den Stahl A1 (C35) gemäss UIC-Kodex 811-1, 3. Ausgabe vom 01.01.1968 und 4. Ausgabe vom 01.01.1987.
  - Es handelt sich um einen Schwingbruch mit relativ kleinem Restbruchanteil, was auf eine geringe Nennspannung bzw. auf eine Dimensionierung mit hohem statischem Sicherheitsfaktor hindeutet. Der Restbruch ist spröde und kann mit der zum Teil ungünstigen Gefügeausbildung begründet werden (nadelige Gefügeausbildung, relativ geringer Reinheitsgrad).
  - Die Zugversuche haben bestätigt, dass die geforderte Zugfestigkeit der Welle gemäss UIC-Merkblatt für einen Stahl A1N knapp nicht erreicht wird. Geht man von einem Stahl A1U (unbehandelt) aus, so ist die Zugfestigkeit genügend.  
Sowohl im UIC-Merkblatt wie auch in einem Mail der OeBB wird aber davon ausgegangen, dass es sich um einen Stahl A1N (normalgeglüht) handeln sollte.  
Die Kerbschlagwerte sind sowohl in Quer- als auch in Längsrichtung der Norm entsprechend.
  - Die Gefügeausbildung deutet eher auf den Stahl A1U (unbehandelt) als auf den in UIC 811-1 empfohlenen und normalerweise verwendeten Stahl A1N (normalgeglüht) hin.
  - Der Rissausgang konnte aufgrund von Sekundärschäden nicht identifiziert werden.

## 2.2 Betriebliches

- Zug 48714 ist fahrplanmässig verkehrt.
- Die Zugkontrollleinrichtung zwischen Murg und Mühlehorn hat die entgleiste Achse beim 13. Wagen erkannt und entsprechenden Alarm ausgelöst.
- Beim Erkennen der Situation hat der Lokführer von Zug 48714 richtig reagiert. Er hat die Betriebsleitzentrale informiert und an der Zugspitze dreimal Rot signalisiert.
- Der Lokführer des Gegenzuges 761 hat die Entgleisung bemerkt und sofort eine Schnellbremsung eingeleitet. Dadurch hat er grösseren Schaden vermieden.

## 3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

### 3.1 Befunde

- Am Wagen Nr. 3381 785 1 434-9 wurde an der hintersten Achse des zweiten Drehgestells ein Achsbruch festgestellt.  
Gemäss den Berichten 443632 und 447233 der EMPA Thun ist der Achsbruch auf einen Schwingbruch mit einem relativ kleinen Restbruchanteil zurückzuführen. Der Restbruch war spröde, was auf der zum Teil ungünstigen (nadeligen) Gefügeausbildung und dem relativ geringen Reinheitsgrad zurückzuführen.

- Die Bahnsicherungsanlagen funktionierten einwandfrei.
- Die Zugkontrollleinrichtung hat die entgleiste Achse erkannt und Alarm ausgelöst.
- Das am Ereignis beteiligte Lokpersonal (Lokführer Güterzug 48714 und Lokführer Reisezug 761) hat richtig reagiert.

### 3.2 Ursache

Die Entgleisung ist auf den Bruch der Achswelle an der hintersten Achse des zweiten Drehgestells von Wagen Nr. 3381 785 1 434-9 zurückzuführen. Gemäss den Prüfberichten 443632 und 447233 der EMPA Thun ist die Kombination von relativ rauer Bauteiloberfläche, einem ungünstigen Werkstoffzustand sowie einer eher zu knappen Festigkeit als Ursache für das Versagen des Bauteils innerhalb eines Instandhaltungsintervalls anzusehen.

## 4. SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

- Weitere Achswellen gleicher Bauart und im gleichen Zustand sind zu überprüfen.
- Es ist zu prüfen, ob es technisch möglich ist, bei den bestehenden Zugkontrollleinrichtungen das Schwingverhalten von Achswellen zu kontrollieren und so angerissen Achswellen rechtzeitig zu erkennen.

*Die Untersuchung wurde von Walter Kobelt, Ueli Baumann und Jean Gross geführt.*

Schlieren, 22. Oktober 2007

Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

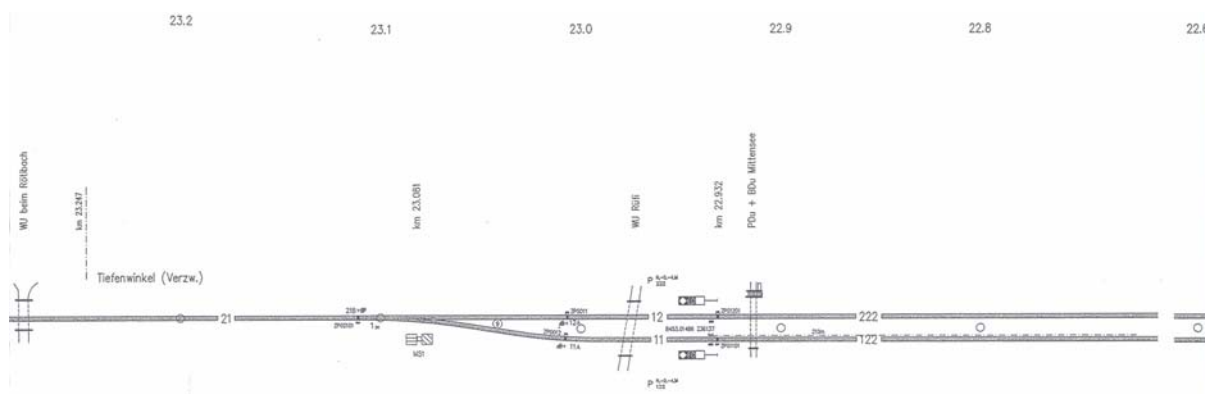
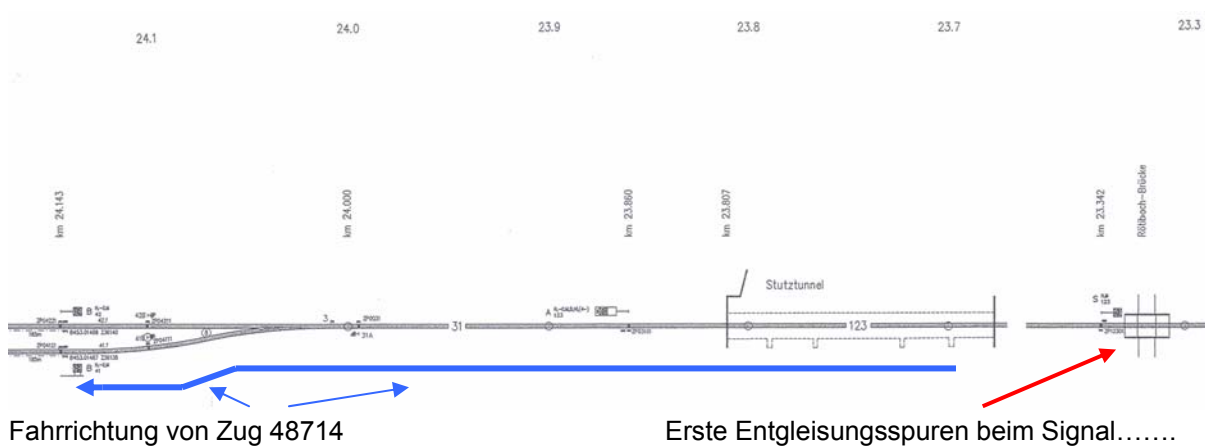
Walter Kobelt  
Leiter der Unfalluntersuchungsstelle

Jean Gross  
Untersuchungsleiter

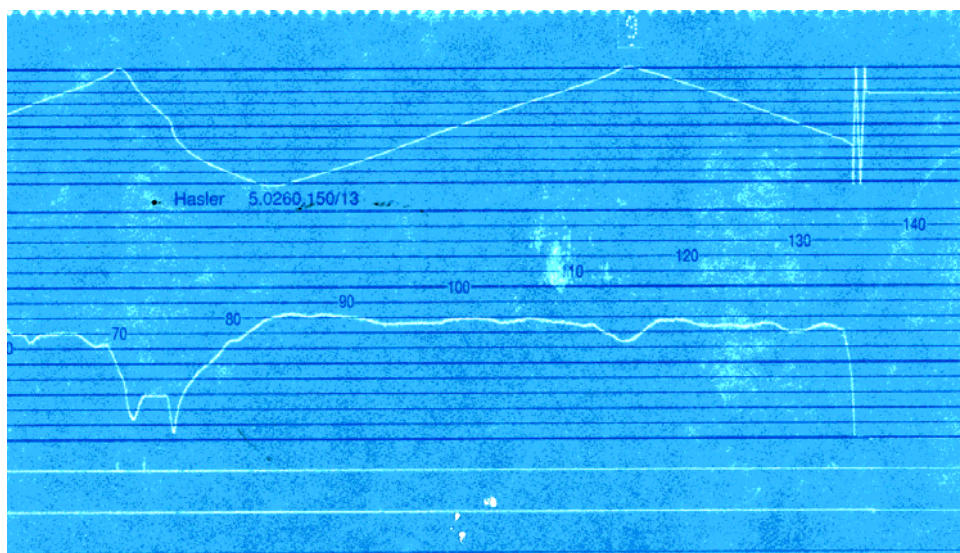
Uebersichtsplan: KAPO GL

Fotos: Nr. 1 KAPO Glarus  
Nr. 2 - 12 UUS

Gleispläne Tiefenwinkel



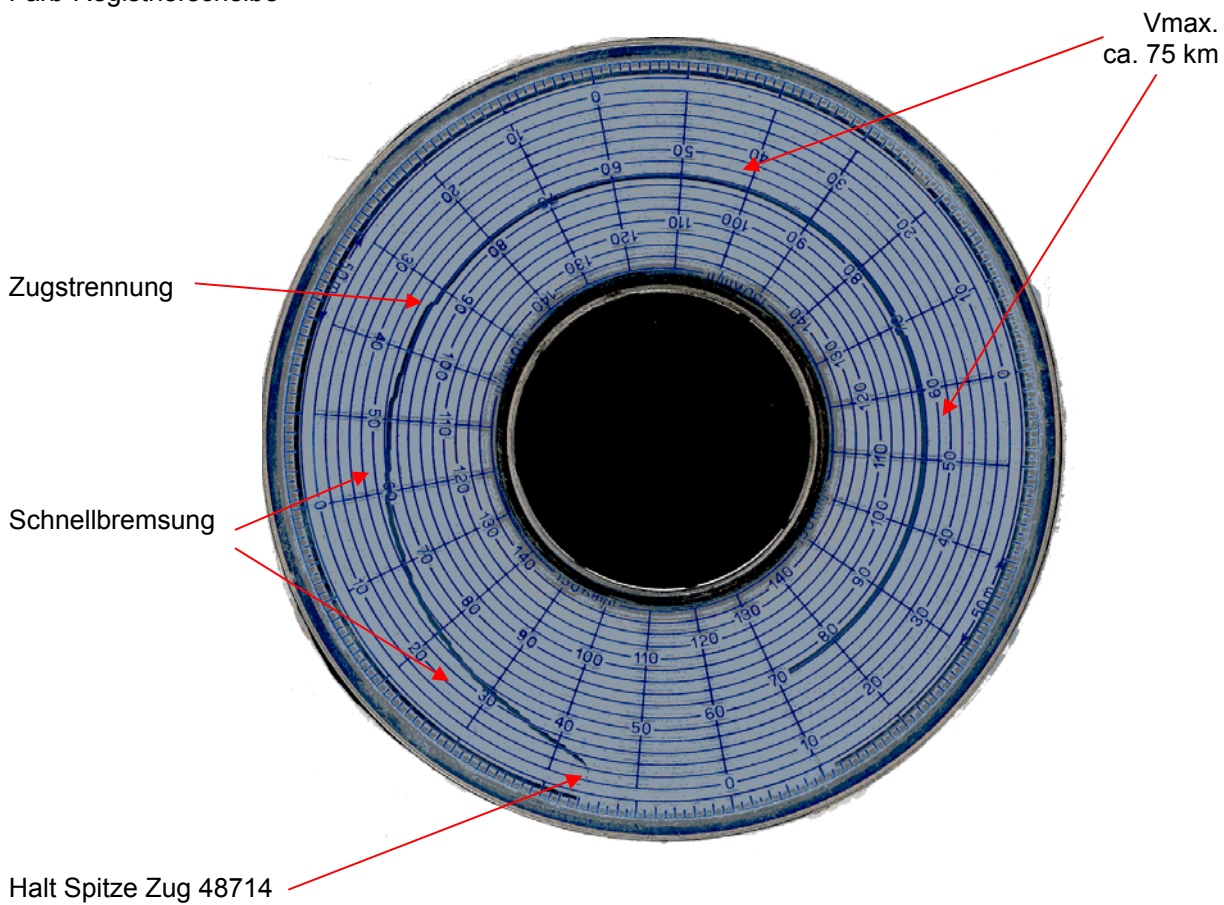
Registrierstreifen



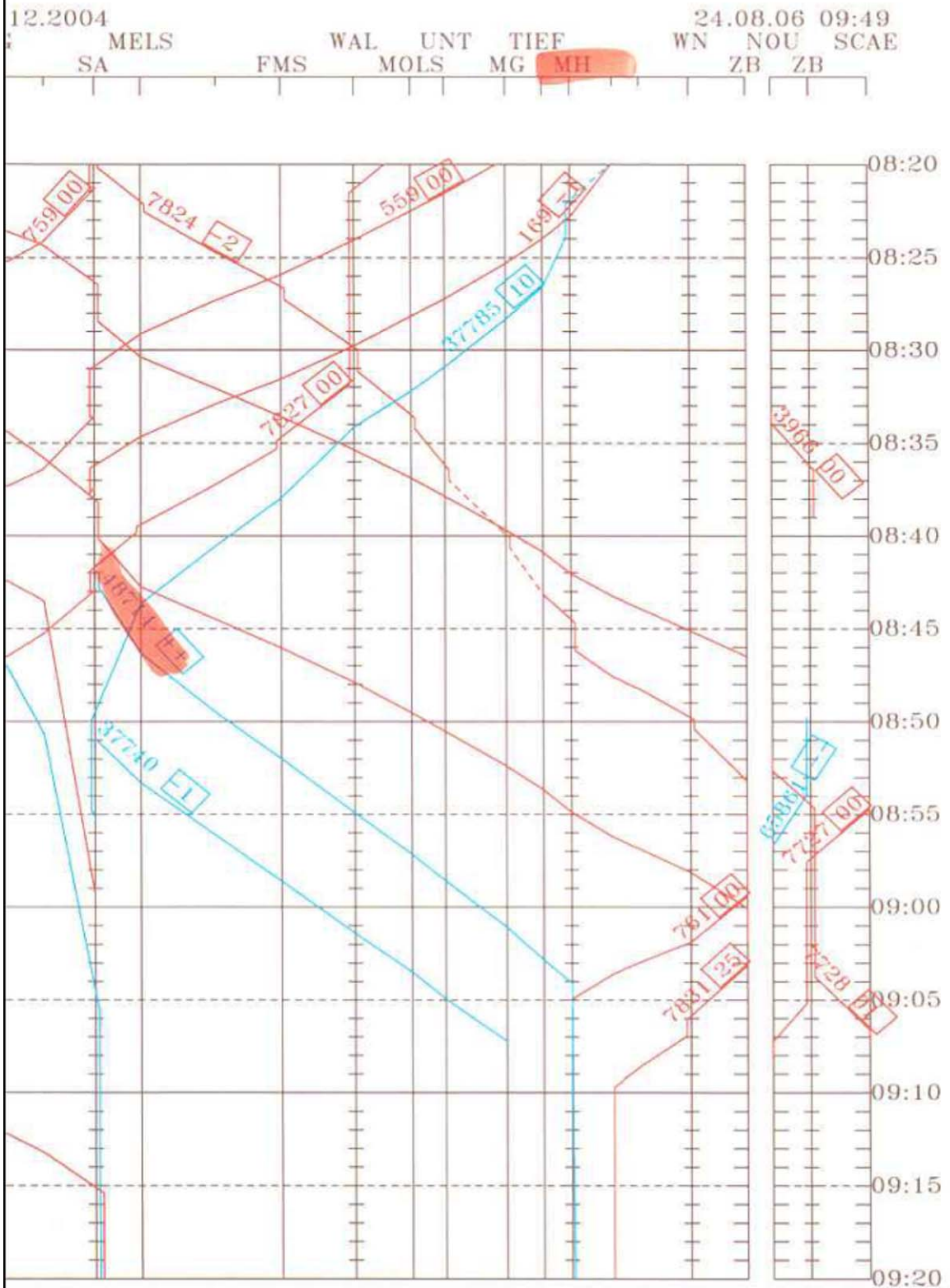
Zeitdiagramm

Geschwindigkeitsdiagramm

Farb-Registrierscheibe



Zuglage Sargans – Ziegelbrücke am 17. August 2006



AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG	zu Art.: 16
Kapitel: Feste Anlagen	Blatt Nr.: 1 N
Abschnitt: Geometrische Gestaltung der Fahrbahn	
Artikel: Spurweite	Ausgabe: 01.12.2002

## NORMALSPUR

### AB 16

- 1 Definition
- 11 Die Spurweite des Gleises ist der Abstand zwischen den spurinneren Fahrkanten der Schienen gemessen 14 mm unter der Schienenlauffläche.
- 12 Das Grundmass resp. Nennmass der Spurweite beträgt 1435 mm.
- 13 Die Schienenneigung beschreibt den Winkel zwischen der Symmetrieachse der auf der Unterlage befestigten Schiene und der Senkrechten zur Gleisebene.
- 14 Das Nennmass der Schienenneigung beträgt im Regelfall 1:40.
- 15 Auf Anordnung einer Schienenneigung kann in folgenden Fällen verzichtet werden:
- in Weichen bei  $V \leq 200$  km/h
  - bei Geschwindigkeiten  $> 200$  km/h in Bereichen von Zungenvorrichtungen und von Herzstückpartien
  - in Nebengleisen
- 2 Grenzwerte
- 21 Im Betriebszustand der Gleise und Weichen sind folgende Grenzwerte einzuhalten:
- Kleinste Spurweite bei Spurerengung 1430 mm
  - Grösste Spurweite bei maximaler Spurerweiterung und seitlich abgenützten Schienen 1470 mm
- 22 Die Toleranz für die Schienenneigung im Neuzustand der Gleise beträgt im Regelfall  $\pm 1:100$ .
- 3 Spurerweiterung im Bogen
- 31 Mit Rücksicht auf einen zwangslosen Lauf der Fahrzeuge kann in Kurven mit kleinen Bogenhalbmessern die Spurweite durch Spurerweiterung vergrössert werden.
- 32 Im Netz der Normalspurbahnen gelten folgende Richtwerte für die Spurerweiterung ab Nennmass:

Radien R in [m] (* für Bogenweichen)	Spurerweiterung [mm]
275 (*230) und mehr	0
274 (*229) bis 185	6 (*5)
184 bis 150	10
149 bis 130	16 (*15)
129 und kleiner	20

Fortsetzung Blatt 2



AUSFÜHRUNGSBESTIMMUNGEN ZUR EISENBAHNVERORDNUNG	zu Art.: 16
Kapitel: Feste Anlagen	Blatt Nr.: 2 N
Abschnitt: Geometrische Gestaltung der Fahrbahn	
Artikel: Spurweite	Ausgabe: 01.12.2002

(AB 16)

- 33 Die Sollwerte der Spurweiten in den Weichengrundformen sind den entsprechenden Typenplänen zu entnehmen.
- 34 Die Spurweiten im Bereich von starren Herzstücken sind immer im Zusammenhang mit den Rillenweiten der Radlenker resp. mittels Leitweiten zu beurteilen.
- 4 Einfluss der Spurweite auf die Laufstabilität der Fahrzeuge
- 41 In längeren Abschnitten mit einer mittleren Spurweite nahe dem Minimalwert können bei einzelnen Fahrzeugen in Kombination mit ungünstigen Verhältnissen in der Paarung Radprofil-Schienenkopfprofil bei höheren Geschwindigkeiten Laufinstabilitäten auftreten.
- 42 Werden an einzelnen Fahrzeugen oder in bestimmten Gleisabschnitten solche Laufinstabilitäten festgestellt, sind u.a. Untersuchungen der äquivalenten Konizität mit den nötigen Aufnahmen der Radprofile und mit örtlichen Erhebungen der Spurweite resp. der Profile der Schienenlaufläche durchzuführen. Die fallweise Anordnung von entsprechenden Massnahmen am Gleis oder am Rad/Fahrzeug sind hinsichtlich der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit zu optimieren.
- 43 Tendenziell sind kleine Spurweiten nahe dem Minimalwert sowohl bei Neuanlagen unter Berücksichtigung aller Herstellungstoleranzen, wie auch bei der Instandhaltung möglichst zu vermeiden. Spurverengende Überwalzungen der Schienenlaufläche sind in den durchgehenden Gleisen möglichst bald in geeigneter Weise zu entfernen.
- 44 Bei Geschwindigkeiten über 160 km/h sind in der konzeptionellen Auslegung und während der Instandhaltung folgende Grenzwerte der äquivalenten Konizität (Definition gemäss Entwurf UIC MB 519) einzuhalten:

$V_{\max}$ [km/h]	theoretischer Wert (Rad- und Schienenkopf- profil neu)	Grenzwert im Betrieb (Rad- und Schienenkopf- profil verschlissen)
$160 < V \leq 200$	0,30	0,40
$200 < V \leq 230$	0,25	0,35

Wiegenschein von Wagen 3381 785 1 434-9 gewogen bei Zugsabgang

---

Aus Gründen des Datenschutzes kann dieses Dokument im Schlussbericht nicht veröffentlicht werden.

## **Anlage 6**

Wiegenschein Ziegelbrücke von Wagen 3381 783 7 444-7 mit umgepumpter Ladung aus  
Wagen 3381 785 1 434-9

---

Aus Gründen des Datenschutzes kann dieses Dokument im Schlussbericht nicht veröffentlicht werden.

Zugsliste Zug 48714

<-> SBB CFF FFS

Zugsliste betrieblich

2006-08-17 09:19

Zug : 48714    ZS: 8    Reihung : 1    Datum: 17.08.2006    Block :    Bhf-Nr : 81 12302    Bhf-Name : BLUDENZ  
 Angeordnet : VIL.SUED GRE - Biberist RM    Teilzug : VIL.SUED GRE - BLUDENZ  
 Wg : 16    Meter : 209    A: 64    (davon leer :    beladen: 64 )    Tonnen : 1368.0    V max: 100  
 Bemerkung Zug :    DEBIC : 4300 Konventioneller G#terverkehr (Transit)

ZNr	RNr	Wg-Nr	LZ	WS	TA	BA	E-Bhf	ES	A	T	L#P	spez	B	P	G	Vmax	Hb	UNOG	UNOS	FAG	Bef-B	ao-Trspt	
1	1	3381 7836 4083	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.5	125	++?	0	57	57	100	2					8	
2							Bef-B: 61; 95;																
3	2	3381 7837 5576	1	3	10		Biberist RM	16	4	86.4	125	++?	0	60	60	100	2					8	
4							Bef-B: 61; 95;																
5	3	3381 7836 3713	1	3	10		Biberist RM	16	4	86.2	125	++?	0	59	59	100	2					8	
6							Bef-B: 61; 95;																
7	4	3381 7851 7078	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.7	122	++?	0	52	52	100	2					8	
8							Bef-B: 61;																
9	5	3387 7848 2335	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.2	128	++?	0	59	59	100	1					8	
10							Bef-B: 61; 95;																
11	6	3381 7851 5288	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.6	152	++?	0	54	54	100	2					8	
12							Bef-B: 61;																
13	7	3381 7849 4344	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.8	131	++?	0	53	53	100	2					8	
14							Bef-B: 61;																
15	8	3381 7837 4140	1	3	10		Biberist RM	16	4	86.5	125	++?	0	60	60	100	2					8	
16							Bef-B: 61; 95;																
17	9	3381 7851 5163	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.7	138	++?	0	49	49	100	2					8	
18							Bef-B: 61;																
19	10	3381 7835 4091	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.7	125	++?	0	57	57	100	2					8	
20							Bef-B: 61; 95;																
21	11	3381 7836 4141	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.7	125	++?	0	57	57	100	2					8	
22							Bef-B: 61; 95;																
23	12	3381 7836 4075	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.7	126	++?	0	57	57	100	2					8	
24							Bef-B: 61; 95;																
25	13	3381 7851 4349	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.7	152	++?	0	**	**	100	2					8	
26							Bef-B: 61;																
27	14	3387 7836 3659	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.8	128	++?	0	59	59	100	2					8	
28							Bef-B: 61; 95;																

Seite : 1

<-> SBB CFF FFS

Zugsliste betrieblich

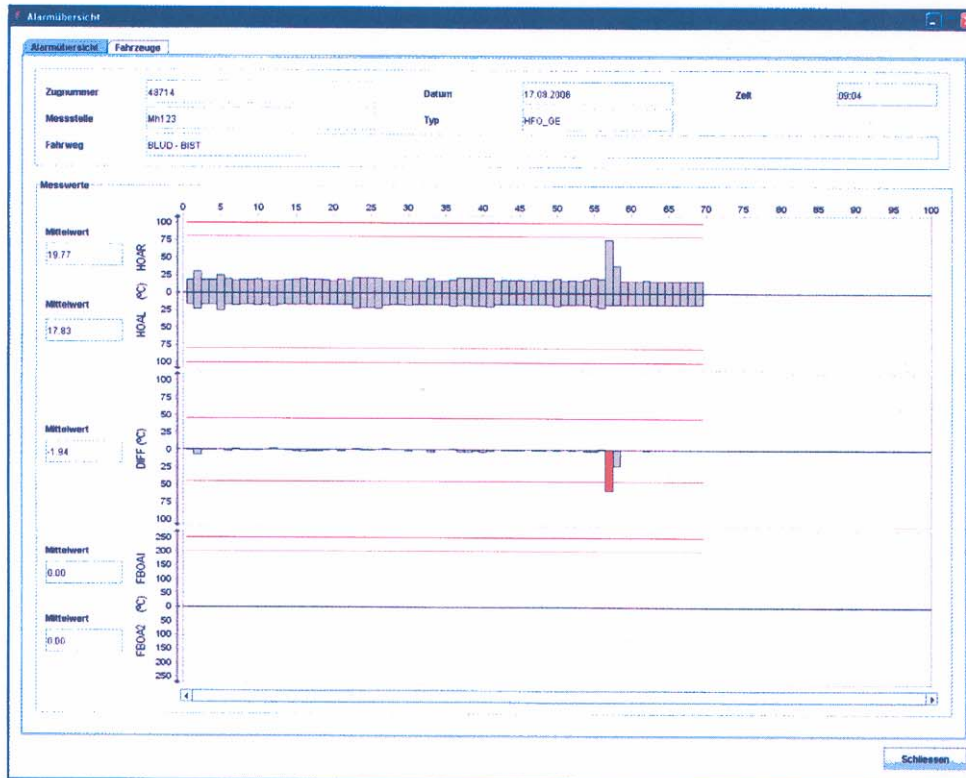
2006-08-17 09:19

Zug : 48714    ZS: 8    Reihung : 1    Datum: 17.08.2006    Block :    Bhf-Nr : 81 12302    Bhf-Name : BLUDENZ  
 Angeordnet : VIL.SUED GRE - Biberist RM    Teilzug : VIL.SUED GRE - BLUDENZ  
 Wg : 16    Meter : 209    A: 64    (davon leer :    beladen: 64 )    Tonnen : 1368.0    V max: 100  
 Bemerkung Zug :    DEBIC : 4300 Konventioneller G#terverkehr (Transit)

ZNr	RNr	Wg-Nr	LZ	WS	TA	BA	E-Bhf	ES	A	T	L#P	spez	B	P	G	Vmax	Hb	UNOG	UNOS	FAG	Bef-B	ao-Trspt	
29	15	3387 7848 2459	1	3	10		Biberist RM	16	4	89.9	128	++?	0	59	59	100	1					8	
30							Bef-B: 61; 95;																
31	16	3381 7849 4377	1	3	10		Biberist RM	16	4	79.9	131	++?	0	53	53	100	2					8	
32							Bef-B: 61;																

Seite : 2

Ausdruck ‚Zugkontrollleinrichtung ZKE‘ Mühlehorn



**Alarmdetail**

**Ereignis**  
 Datum: 17.08.2006  
 Zugnummer: 43714  
 UN-Nummer:  
 Zeit: 09:04  
 Messstelle: MH123  
 EVU: SBB 0 (nur LEZ)

**Kontakte**  
**Zuständige Mobilbahnstaffel**  
 Name, Tel.1, Tel.2  
**Allgemeine Kontakte**  
 BLZ Zurich, Name, Tel.1, Tel.2

**Alarme**  
 Fahrweg: BLUD - BIST  
 Hintsblöcher: heiss 0, warm 0  
 Festbremser: heiss 0, warm 0  
 Differenzalarm: heiss 1, warm 0  
 Trend-Alarm:  
 Tempo: Achse t: heiss, Achse r: heiss  
 Anzahl Achsen: 99

**Interventionsbahnstaffel**  
 Bahnhof:  
 Zugbrücke  
 Zugbrücke

**Achsen**

Achsen-Nr	HQAL	HQAR	DIF	FBOA1	FBOA2	Fahrzeug	UN-Nummer
57			-14.00°C				
1	17.00°C	75.00°C	-1.00°C	0.00°C	0.00°C		
2	17.00°C	18.00°C	-1.00°C	0.00°C	0.00°C		
3	23.00°C	30.00°C	-7.00°C	0.00°C	0.00°C		
4	17.00°C	18.00°C	-1.00°C	0.00°C	0.00°C		
5	75.00°C	25.00°C	0.00°C	0.00°C	0.00°C		
6	17.00°C	19.00°C	2.00°C	0.00°C	0.00°C		
7	18.00°C	17.00°C	1.00°C	0.00°C	0.00°C		
8	17.00°C	18.00°C	-1.00°C	0.00°C	0.00°C		
9	17.00°C	18.00°C	-1.00°C	0.00°C	0.00°C		

Buttons: Drucken, Ereignis-Def..., Alarm-Def..., Schliessen

**Anlage 9**

Prüfbericht EMPA Nr. 443632 vom 7. März 2007

---

Dieser Prüfbericht ist im Schlussbericht nicht enthalten

---

**Anlage 10**

Schreiben VTG Austria vom 30. April 2007

---

Dieses Schreiben ist im Schlussbericht nicht enthalten

---

**Anlage 11**

Prüfbericht EMPA Nr. 447233 vom 16. Oktober 2007

---

Dieser Prüfbericht ist im Schlussbericht nicht enthalten

---