



Ulrich Baumann, 23. April 2007

Reg. Nr.: 06041101

Schlussbericht

der Unfalluntersuchungsstelle

Bahnen und Schiffe

über den Mottbrand an Zug 157
(ETR 470 ‚Pendolino‘ der CISALPINO AG

vom Dienstag, 11. April 2006

im Zimmerbergbasistunnel Zürich – Thalwil
(Gemeindegebiet Zürich)

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 Dienstag, 11. April 2006 stellte der Lokführer des Zugs 157 (Cisalpino von Zürich nach Milano mit verspäteter Abfahrt ab Zürich HB um 19:48 Uhr – planmässig 19:07 Uhr) kurz nach Einfahrt in den Zimmerbergbasistunnel um ca. 19:53 Uhr fest, dass er den Hauptschalter nicht mehr einschalten konnte. Der Hauptschalter muss vor dem Befahren der Schutzstrecke bei Bahnkilometer 3.150 ausgeschaltet werden. In Folge fehlender Zugkraft und dem ansteigenden Gleis blieb der Zug bei km 7.930 stehen. Auf Anweisung des technischen Supports der Fa. Cisalpino (Telefonische Hilfestellung bei technischen Störungen) schaltete der Lokführer den Hauptschalter ein. Als Folge gab es eine Explosion. Kurz darauf meldete sich eine Mitarbeiterin des Speisewagens (Wagen 7) bei ihm, dass sie in Wagen 8 starken Rauch bemerkt habe. Der Zugbegleiter orientierte die Betriebsleitzentrale Zürich über das Geschehene, liess den Tunnel für den Verkehr sperren und begann mit Hilfe eines im Zug reisenden Passagiers (Ehemaliger Zugchef von Bellinzona) mit der Evakuierung der Fahrgäste.

0.2 Untersuchung

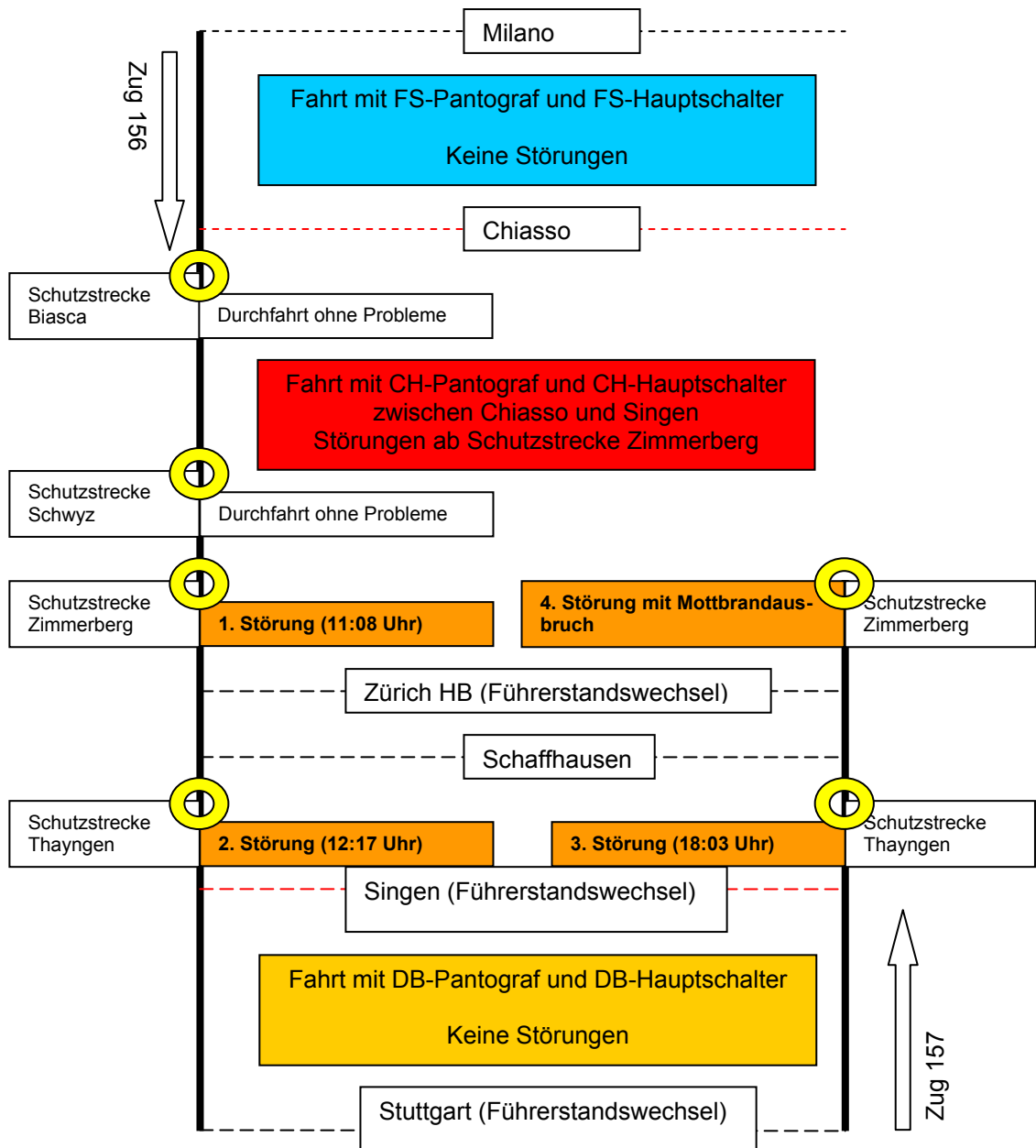
Die Untersuchungsstelle UUS wurde gleichentags um 21:24 Uhr durch die Meldestelle REGA über das Ereignis informiert. Der nebenamtliche Untersuchungsleiter Ulrich Baumann rückte unverzüglich an den Ereignisort (Bahnhof Thalwil) aus. Vor dem Ausrücken wurde Untersuchungsleiter Jean Gross als Verstärkung aufgeboten. Der Untersuchungsbericht der UUS fasst die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen zusammen.

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Vorgeschichte

Gemäss Abklärungen der UUS hatte die Komposition ETR 470 007 gleichentags schon auf der Fahrt von Milano nach Stuttgart am Vormittag Probleme mit dem Einschalten des CH-Hauptschalters, und zwar nach Passieren der Schutzstrecke im Zimmerbergbasistunnel (Fahrtrichtung Zürich) und in Thayngen (Fahrtrichtung Stuttgart). Dort konnte der Hauptschalter erst nach einem ausserordentlichen Halt und nach mehreren Versuchen wieder eingeschaltet werden, dazu gehörte u.a. auch ein „S-Reset“ (Reset an der Steuerelektronik). Die Weiterfahrt bis Singen verlief dann störungsfrei, ab Singen verkehrte der Zug mit dem DB-Pantograf und dem DB-Hauptschalter. Die Fahrt Singen – Stuttgart – Singen verlief störungsfrei. Auf der Fahrt von Singen Richtung Zürich (wieder mit CH – Hauptschalter und CH – Pantograf) trat die gleiche Störung wieder bei der Schutzstrecke Thayngen auf. Da diese nicht sofort behoben werden konnte, liess der Lokführer den Zug mit Schwung bis nach Schaffhausen rollen. Die Reisenden mussten für die Weiterfahrt nach Zürich auf andere Züge umsteigen. Das System konnte nur mit Hilfe des technischen Supports der Fa. Cisalpino (CIS-Support) nach über einer halben Stunde wieder hochgefahren werden. Nachdem die

Störung behoben war, verkehrte die Komposition als Leerzug nach Zürich HB. Auf dieser Fahrt traten keinerlei Störungen auf. In Zürich HB wurde der Zug vor der Weiterfahrt nach Milano komplett ab- und aufgerüstet (Führerstandwechsel).



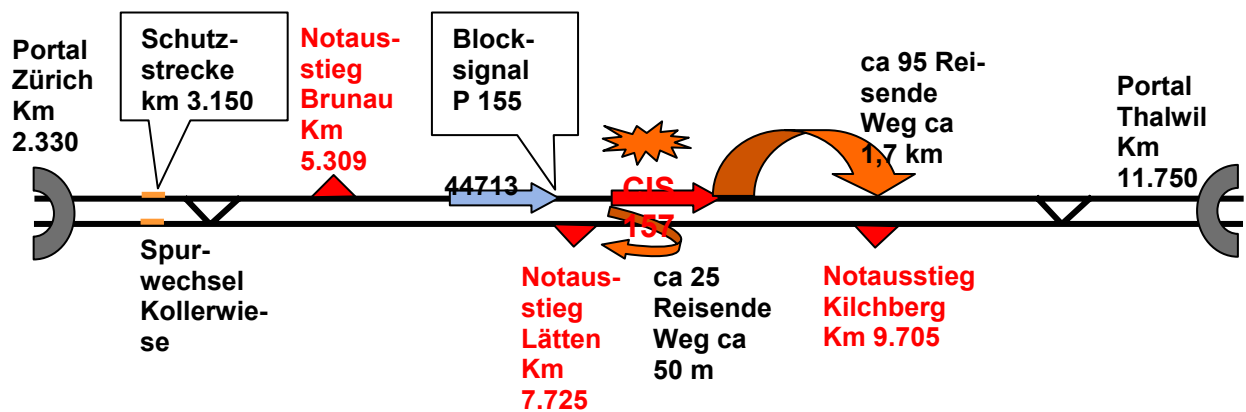
1.2 Verlauf der Fahrt

Nach Übernahme der Komposition ETR 470 007 für Zug 157 von Zürich HB nach Milano wurde dieser auf dem Führerstand Seite Thalwil aufgerüstet. Auf dem Display des Lokführers wurden keine Störungen angezeigt. Bei der Fahrzeugübernahme wurde der Lokführer von seinem Vorgänger über die Probleme in Thayngen/Schaffhausen mündlich orientiert.

Die Abfahrt in Zürich HB erfolgte um 19:48 Uhr. Die Beschleunigungsphase des Zugs verlief normal. Ca. 2 Minuten nach Abfahrt musste der Lokführer den CH-Hauptschalter (HS) für die Vorbeifahrt an der Schutzstrecke Zimmerberg ausschalten. Nachdem die Schutzstrecke passiert war, wurde der HS wieder eingeschaltet. Ca. 30 Sekunden nach dem Einschalten schaltete der HS ohne Befehl des Lokführers wie-

der aus. Aus der Zugdiagnose konnte später folgende Information gelesen werden: „Mancata scarica del filtro rete“ (Zwischenkreiskondensator nicht korrekt entladen). Der Lokführer versuchte mehrere Male den HS einzuschalten. Die oben erwähnte Meldung wurde dabei jedes mal wieder generiert; später kamen noch weitere Störungsmeldungen dazu. Die Zugdiagnose kann jedoch nur in der Unterhaltswerkstatt ausgelesen werden.

Da der Zug ohne Strom keine Zugkraft hatte, liess der Lokführer den Zug rollen bis zum Stillstand bei km 7.930.



Skizze: SBB

Über Natel rief der Lokführer den CIS-Support an. Dieser ordnete die Durchführung eines „Resets“ an. Auf Anweisung des CIS-Supports unternahm der Lokführer einen weiteren Einschaltversuch. Nach dem Einschalten vernahm der Lokführer den Knall einer Explosion, er leitete dies auch gleich an den CIS-Support weiter und senkte den Pantografen sofort wieder. Fast gleichzeitig kam vom Speisewagenpersonal die Meldung, dass sich im hinteren Zugteil starker Rauch bildete.

Zur selben Zeit versuchte auch die Betriebsleitzentrale Zürich (BLZ) telefonisch mit dem Lokführer in Kontakt zu treten. Da der Lokführer aber mit der Behebung des Schadens beschäftigt war, übergab er das Telefon dem Zugchef. Dieser wiederum übergab es einem Kollegen (Ehemaliger Zugchef von Bellinzona), der sich als Passagier im Zug befand und sich zur Mithilfe zur Verfügung stellte.

Der Zugchef begab sich sofort in den hinteren Zugteil. In den Wagen 1 bis 4 wurde keine Unregelmässigkeit festgestellt, ab Wagen 5 nahm er Rauch wahr. Alle Reisenden wurden aufgefordert, sich in die vorderen Wagen zu begeben. Als sich der Zugchef im Wagen 7 befand, hörte er eine weitere Explosion. In den Wagen 8 und 9 gab es schon sehr viel Rauch, der auch zu Atembeschwerden führte. Darauf entschloss sich der Zugchef den ganzen Zug zu evakuieren.

Nach der Betätigung eines Alarmknopfs im Tunnel – dies hat zur Folge, dass die Betriebsleitzentrale alarmiert und der Tunnel für den Zugverkehr gesperrt wird – wurden die Reisenden aufgefordert den Zug zu verlassen. Da der Kollege ständig in telefonischer Verbindung mit der BLZ stand, konnten von dieser Seite her die Rettungskräfte sofort aufgeboden werden.

Die Evakuierung verlief aber nicht ohne Probleme, da die Türen des Zugs blockiert waren und auch vom Lokführer anfangs nicht frei gegeben werden konnten. Eine erste Gruppe der Fahrgäste verliess den Zug über den Ausgang des Führerstands und begab sich zum Notausstieg „Kilchberg“ unter Führung des Helfers. Diese Fluchtrichtung wurde gewählt, weil der Rauch des hinteren Zugteils den Weg zum Notausstieg „Lätten“ versperrte. Der Zugchef ging zu den in Wagen 4 wartenden Reisenden zu-

rück, deblockierte die Türe manuell und forderte die Reisenden auf, sich ebenfalls zu einem Notausstieg zu begeben.

Der Zugchef und der Lokführer kontrollierten nochmals den ganzen Zug, um sicher zu sein, dass sich keine Reisenden mehr darin befanden. Da sich der Rauch in der Zwischenzeit verzogen hatte, konnte ein Teil der Reisenden den Notausstieg „Lätten“ benutzen. Der Zugchef verliess den Tunnel mit den Reisenden, der Lokführer begab sich wieder zu seinem Führerstand. Unterdessen waren auch schon die ersten Rettungskräfte der örtlichen Feuerwehren vor Ort und betreuten die Reisenden.

Da die BLZ die ganze Zeit über Kenntnis vom Problem des Zugs hatte, wurden die Lokführer von zwei vorbeifahrenden Zügen aufgefordert, die Situation zu beobachten und zu melden. Beide Züge fuhren in den Tunnel ein, bevor bekannt war, dass bei einem Wagen Feuer ausgebrochen war. Beide stellten Flammen unten am Wagen 8 fest.

Ein dem CIS folgender Güterzug konnte trotz Schnellbremsung nicht mehr vor dem Spurwechsel Kollerwiese anhalten. Der Lokführer wurde vom Fahrdienstleiter des ZSW Zürich aufgefordert, bis Blocksignal P 155 hinter den defekten Zug vorzurücken, um den Spurwechsel freizulegen.

Nachdem die BLZ Kenntnis von den Flammen hatte, wurde der Lokführer des Güterzugs vom Disponent BLZ aufgefordert, mit dem Feuerlöscher der Lok zu Fuss zum defekten Zug zu gehen, zur Unterstützung des Personals.

1.3 Personenschäden

	Bahnpersonal	Reisende	Drittpersonen
Tödlich verletzt:			
Schwer verletzt:			
Leicht verletzt:		3	

1.4 Sachschäden am Rollmaterial und an der Infrastruktur des Bahnunternehmens

Am CIS 007 wurden folgend Schäden festgestellt:

- CH-Hauptschalter auf Wagen Nr. 7 explodiert
- GTO – Ausfälle (1 – 8)
- Mottbrand im Apparatkasten von Wagen Nr. 8

An der Infrastruktur wurden folgende Schäden festgestellt:

- Ca. 1.5 m der Fahrleitung erlitten Verformungen und mussten ersetzt werden
- Ca. 6 m Schienen mussten ausgewechselt werden

Der Gesamtschaden beträgt ca. Fr. 1.1 Mio., davon entfallen gemäss Angaben der CISALPINO AG rund Fr. 900'000. — auf das Rollmaterial. Beim Rest handelt es sich um Aufwand für Rettungskräfte, Infrastruktur, Busersatz und Schadenersatz.

1.5 Sachschäden Dritter

Gering.

1.6 Beteiligte Personen

- Lokführer, er war für das Führen der Komposition ETR 470 ausgebildet.
- Zugbegleiter

Reisende

Im Zug 157 befanden sich 115 Reisende; 3 Reisende erlitten leichte Verletzungen und wurden zum Untersuch ins Spital eingeliefert.

Die Namen aller Passagiere wurden von den Rettungskräften notiert.

1.7 Schienenfahrzeuge

Eigentümer:	CISALPINO AG
Zugskomposition: ETR	470 007 BAC 470 207 BB 470 507 RA 470 407 RB 470 263 BB 470 107 BAH 470 307 RA 470 264 BB 470 053 BAC (Skizze siehe Anlage 1)
Zugsgewicht:	503 t
Bremsgewicht:	992 t
Zugreihe / Bremsverhältnis:	N 180%
Ausgeschaltete Bremsapparate:	Keine

1.8 Strassenfahrzeuge

Strassenfahrzeuge waren keine am Ereignis beteiligt.

1.9 Wetter, Schienenzustand

Nacht, Schienen trocken, der Vorfall fand im Tunnel statt

1.10 Bahnsicherungssysteme

Die Strecke Zürich HB – Thalwil ist mit einem Integra-Streckenblock 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.

1.11 Zug- und Rangierfunk

Das Triebfahrzeug ist mit dem Zugfunk 90 (ZFK 90) ausgerüstet. Die Funkgespräche werden nicht aufgezeichnet.

1.12 Bahnanlagen

Strecke: Doppelspur in Tunnel, fester Oberbau

1.13 Fahrdatenschreiber

Der Triebwagen BAC Nr. 470 007 ist mit einer Geschwindigkeitsmessenrichtung „Memocarta“ (Locopar DA 310) ausgerüstet. Es handelt sich um ein komplettes Messsystem, welches die Geschwindigkeits- und Weginformationen misst, anzeigt und registriert. Die Ist-Geschwindigkeit wird im Führerstand auf einem grossen, runden Analoginstrument angezeigt.

Die Fahrdaten werden elektronisch registriert und auf einem Papierstreifen aufgezeichnet (Anlage 2). Sie wurden durch die UUS ausgelesen und ausgewertet.

Die Auswertung der Fahrdaten ergab, dass der Lokführer beim Befahren der Schutzstrecke mit einer Geschwindigkeit von ca. 78 km/h gefahren ist und zur Zeit des Ereignisses still stand (0 km/h).

1.14 Befunde an den Bahnfahrzeugen

Bei der visuellen Kontrolle in Thalwil wurde ein ausgebrannter Apparatkasten und Russspuren an Wagen Nr. 8 festgestellt. Die weitere visuelle Kontrolle der am Ereignis beteiligten Schienenfahrzeuge durch den Untersuchungsleiter ergab keine Beanstandungen.

Bild 1



1.15 Medizinische Feststellungen

In Bezug auf medizinische Feststellungen der am Ereignis beteiligten Personen ist nichts bekannt.

Der Lokführer fühlte sich bei Dienstantritt fit.

Durch die Polizei wurde beim Lokführer ein Atemlufttest durchgeführt. Der Befund ergab 0,0 ‰.

1.16 Feuer

Beim Ereignis trat im Apparatekasten an den Traktionsschaltern (KPRE, KLFR, KL 1 und KL 2) von Wagen 8 ein Mottfeuer auf. Dieses erlosch ohne Eingreifen von Personen mit dem Senken des Stromabnehmers.

Das Feuer beschränkte sich auf den Unterflur-Schaltkasten und beschädigte den Fahrgastraum nicht. Unangenehm für die Fahrgäste war die starke Rauchentwicklung.

1.17 Besondere Untersuchungen

Die UUS beauftragte den wissenschaftlichen Dienst (WD) der Stadt Zürich mit der Untersuchung des Mottbrands und die Industriewerke der SBB (IW) in Yverdon mit der Untersuchung des defekten Hauptschalters der Komposition ETR 470 007. Am 12. April 2006 wurde die Komposition in der SBB-Unterhaltsanlage Herdern vom WD Zürich im Beisein der UUS untersucht.

Die Untersuchungen ergaben folgende Resultate:

- Wagen Nr. 1 – 6 und Wagen Nr. 9 wiesen keine Schäden auf
- Am Pantograf auf Wagen Nr. 7 konnten zwei Kurzschlussstellen festgestellt werden. Der Isolator und die Vakuum-Schaltkammer des Hauptschalters waren geborsten

Bild 2



- Wagen Nr. 8 zeigte die grössten Mottbrandspuren im Bereich des Apparatekastens.
Äusserlich konnte man im Bereich des darüber liegenden Fensters starke Russablagerungen feststellen
Hervorgerufen durch die Lichtbogen und die daraus entstandenen sehr hohen Temperaturen (3'000° bis 6'000° C) kam es zu Abschmelzungen und zum Mottbrand im Bereich des Fahrgestells und des Wagenbodens. Verschiedene Kunststoffleitungen und Silentlager wurden zerstört.
Die Traktionsschalter (KPRE, KLRF, KL 1 und KL2), angeordnet in einem Metallkasten beim Fahrgestell, wurden durch die entstandene Hitze stark zerstört. Im vorderen Boden und Seitenblech konnte man grössere Löcher und Abschmelzungen feststellen.

Bild 3



Aus den aufgefundenen Mottbrandspuren und den Erkenntnissen aus den Aufzeichnungen der Diagnosedaten des Triebzugs (Beispiel siehe Anlage 3, Zusammenfassung Anlage 4) rekonstruierte der WD Zürich den Ablauf der Ereignisse, die zum Mottbrand führten:

Beim Hauptschalter ist pantoseitig eine rechtwinklige Anschlussplatte mit einer Schraube angebracht. Diese Schraube war entweder nicht richtig angezogen oder hat sich durch Vibrationen, welche von der an der Anschlussplatte angebrachten Strom führenden Stange her stammen, gelockert. Dadurch wurde der Übergangswiderstand erhöht und es gab lokal starke Erwärmungen im Bereich des mangelhaften Kontakts, welche durch das Spurenbild belegt sind. Es traten Lichtbogen zwischen den Anschlüssen auf. In Folge der grossen Hitze (3'000 °C bis 6'000 °C) kam es zu Abtragungen von Metall an den Anschlüssen und durch die Hitze wurden die Dichtungen der Keramikummantelung des Hauptschalters beschädigt. Es konnte Schmutz und Feuchtigkeit in den Bereich zwischen Vakuum-Schaltkammer und Keramik-Ummantelung eindringen, so dass die Aussenseiten der Vakuum-Schaltkammer nicht mehr gut isolierten. Kriechströme flossen zwischen den beiden Potentialen der Vakuum Schaltkammer und der Hauptschalter konnte die Verbindung zur Fahrleitung nicht mehr korrekt unterbrechen. Dadurch wurde die Vakuum Schaltkammer beschädigt und das Vakuum brach zusammen. Somit floss der Strom bei offenem Schalter über einen stehenden Lichtbogen zwischen den beiden Schaltkontakten weiter.

Im Zimmerbergbasistunnel gab es zudem einen Kurzschluss eines GTO's und der Kurzschlussstrom floss über den Hauptschalter. Als Folge erhielt dieser den automatischen Befehl zum Öffnen. Der grosse Kurzschlussstrom konnte aber vom defekten Hauptschalter nicht abgeschaltet werden, dieser floss weiter über die geöffneten Kontakte. Dies führte zu grossen Verlustleistungen im Bereich der Schaltkontakte, was schliesslich den Hauptschalter bersten liess.

Unmittelbar nach dem Öffnungsbefehl für den Hauptschalter gab das Zugsystem den automatischen Befehl zum Abtrennen des betroffenen Traktionsteils vom übrigen Zug über den Trenner KPFE. Dieser Trenner öffnete, doch er konnte den grossen Strom nicht unterbrechen. In der Folge entstand an den Kontakten von KPFE ein lange an-

stehender Lichtbogen. Dieser löste den eigentlichen Mottbrand im Schaltkasten des Wagens Nr. 8 aus.

Am 30. August 2006 wurde bei der SBB (IW Yverdon) ein typengleicher Hauptschalter im Beisein der UUS und des WD Zürichs kontrolliert.

Die Untersuchungen zeigten folgende Resultate:

- Der Hauptschalterttyp BVAC 15.10 wird auch in der Schweiz bei verschiedenen Fahrzeugen eingesetzt (über 150 Stück sind im Einsatz)
- Es sind der SBB keine Fehler des Hochspannungsschalters bekannt
- Die untersuchten Komponenten zeigen keine systematischen Schwächen auf
- Der Hersteller des Schalters (Firma Sécheron) empfiehlt den Anschluss an den Hochspannungsanschlüssen mittels flexiblen Verbindungen zu realisieren. Der Anschluss erfolgt beim Cisalpino mit einem starren Rohr

1.18 Information über Organisation und Verfahren

Bei Zug 157 handelt es sich um einen regelmässig verkehrenden, im amtlichen Kursbuch aufgeführten Reisezug von Stuttgart (planmässige Abfahrt um 16:04 Uhr) via Schaffhausen - Zürich (planmässige Abfahrt um 19:07 Uhr) nach Milano (planmässige Ankunft um 22:45 Uhr).

1.19 Verschiedenes

- Bei der Evakuierung der Reisenden durch den Zugchef und seinen Helfer wurden im Tunnel einige Unzulänglichkeiten (Alarmknopf schlecht sichtbar, Fluchttafeln verschmutzt) festgestellt.
- Die arbeitsrechtlichen Bedingungen wurden vom Lokführer eingehalten.

2. BEURTEILUNG

2.1 Technisches

- Bereits Stunden vor dem Ereignis traten Störungen am CH-Hauptschalter auf. Diese Störungen gaben Hinweise auf einen bedeutenden Defekt im Hochspannungskreis. Eine Weiterfahrt ab Zürich nach mehrmaliger Störung am Hauptschalter kann als unzweckmässig angesehen werden. Der Hauptschalter hat eine wichtige Schutzfunktion für den ganzen Zug.
- Die visuelle Kontrolle der am Ereignis beteiligten Schienenfahrzeuge anlässlich der Untersuchungen in der SBB Unterhaltsanlage Herdern durch die Untersuchungsleiter und den WD Zürich ergab folgenden Befund:
 - Im Innern einiger Schaltkästen waren Verschmutzungen sichtbar
 - Der Hauptschalter auf Wagen Nr. 7 war zerstört
 - Der Apparatkasten in Wagen Nr. 8 wies Mottbrand- und Hitzespuren auf
 - Das Innere des Wagens 8 wurde von der Hitze teilweise beschädigt
- In der IW Yverdon wurde der Hauptschalter durch die UUS und den WD Zürich untersucht, Komponenten ausgebaut und im Labor in Zürich weiter geprüft. Dort wurde festgestellt, dass die Anschlussschraube pantoseitig stark hitzebeschädigt war.
An den Kontakten des Hauptschalters wurden Abschmelzungen festgestellt, welche auf einen sehr hohen Kurzschlussstrom und einen stehenden Lichtbogen hinweisen.

2.2 Betriebliches

- Der Zimmerbergbasistunnel musste von ca. 20:15 Uhr bis ca. 05:30 Uhr a.T. für den gesamten Verkehr gesperrt werden
- Die Seestrecke wurde von 20:39 Uhr bis ca. 22:00 Uhr wegen grossräumigen Ausschaltens der Fahrleitungen ebenfalls gesperrt
32 Züge fielen aus, 8 Züge wurden über andere Strecken umgeleitet und die Reisenden über Ausweichstrecken gelenkt
13 Busse der VBZ und PTT standen im Einsatz zwischen Zürich und Thalwil.
- Die Passagiere des CIS wurden auf Anordnung des Zugführers über die Notausstiege „Lätten“ und „Kilchberg“ evakuiert

3. Schlussfolgerungen

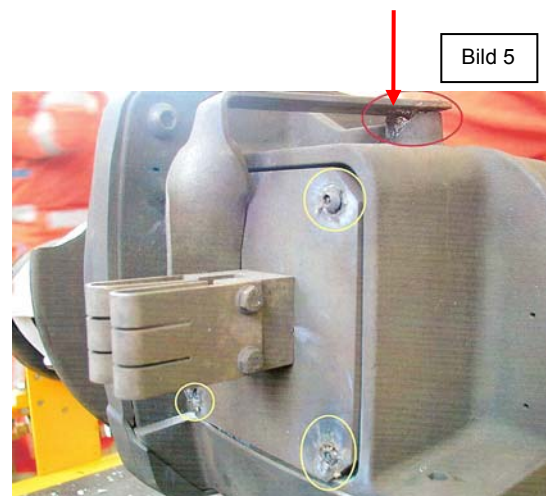
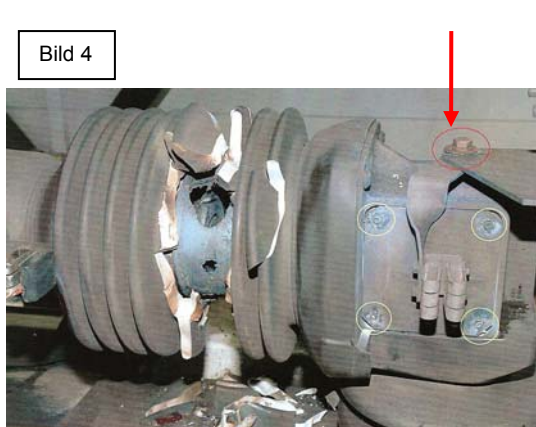
3.1 Befunde

Die visuelle Kontrolle der am Ereignis beteiligten Schienenfahrzeuge ergab folgende Resultate:

- Der Hauptschalter auf dem Dach des Wagens Nr. 7 ist explodiert
- An den übrigen Komponenten des Zugs wurden keine gravierende Mängel festgestellt
- In einigen Schaltkästen wurden Verschmutzung festgestellt
- Die Bahnsicherungsanlagen funktionierten einwandfrei
- Die Überprüfung eines typengleichen Hauptschalters zeigten keine Unregelmässigkeiten.

3.2 Ursache

Der Mottbrand wurde durch die im Bild rot gekennzeichnete Schraube verursacht. Diese war entweder nicht richtig angezogen oder hat sich im Verlaufe der Zeit durch Vibrationen gelockert.



Fotos: Wissenschaftlicher Dienst Zürich

4. SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

- Bei gestörtem CH-Hauptschalter darf nur noch mit dem Reservepantograf (und dem DB-Hauptschalter) weiter gefahren werden.
[Diese Massnahme wurde mit Schreiben vom 31.05. 2006 von P-OP-ZF-PEX an das Lokpersonal eingeführt.]
- Alle Schraubenverbindungen bei den Hochspannungsanschlüssen sind regelmässig zu überprüfen.
- Bei den Hochspannungsanschlüssen sind Schraubenverbindungen durch effiziente Schraubensicherungen zu fixieren.
- Die starren Verbindungen zu den Hochspannungsanschlüssen sind durch flexible zu ersetzen.
- Bei neuen Fahrzeugen oder grossen Revisionen ist der Einbau von automatischen Brandlöscheinrichtungen in Apparatekasten mit grosser elektrischer Leistung zu prüfen.
- Die Sicherheitseinrichtungen in den Tunnels sind regelmässig zu überprüfen.
[Massnahmen zur Verbesserung der Sichtbarkeit und zur Verminderung der Verschmutzung sind von der SBB eingeleitet.]
- Die Anzahl Zugbegleiter von Reisezügen, welche lange Tunnelstrecken befahren, ist zu überprüfen.

Die Untersuchungen wurden von Walter Kobelt, Erwin Drabek, Jean Gross und Ulrich Baumann geführt.

Bern, 23. April 2007

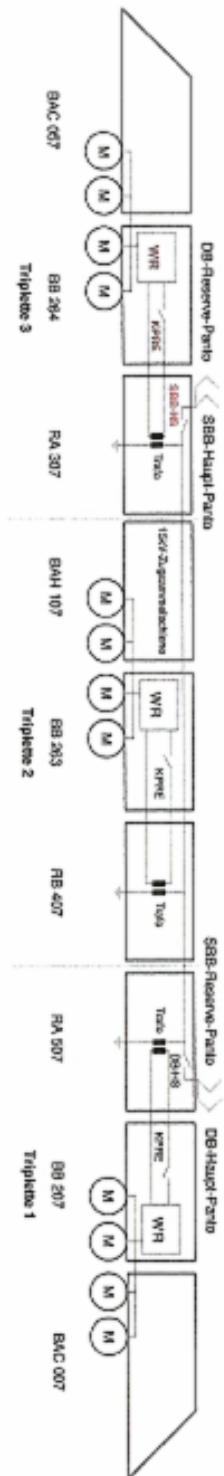
Untersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

Walter Kobelt
Leiter Unfalluntersuchungsstelle

Ulrich Baumann
Nebenamtlicher Untersuchungsleiter

Fotos: Bilder 1 – 3 UUS
Bilder 4, 5 Wissenschaftlicher Dienst der Stadtpolizei Zürich

Übersicht CISALPINO ETR 470 am 15 kV Wechselspannungsnetz

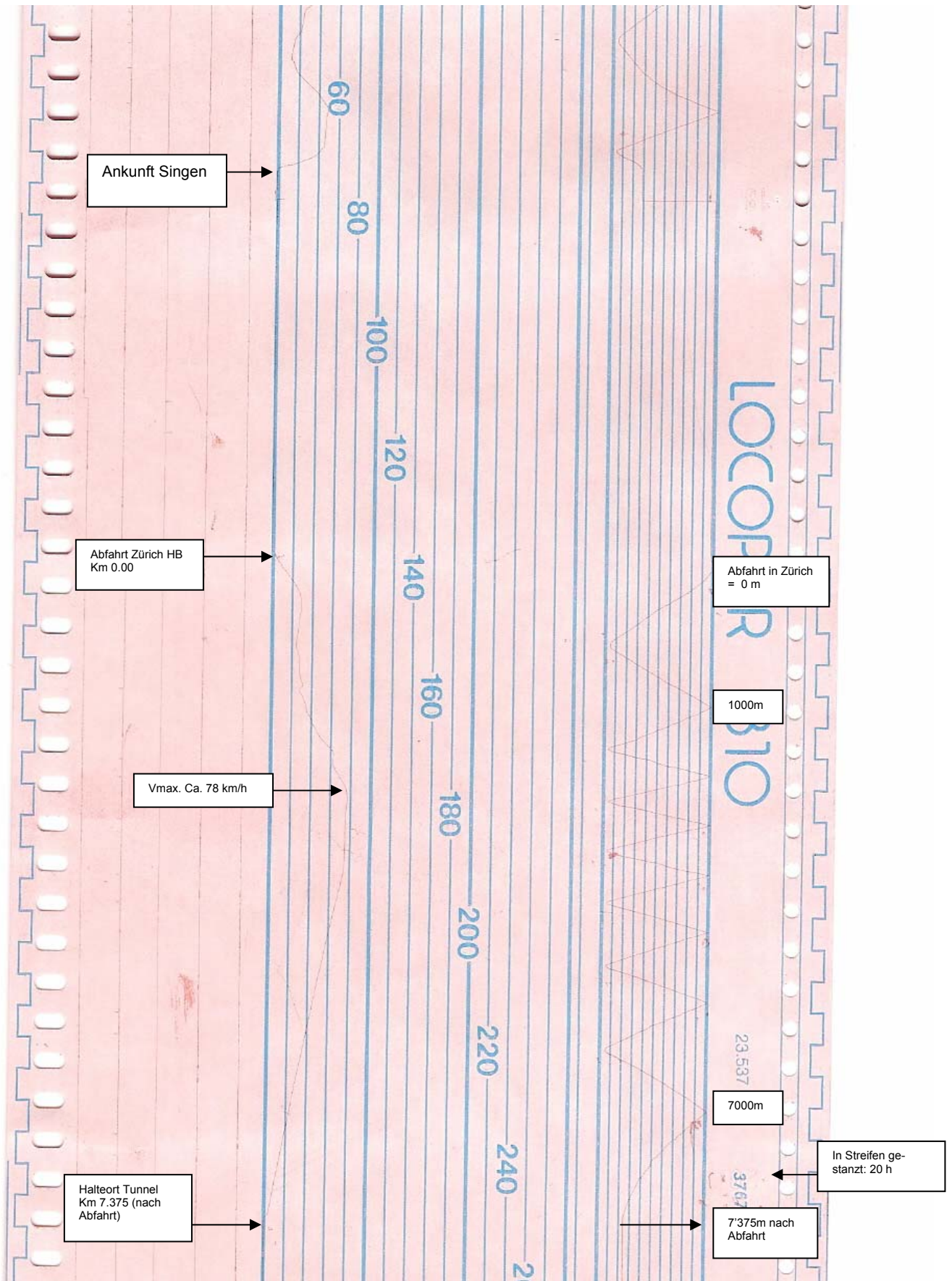


Rot: Defekte in diesen Komponenten führten zum Brand
 WR: Wechselrichter
 M: Motor

Abbildung 1: Übersicht Cisalpino ETR 470 am 15 kV Wechselspannungsnetz

Skizze: WD

Geschwindigkeitsmesserstreifen ETR 470 (LOCOPAR DA 310)



Auswertung und Kommentar zu den Diagnosedaten

Erarbeitet vom Wissenschaftlichen Dienst Zürich

Schutzstrecke Zimmerbergtunnel: Kurzschluss in der Leistungselektronik

Die aufgeführten Fehlermeldungen, Aktionen, Rückmeldungen etc. sind den Diagnosedaten des Zuges entnommen worden.

Abkürzungen:

GS: Hilfsbetriebe-Umrichter (insgesamt 6 pro Zug)

HS: SBB-

Lf: Lokführer

Zeit	Ereignis	Ablauf / Bedeutung	Ursache / Kommentar
Schutzstrecke Zimmerbergtunnel			
19:50:52	"Richiesta di apertura IR/DJ"	Lf gibt Befehl zum Öffnen des HS vor Schutzstrecke ↓	
19:51:06	"Mancata scarica del filtro rete", 3x ↓	- In allen 3 Umrichtern ist die Spannung im Zwischenkreis 10s nach dem Befehl zum Öffnen des HS noch über 200V. - Rückmeldung zeigt offenen HS an	- HS öffnet nicht korrekt. - Rückmeldung HS falsch (D.h. Die Rückmeldung zeigt offenen HS, obwohl noch Strom durch den Schalter fliesst.)
19:51:06	"Esclusione UdT 15", 3x	Aufgrund des Fehlers oben, werden alle 3 Umrichter durch Öffnen von KPRE vom System abgetrennt	
19:51:06	"Richiesta di chiusura IR/DJ"	Lf gibt Befehl zum Schliessen des HS ↓	HS schliesst aus unbekanntem Gründen nicht
19:51:32		- Rückmeldung zeigt geschlossenen HS an - Es starten nur 3 GS	KPRE ist zu diesem Zeitpunkt immer noch offen
19:51:59		Lf gibt Befehl zum Abschalten GS	
19:52:15	Mancata scarica del filtro rete", BB 264	Rückmeldung zeigt offenen HS an	
19:52:58	"Richiesta di chiusura IR/DJ"	Lf gibt Befehl zum Schliessen des HS ↓	
19:53:07		- Rückmeldung zeigt geschlossenen HS an - Es starten nur 3 GS	
19:54:13		Leerlaufprobe	Befehl zum Öffnen des HS (Richiesta di apertura IR/DJ) fehlt im Protokoll
19:55:03	"Mancata scarica del filtro rete", 3x ↓	- In allen 3 Umrichtern ist die Spannung im Zwischenkreis 10s nach dem Befehl zum Öffnen des HS noch über 200V. - Rückmeldung zeigt offenen HS an	
19:55:04	"Esclusione UdT 15", 3x	Aufgrund des Fehlers oben, werden alle 3 Umrichter durch Öffnen von KPRE vom System abgetrennt	
19:55:31	"Richiesta di chiusura IR/DJ"	Lf gibt Befehl zum Schliessen des HS ↓	
19:55:44		- Rückmeldung zeigt geschlossenen HS an - Es starten nur 3 GS	
19:56:23	"Richiesta di apertura IR/DJ"	Lf gibt Befehl zum Öffnen des HS ↓	
19:56:31		- Rückmeldung zeigt immer noch geschlossenen HS an - Leerlaufprobe	KPRE wird zu diesem Zeitpunkt geschlossen
19:56:34		- Rückmeldung zeigt offenen HS an	Es dauerte mehr als 11s bis die Rückmeldung einen offenen Hauptschalter anzeigte! Ab diesem Zeitpunkt zeigt die Rückmeldung dauernd einen offenen Hauptschalter an.
19:56:47	"Prova a vuoto	Leerlaufprobe war nicht erfolgreich	

Zeit	Ereignis	Ablauf / Bedeutung	Ursache / Kommentar
	fallita", 3x		
19:56:54	"Guasto alimentatore 1 delle gate unit", BB_264	Speisung 1 der Gate Units defekt	
19:56:56	"Esclusione Tripletta", RA_307	Triplette abgetrennt	Triplette mit defekter Gate Unit Speisung wird durch Öffnen des Dachtrenners abgetrennt.
19:57:00	"Guasto GTO 1-8", BB_264	Defekt von GTO 1 – 8 (alle GTO's des netzseitigen Wechselrichters)	- Es entsteht ein Kurzschluss im netzseitigen Wechselrichter. - Aufgrund des Kurzschlusses fließt ein Strom im Bereich von mehreren 1000A von der Fahrleitung via HS, Trafo, KPFE über die Kurzschlussstelle zurück ins Netz.
19:57:01	"Corto circuito al primario del trasformatore..", RA_307	Primärseitiger Trafokurzschluss	Vermutlich ist die Fehlermeldung die Folge des sekundärseitigen Kurzschlussstromes.
19:57:01	"Esclusione UdT 15", BB_264	Aufgrund des Fehlers oben, wird der Umrichter im Wagen BB_264 durch Öffnen von KPFE vom System abgetrennt	Obwohl ein Kurzschlussstrom im Bereich von mehreren 1000 A über KPFE fließt, erhält der Trenner den Befehl zu öffnen.