



Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
Département fédéral de l'Environnement, des Transports, de l'Energie et de la Communication
Dipartimento federale dell'Ambiente, dei Trasporti, dell'Energia e delle Comunicazioni
Federal Department of the Environment, Transport, Energy and Communications

U V E K
E T E C
A T E C
E T E C

Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

U U S

Reg. Nr. 04012902

Schlussbericht

der Unfalluntersuchungsstelle für Bahnen und Schiffe

über die seitliche Kollision

zwischen dem S-Bahnzug 19291 (S12) und dem Postzug 91637

in Dietlikon

am Donnerstag, 29. Januar 2004

Telephon	Telefax	E-mail	Adresse
+41 (0)31 323 7487	+41 (0)31 323 0076	jean.gross@gs-uvek.admin.ch	Stützpunkt Ost
+41 (0)43 433 8970	+41 (0)43 433 8971		Uitikonstr. 9, CH 8952 Schlieren
+41 (0)79 292 4875			

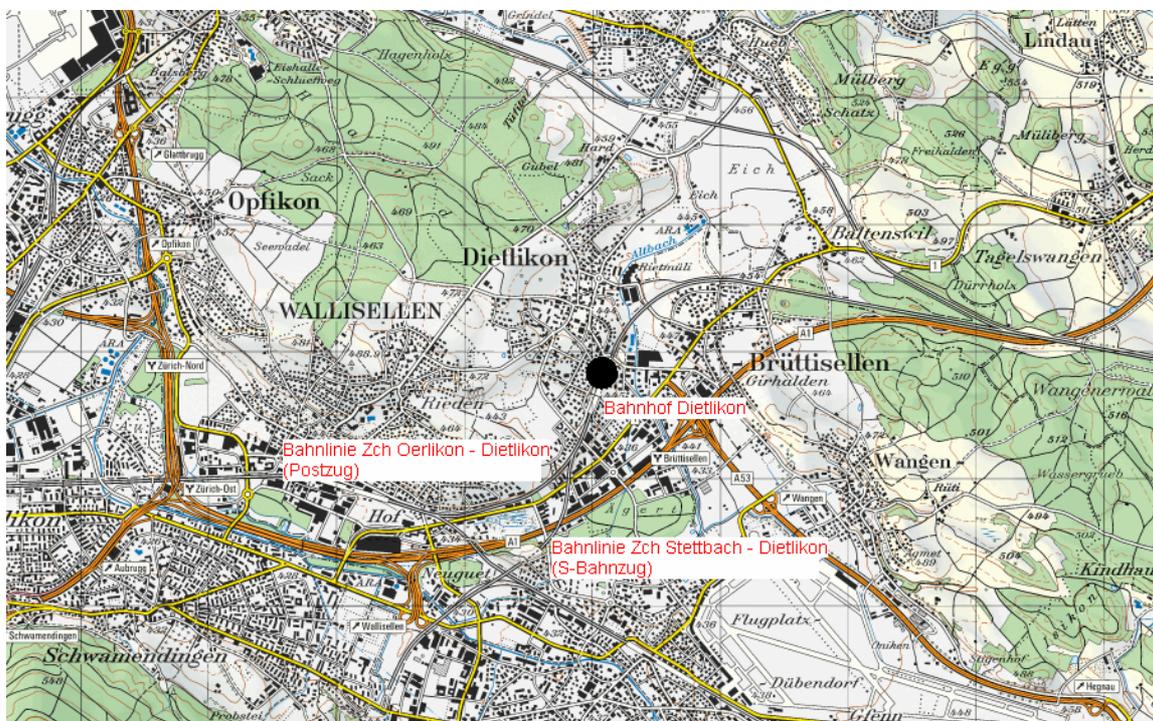
	Inhaltsverzeichnis	Seite
0.	Allgemeines	3
0.1	Kurzdarstellung	3
0.2	Untersuchung	3
1.	Festgestellte Tatsachen	3
1.1	Vorgeschichte	3
1.2	Verlauf der Fahrt	4
1.3	Personenschaden	5
1.4	Sachschäden am Rollmaterial und an den Infrastrukturanlagen	5
1.5	Sachschäden Dritter	6
1.6	Beteiligte Personen	6
1.7	Schienenfahrzeuge	6
1.8	Strassenfahrzeuge	7
1.9	Wetter, Schienenzustand	7
1.10	Bahnsicherungssysteme	7
1.11	Zug- und Rangierfunk	8
1.12	Bahnanlagen	8
1.13	Fahrdatenschreiber	8
1.14	Befunde an Bahnfahrzeugen	8
1.15	Medizinische Feststellungen	8
1.16	Feuer	8
1.17	Untersuchungen am Ereignisort	9
1.18	Besondere Untersuchungen an der Lok Re 420	9
1.19	Versuchsfahrten Frauenfeld - Sulgen	9
1.20	Versuchsfahrten Frauenfeld - Weinfeld	10
1.21	Besondere Untersuchungen an den Containertragwagen Lgnss	11
1.22	Gewichtsermittlung beladene Postzüge durch die Schweizerische Post	12
1.23	Versuche bei der Firma BECORIT	12
1.24	Untersuchungen der EMPA Thun	14
1.25	Bericht des Bremsexperten	15
1.26	Ergebnis der Begleitfahrten Januar – März 2005	15
1.27	Kälteversuche am Bremsgestänge bei der BLS in Bönigen	17
1.28	Information über Organisation und Verfahren	17
1.29	Verschiedenes	18
2.	Beurteilung	18
2.1	Technisches	18
2.2	Betriebliches	20
3.	Schlussfolgerungen	20
3.1	Befunde	20
3.2	Ursache	21
4.	Sicherheitsempfehlungen	22
Anlage 1	Uebersichtsplan Dietlikon	23
Anlage 2	Beilage 9 von Postzug 91637	24
Anlage 3	Zugsliste S-Bahnzug 19291	25
Anlage 4	Zugsliste Postzug 91637	26
Anlage 5	Bericht der Meteo Schweiz	27
Anlage 6	Fahrdaten S-Bahnzug 19291	30
Anlage 7	Registrierstreifen Postzug 91637	31
Anlage 8	Farb-Registrierscheibe Postzug 91637	32
Anlage 9	Zusammenfassung Untersuch Lok Re 420 11391	33
Anlage 10	Prüfungsergebnis Führerbremssventile Lok Re 420 11391	34
Anlage 11	Bremssversuche Frauenfeld – Sulgen	36
Anlage 12	Bremssversuche Frauenfeld – Weinfeld	37
Anlage 13	Prüfungsprotokoll Wagenuntersuch BLS Bönigen	38
Anlage 14	Gewichtserhebung Postzüge durch die Schweizerische Post.	40
Anlage 15	Prüfungsergebnisse BECORIT	41
Anlage 16	Prüfungsergebnisse der EMPA Thun	42
Anlage 17	UIC-Kodex 541.3	45
Anlage 18	Prüfungsergebnisse Kälteversuche Bremsgestänge	47
Anlage 19	Techn. Beschreibung Containertragwagen Lgnss	48

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, 29. Januar 2004 um ca. 22.30 Uhr kam es in Dietlikon (ZH) zu einer Streifkollision zwischen dem einteiligen Doppelstockzug der Linie S12 mit der Zugnummer 19291 (Brugg – Zürich HB – Winterthur – Seuzach) und dem Postzug 91637 (Daillens – Mülligen – Frauenfeld). Eine Person wurde leicht verletzt und zur weiteren Abklärung ins Spital gebracht. An den Schienenfahrzeugen und an den Infrastrukturanlagen entstanden Sachschäden in der Höhe von mehreren hunderttausend Franken.



0.2 Untersuchung

Die Unfalluntersuchungsstelle UUS wurde um 22.54 Uhr durch die Meldestelle REGA über das Ereignis informiert. Der UUS-Pikettdienst orientierte den in der Nähe des Ereignisortes wohnenden Untersuchungsleiter Jean Gross über den Vorfall. Dieser rückte unverzüglich an den Unfallort aus.

Der Untersuchungsbericht der UUS fasst die Ergebnisse der Untersuchungen zusammen (Art. 25 VUU).

1. FESTGESTELLTE TATSACHEN

1.1 Vorgeschichte

Die S-Bahn S12 Nr. 19291 hatte den Ausgangsbahnhof Brugg mit einer Verspätung von 1-2 Minuten verlassen. Auf der Fahrt zwischen Brugg und Stettbach waren keine Unregelmässigkeiten aufgetreten.

Der Postzug 91637 Dailens – Frauenfeld hatte in Mülligen (Zch Altstetten) fahrplanmässig angehalten. Hier wurden sechs Wagen abgehängt. Zudem fand ein Lokführerwechsel statt. Der abgelöste Lf informierte seinen übernehmenden Kollegen, dass die Bremswirkung des Zuges ‚nicht sehr gut sei‘.



Bild 1

Postzug mit 10 Lgns, hier vor Versuchsfahrten in Frauenfeld

1.2 Verlauf der Fahrt

S12 19291:

S-Bahnzug 19291 verkehrte mit einer Verspätung von 1 – 2 Minuten. Der Lokführer (Lf) hat die zulässige Geschwindigkeit von 120 km/h für den Streckenabschnitt Stettbach - Dietlikon eingehalten. Bei der Annäherung an das ‚Fahrt‘ zeigende Einfahrsignal Dietlikon wechselte das Ausfahrsvorsignal D*181 vom Fahrbeginn ‚Warnung‘ auf den Fahrbeginn ‚Fahrt‘. Das wenig später sichtbare Ausfahrtsignal D2 signalisierte ebenfalls ‚Fahrt‘. Der Lf bemerkte den Postzug 91637 in Gleis 1 in Dietlikon. Da diese Situation um diese Zeit aber nicht aussergewöhnlich war, hatte sich der Lf der S-Bahn nicht weiter um diesen wartenden Zug gekümmert. Ca. 100 m vor der im Profil stehenden Lok des Postzuges realisierte der Lf von Zug 19291, dass etwas nicht stimmte. Er leitete sofort eine Schnellbremsung ein, konnte aber die Streifkollision mit der Lok des Postzuges nicht verhindern. S-Bahnzug 19291 kam Höhe Mast 5 bei ca. Bahnkilometer 11.970 zum Stillstand.

Postzug 91637:

Der Lf hatte den Postzug 91637 in Mülligen übernommen. Gemäss Lastangabe (Anlage 2) hätte Zug 91637 nach Reihe/Bremsverhältnis A105% verkehren können. Wegen der Information des abgelösten Lf über die schlechte Bremswirkung liess der Lf die ZUB-Eingabe auf A95% unverändert bestehen. Mit einer Verspätung von ca. 15 Minuten hat Zug 91637 den Bahnhof Mülligen verlassen. Eine erste Bremsung musste der Lf in Zürich Altstetten durchführen, da das Ausfahrtsignal noch ‚Halt‘ zeigte. Diese Bremsung verlief normal, sie wurde vom Lf als zusätzliche ‚Bremsung auf Wirkung‘ unter Auslösen der Lok genutzt, um das Bremsverhalten zu prüfen. Zug 91637 wurde über Wallisellen – Dietlikon statt via Bassersdorf Richtung Effretikon geleitet. Zwischen Wallisellen und Dietlikon zeigte das Einfahrsignal Dietlikon ‚Fahrt‘, das Ausfahrsvorsignal D*309 (Bahnkilometer 10.321) ‚Warnung‘. Der Lf begann mit dem Bremsvorgang. Da er eine schlechte Bremswirkung feststellte, leitete er eine Schnellbremsung ein. Er hatte den Eindruck, dass auch mit der eingeleiteten Schnellbremsung keine volle Bremswirkung festzustellen war.

Das Zugsicherungssystem ZUB 121 hat korrekt angesprochen. Das ZUB konnte, bedingt durch die schlechte Bremswirkung des Zuges, das Ueberfahren des Halt zeigenden Ausfahrsignals D1 (Bahnkilometer 11.193) nicht verhindern. Unmittelbar hinter dem Ausfahrsignal D1 befindet sich ein durch Barrieren gesicherter Bahnübergang.

Da der Lf nicht erkennen konnte, ob die Barrieren geschlossen waren, gab er beim Perronanfang Warnsignale ab. Beim Ueberfahren des Halt zeigenden Ausfahrsignals D1 sprach die automatische Halteauswertung korrekt an.

Postzug 91637 kam ca. 30 m hinter dem Halt zeigenden Zwergsignal 11A noch vor der Weiche 11 (aber im Profil von Gleis 52) zum Stillstand. Wenig später ereignete sich die Streifkollision mit dem durchfahrenden S-Bahnzug. Situationsplan Dietlikon siehe Anlage 1.

Bild 2



Dietlikon mit den Ausfahrsignalen D1 und D2. Dahinter ist der mit Barrieren gesicherte Bahnübergang erkennbar.

1.3 Personenschäden

	Bahnpersonal	Reisende	Drittpersonen
Leicht verletzt:		1	

1.4 Sachschäden am Rollmaterial und an der Infrastruktur des Bahnunternehmens

Rollmaterial:

Am Rollmaterial der SBB (Dosto-Einheit und Re 420) entstanden Schäden in der Höhe von ca. Fr. 500'000.-.

An den Containertragwagen des Typs Lgnss waren keine Schäden zu verzeichnen.

An den Infrastrukturanlagen entstanden Schäden in der Höhe von ca. Fr. 25'000.-.

Bild 3



Auf dem Bild die beiden beschädigten Triebfahrzeuge. Im Vordergrund die Re 420, im Hintergrund die Re 450

1.5 **Sachschäden Dritter**

Dritte kamen bei diesem Ereignis keine zu Schaden.

1.6 **Beteiligte Personen**

Lokpersonal

Am Ereignis waren der Lokführer des S-Bahnzuges und des Postzuges beteiligt.

Zugbegleiter

Beide Züge verkehrten ohne Zugpersonal.

Reisende

Im S-Bahnzug 19291 befanden sich ca. 200 Reisende. Diese wurden durch eine wenig später verkehrende S-Bahn (Linie S3) vom Haltepunkt im Streckengleis aus weiterbefördert.

Dritte

Dritte kamen bei diesem Ereignis keine zu Schaden.

1.7 **Schienerfahrzeuge**

Eigentümer:

S-Bahnzug:

SBB AG, Division Personenverkehr

Postzug:

Lok Re 420: SBB Cargo

Containertragwagen des Typs Lgnss:

- Eigentum der Firma AAE Ahaus-Altstätter Eisenbahn AG,
Neuhofstrasse 4, 6340 Baar

- Gemietet von der Schweizerischen Post, Bern

Zugskomposition: S-Bahnzug: Doppelstockeinheit mit der Lok Re 450 003-9 (siehe Anlage 3).
Postzug: Re 420 und 10 Lgnss (siehe Anlage 4)

Triebfahrzeug: Re 420 Nr. 11391

Zugsgewicht: 396 t, davon 316 t Anhängelast

Zugreihe und Bremsverhältnis: A 105%. Der Lf liess die ZUB-Einstellung bei A95%, siehe auch Ziffer 1.2.

Ausgeschaltete Bremsapparate: Keine

1.8 Strassenfahrzeuge

Strassenfahrzeuge waren keine am Ereignis beteiligt.

1.9 Wetter, Schienenzustand

Nacht. Kalt. Leichter Schneefall / Flugschnee. Der Bericht der Meteo Schweiz ist in der Anlage 5 enthalten.

1.10 Bahnsicherungssysteme

Der Bahnhof Dietlikon ist mit einer Sicherungsanlage des Typs Integra-Domino 67 mit gesicherten Rangierfahrstrassen und Zwergsignalen ausgerüstet. Das Ansteuern der Zugfahrstrassen erfolgt über den Zuglaufrechner, manuelle Bedienungen können am Ortsstellisch in Dietlikon und durch die Fernsteuerzentrale in Zch Oerlikon vorgenommen werden.

Zum Zeitpunkt des Ereignisses war der Bahnhof Dietlikon nicht mehr besetzt. Die Untersuchungen ergaben, dass die Stellwerkanlage normal funktioniert hatte.

Bild 4



Ortsstellisch Dietlikon

Die Triebfahrzeuge Re 450 003-9 (S-Bahnzug 19291) und die Re 420 11391 (Postzug 91637) waren mit der automatischen Zugsicherung mit Magnetfeldsonde sowie mit Zugbeeinflussung ZUB 121 (SBB/BLS) ausgerüstet.

Die Bahnsicherungssysteme haben normal funktioniert.

1.11 Zug- und Rangierfunk

Die am Ereignis beteiligten Triebfahrzeuge waren mit dem Zugfunk 88 (ZFK 88) ausgerüstet. Die Funkgespräche werden nicht aufgezeichnet. Die Funkgespräche sind für den Ablauf des Ereignisses nicht relevant.

1.12 Bahnanlagen

Der Bahnhof Dietlikon besteht aus einer dreigleisigen Bahnanlage. Seite Zürich teilen sich die Gleise in je eine Doppelspur Richtung Stettbach und Richtung Wallisellen. Richtung Effretikon besteht ebenfalls eine Doppelspur. Alle Gleise in Dietlikon sind mit schienenfreien Zugängen versehen (Aussenperron Gleis 1, Zwischenperron Gleise 2 und 3). Unmittelbar nach den Ausfahrtsignalen D (Seite Effretikon) befindet sich ein durch Barrieren gesicherter Bahnübergang (siehe auch Plan Dietlikon, Anlage 1).

1.13 Fahrdatenschreiber

S-Bahnzug 19291:

Die Lok Re 450 003-9 ist mit einer elektronischen Geschwindigkeitsmessanlage ‚Hasler Teloc 2000D‘ ausgerüstet. Die Fahrdaten werden elektronisch aufgezeichnet (Anlage 6).

Postzug 91637:

Die Lok Re 420 Nr. 11391 ist mit einer Geschwindigkeitsmessanlage des Typs ‚Hasler ‚Modell RT 12 mit Registrier-Farbscheibe und einem Registrierstreifen ausgerüstet (Anlage 7 und Anlage 8).

Die Fahrdaten wie auch die ZUB-Daten wurden durch die Verkehrsunternehmung ausgelesen und durch die Verkehrsunternehmung und die UUS ausgewertet.

Die Auswertung der Fahrdaten ergab, dass beide Lokführer die vorgeschriebenen Höchstgeschwindigkeiten nicht überschritten hatten.

Der Lokführer des Postzuges 91637 hatte die Schnellbremsung nach dem Bemerkten der ungenügenden Bremsleistung unverzüglich eingeleitet, der Anhalteweg betrug 1061 m ab Einfahrvorsignal D*309.

1.14 Befunde an den Bahnfahrzeugen

- In der Ereignisnacht wurde durch den Untersuchungsleiter der UUS am Postzug eine Bremsprobe durchgeführt. Die (optische) Bremsprobe verlief normal, die ebenfalls durchgeführte ‚Durchgangsprüfung‘ am letzten Wagen ergab keine Unregelmässigkeiten.
- Die Wagen wurden nach Entladung in Frauenfeld für Versuchsfahrten und für technische Abklärungen verwendet (siehe auch 1.17 – 1.24).

1.15 Medizinische Feststellungen

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

Die beiden Lokführer fühlten sich bei Dienstantritt fit.

1.16 Feuer

Beim Ereignis trat kein Feuer auf.

1.17 Untersuchungen am Ereignisort

Auf Wunsch des Untersuchungsleiters UUS wurden in der Nacht des Ereignisses zwei Versuchsfahrten zwischen Wallisellen und Dietlikon durchgeführt. Für beide Versuchsfahrten wurde die Originalkomposition des Postzuges (Re 420 und 10 Lgnss) eingesetzt. Die Zugdaten im ZUB wurden unverändert belassen (A95). Für die beiden Versuchsfahrten wurde die Barriere beim Bahnübergang geschlossen, die Weiche 11 in die richtige Stellung verbracht (Gleis 1 Richtung Effretikon) und die Strecke Dietlikon – Effretikon vorsorglich gesperrt.

Bremsprobe am Postzug 91637:

Die durchgeführte Bremsprobe am Postzug ergab keine Unregelmässigkeiten. Alle Bremsen funktionierten. Alle Umstelleinrichtungen befanden sich in der Stellung P. Die Durchgangsprüfung am letzten Fahrzeug funktionierte ebenfalls einwandfrei, austretendes Wasser aus der Hauptluftleitung konnte keines festgestellt werden.

Versuchsfahrt 1:

- Geschobene Zugfahrt von Dietlikon nach Wallisellen ohne Verwendung der pneumatischen Bremse der Wagen.
- Signalmässige Zugfahrt Wallisellen – Dietlikon. Der Lokführer hat den Zug auf 100 km/h beschleunigt. Beim Erkennen des Warnung zeigenden Ausfahrsvorsignals D*309 hat er eine normale Bremsung eingeleitet. Er stellte eine schlechte Bremswirkung fest und leitete eine Schnellbremsung ein. Der Versuchszug kam unmittelbar vor dem Halt zeigenden Ausfahrtsignal D1 zum Stillstand.
- Die ‚Warnung‘ am Warnung zeigenden Ausfahrsvorsignal D* hat normal angesprochen, ebenso das ZUB.

Versuchsfahrt 2:

- Geschobene Zugfahrt von Dietlikon nach Wallisellen ohne Verwendung der pneumatischen Bremse.
- Signalmässige Zugfahrt Wallisellen – Dietlikon mit Vmax. 100 km/h. Keine Bremsung beim Erkennen bei der Vorbeifahrt am Warnung zeigenden Ausfahrsvorsignal D*309. Die Warnung hat normal angesprochen. Die Schnellbremsung wurde durch das ZUB eingeleitet. Der Versuchszug kam **auf** der Weiche 11, rund 250m nach dem Halt zeigenden Ausfahrtsignal D1, zum Stillstand.

1.18 Besondere Untersuchungen an der Lok Re 420

Die Re 420 Nr. 11391 wurde nach dem Ereignis in das Industriewerk SBB Bellinzona überführt und untersucht. Es konnten keine Unregelmässigkeiten festgestellt werden (Anlage 9). Die Lok war mit einer Lufttrocknungsanlage ausgerüstet.

Die beiden Führerbremssventile wurden ausgebaut in der Werkstätte Spiez der BLS überprüft. Die Prüfung wurde anhand der Prüfungsanleitung WB FV4 A/E der Firma Oerlikon-Knorr Eisenbahntechnik AG vorgenommen. Beide Führerbremssventile funktionierten normal (Anlage 10).

1.19 Versuchsfahrten zwischen Frauenfeld und Sulgen

Am 4. Februar 2004 wurden im Beisein von Vertretern der SBB AG (Cargo), der AAE und der UUS Bremsversuchsfahrten zwischen Frauenfeld und Sulgen mit den am Ereignis beteiligten Wagen des Typs Lgnss ausgeführt. Als Zuglok wurde die Re 420 Nr. 11390 eingesetzt. Die Güterwagen waren mit je zwei leeren Postcontainern beladen (siehe auch Bild Nr. 1)

Die Versuchsbedingungen entsprachen nicht den während dem Ereignis in Dietlikon vorhandenen Bedingungen. Während den Messfahrten war es sonnig und warm (ca. +5°), in Dietlikon herrschte kaltes Winterwetter (ca. -2° bis -3°). Zudem entsprach das Zuggewicht des Versuchszuges nicht dem Gewicht des Zuges in der Ereignisnacht.

Die Messeinrichtungen für die Versuche wurden durch die Firma Prose gestellt, welche auch die entsprechenden Messprotokolle erstellte. Die gemessenen Werte können der Anlage 11 entnommen werden.

Bild 5



Messeinrichtung an der Lok des Versuchszuges.

1.20 Versuchsfahrten zwischen Frauenfeld und Weinfelden

Am Donnerstag, 11. März 2004 kam es in Rorschach bei Postzug 95306 zu einem Signalfall. Der Postzug konnte vor dem Halt zeigenden Einfahrsignal A nicht rechtzeitig anhalten. Der Vorfall hatte keine weiteren Folgen, Zug 95306 setzte die Fahrt nach Frauenfeld fort.

Die UUS wurde durch die SBB über das Ereignis informiert. Die Wagen wurden in Frauenfeld sichergestellt. Gleichtags wurden Versuchsfahrten (bei allerdings wärmeren Aussentemperaturen und schönem Wetter) durchgeführt. Die gemessenen Bremswerte bei den Versuchsfahrten waren normal (Anlage 12).

Bild 6



Bild 7



Bilder der am Ereignis Rorschach beteiligten Lgnss

1.21 Besondere Untersuchungen an den Containertragwagen Lgnss

Die am Ereignis Dietlikon beteiligten Wagen wurden in der Werkstätte Bönigen untersucht. Speziell kontrolliert wurden:

- Prüfen auf Wasser in den Luftschläuchen und in den Luftbehältern.
- Funktionsprüfung
- Anlegen der Bremszangen
- Bremskraftmessung an einer Bremsbacke
- Prüfung der Wiegeventile durch Ladungssimulation

Ein Prüfungsprotokoll ist in der Anlage 13, der technische Beschrieb der Wagen in der Anlage 19 enthalten.

a) Prüfen auf Wasser in den Luftschläuchen und in den Luftbehältern

Bei den untersuchten 10 Lgnss konnte weder in den Luftschläuchen noch in den Luftbehältern Wasser festgestellt werden.

Im Prüfprotokoll des Wagens Nr. 4368 443 3 076-7 wurde, wie die entsprechenden Rückfragen bei der BLS bestätigten, irrtümlicherweise die Rubriken ‚Wasser im Luftsystem ja‘ angekreuzt.

b) Funktionsprüfung

Die Funktionsprüfung ergab keine Unregelmässigkeiten.

c) Anlegen der Bremszangen

Alle Bremszangen haben normal funktioniert. Die Spaltbreite zwischen Bremsbelag und Bremsscheibe betrug durchschnittlich 3 mm.

d) Bremskraftmessung an einer Bremsbacke pro untersuchtem Wagen.

Die Bremskraftprüfung ergab, dass der effektiv ermittelte Wirkungsgrad nicht dem mittleren Wirkungsgrad in der Bremsrechnung von 96% entsprach. Gemessen wurden Werte von 80% – 89%.

Bild 8



Bild 9



Prüfarbeiten in der Werkstätte BLS Bönigen.

e) Prüfen der Wiegeventile durch Ladungssimulation

Auf einem speziellen Prüfstand in der Werkstätte Bönigen wurden die Wiegeventile überprüft. Bei diesen Prüfungen wurden folgende Feststellungen gemacht:

- Die Wiegeventile funktionierten normal.
- Für die automatische Lastabbremung eines Wagens werden nur die kleineren Werte berücksichtigt. Grund: Der Wagen kann dadurch nicht ‚überbremst‘ werden, das Entstehen von Flachstellen wird so vermieden.
- Die Ladungsdifferenz der beiden Container wird nicht abgebremst.

Bild 10

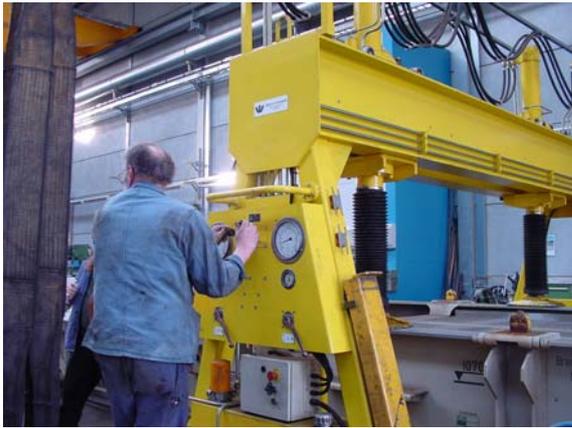
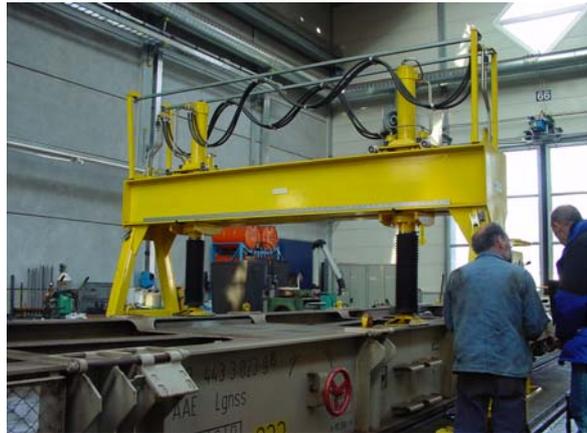


Bild 11



Prüfen der Wiegeventile in der Werkstatt BLS Bönigen

Ebenfalls geprüft (auf Verschmutzung und Verschleiss) wurde das Steuerventil aus dem Wagen 4368 4433 162-5. Das Steuerventil war

- Aeusserlich mit Bremsstaub belegt.
- O-Ringe und Membranen waren noch relativ weich.
- Der Ventilsitzgummi war mittel bis stark eingedrückt.
- Im Innern des Ventils wurden zwei tote Flugameisen gefunden.
- Fazit: Das Ventil präsentierte sich in gutem funktionsfähigem Zustand mit nur leichtem Verschmutzungsgrad der inneren Komponenten.

1.22 Gewichtsermittlung der beladenen Postzüge

Aufgrund der Untersuchungsergebnisse der Prüfung der Wiegeventile der Lgnss-Wagen in der Werkstätte BLS in Bönigen wurden vom 10. bis am 21. Mai 2004 die Wechselbehälter der Post bei jeweils drei Zügen einzeln gewogen, um die Gewichts-differenzen zwischen den beiden Behältern zu ermitteln. Dabei wurde festgestellt, dass die grössten Differenzen pro Wagen bis fünf Tonnen betragen können. Die grösste Differenz für einen Wagen betrug 5 t, die kleinste Differenz 0,1 t (Anlage 14). Pro gewogenen Zug konnten Abweichungen vom angerechneten Bremsgewicht von bis zu 9% festgestellt werden. Die durchschnittliche Differenz beträgt ca. 5%.

1.23 Versuche bei der Firma BECORIT in Recklinghausen (D)

Aufgrund der verzögerten Bremswirkung in Dietlikon (inkl. Versuchsfahrten in der Ereignisnacht) sowie des Vorfalles in Rorschach wurden auf dem Prüfstand der Firma BECORIT in Recklinghausen Versuche durchgeführt. In dieser Prüfanlage können tiefe Temperaturen und Schneefall erzeugt werden. Ziel war, die Wirkung Bremsbelag – Aluminiumbrems-scheibe bei tiefen Temperaturen und Flugschnee zu über-prüfen. Zudem wurde versucht, die Fahrt von Postzug 91637 von Zch Altstetten nach Dietli-kon nachzustellen. Dazu wurde der Versuchsstand auf die damalige Aussentempera-tur von -3° bis -4° gebracht. Zudem wurde Schnee erzeugt und mit einer Geschwin-digkeit von ca. 25 km/h gegen die Brems-scheibe und Bremsbeläge geblasen. Die Aluminiumbrems-scheibe und die Bremsbeläge entsprachen denjenigen, welche in den Lgnss-Wagen eingesetzt werden.

Bild 12



Bild 13



Versuchsstand der Firma Becorit in Recklinghausen.

Bild 14

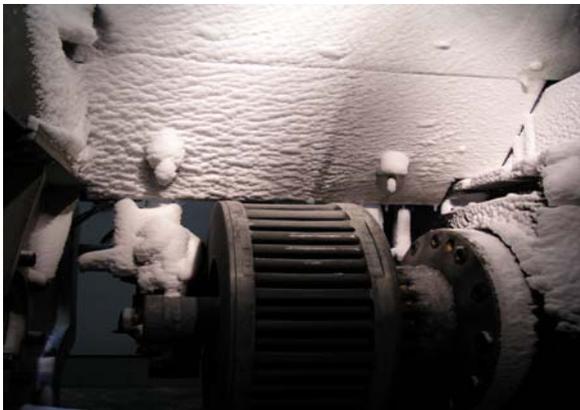


Bild 15



Das Innere des Prüfstandes der Firma BECORIT. Erkennbar sind die Aluminium-Bremsscheibe und die Bremsbeläge mit dem Bremsgestänge.

Die Versuche haben zu folgenden Ergebnissen geführt (Anlage 15):

- Die Theorie, dass trockener Schnee an einer warmen Aluminium-Bremsscheibe anschmilzt und dann zu Eis wird, konnte bei den Versuchen nicht nachvollzogen werden.
- Bremswegverlängerungen konnten durch eine Veränderung des Kraftverlaufs wie auch durch künstlich erzeugtes Eis auf den Bremsbelägen festgestellt werden.
- Die Bremswegverlängerungen, die durch die Kraftveränderungen oder eine spätere Einleitung der gesamten Bremskraft hervorgerufen worden sind, könnten durch Wirkungsgradverluste, verzögertes Einleiten der Bremskraft oder Ventilproblemen hervorgerufen worden sein.
- Durch Beschneien alleine konnte keine signifikante (welche zum Ueberfahren des Signals geführt hätte) Bremswegverlängerung festgestellt werden, der mittlere Reibwert liegt sowohl bei neuen Belägen wie auch bei gefahrenen Belägen im Toleranzwert des nominellen Reibwertes von 0,38.
- Durch die Veränderung des Belagspiels (3mm, 1,5 mm) konnten keine signifikanten Bremswegverlängerungen festgestellt werden.
- Aus Fahrzeugen entnommene Bremsbeläge zeigten:
 - Kein Verhalten, welches ein Ueberschreiten der zulässigen Bremswege ableiten lassen könnte.

- Ein weiterer Satz Bremsbeläge, der erheblichen Schrägverschleiss aufwies und eine sehr geringe Belagsstärke hatte, zeigte niedrige Reibwerte. Da es hier keine Anpassung an die Versuchsscheibe gegeben hat, ist dieses Verhalten durch ein schlechtes Anlageverhalten zu begründen. Dies dürfte in der Praxis nicht auftreten.
- Die Temperatur der Aluminiumbremsscheibe stellt sich durch ihre guten Kühleigenschaften auf niedrigem Niveau dar, es wird nach dem Bremsen sehr schnell wieder der Bereich der Umgebungstemperatur erreicht.

1.24 Untersuchungen bei der EMPA Thun

Die EMPA Thun hat die Bremsbeläge von zwei Wagen des Typs Lgnss untersucht. Dabei wurde folgendes festgestellt (Auszug aus dem Untersuchungsbericht der EMPA, Anlage 16):

Bild 16



Bremsbeläge des Typs ‚Becorit 928‘

- Die untersuchten verschlissenen Bremsbeläge zeigen im Kern deutlich geringere Härtewerte als die zu Vergleichszwecken untersuchten neuen Beläge. Die ermittelten Härtewerte liegen dabei unter den Vorgaben für den Belagstyp Becorit 928 (26N/mm^2). Auf der Bremsfläche sind zum Teil wesentlich höhere Werte als im Kern zu ermitteln. Mit Ausnahme einer Probe sind die Werte auf der Bremsfläche jedoch nicht höher als beim neuen Belag.
- Bezüglich Dichte und den eingesetzten Füllstoffen (XRD-Analyse) konnten keine Unterschiede zwischen dem neuen und dem verschlissenen Bremsbelag festgestellt werden. Bei thermischer Belastung zeigen sowohl der neue als auch der verschlissene Bremsbelag gemäss Thermoanalyse ein bezüglich thermisch induzierte Werkstoffveränderung ein identisches Verhalten. Es ist somit davon auszugehen, dass beide Bremsbeläge einen identischen Aufbau aufweisen.
- Die Röntgenmikrobereichsanalyse weist daraufhin, dass der neue Bremsbelag einen etwas geringeren Anteil an metallischen dafür einen höheren Anteil an anorganischen Füllstoffen aufweist als der verschlissene Bremsbelag. Bei der bildanalytischen Messung des Eisenpartikelanteils konnten jedoch keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem neuen und dem verschlissenen Belag festgestellt werden.

- Die mechanische Festigkeit und der erzielbare Reibwert von Bremsbelägen werden primär durch die beigesetzten Füllstoffe (Metalle, anorganische Stoffe) bestimmt. Der Reibwert wird somit durch die Lage und Verteilung dieser Stoffe in der Bremsfläche beeinflusst. Die Bildung von den Reibwert mindernden Schichten wird normalerweise beim Einfahren der Bremsen festgestellt (Austreten von unausgehärteten Bindemitteln, die durch die Reibwärme an der Oberfläche aushärten und eine Schicht mit geringem Reibwert bilden).
- In den Bremsbelag eingebaute Eisen- respektive Stahlpartikel (Baustahl) können unter Einwirkung von Umwelteinflüssen korrodieren. Eisenoxidbeläge auf der Bremsfläche können zu einer temporären Verminderung der Bremsleistung führen.
 - Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen lassen sich keine eindeutigen Indizien für eine verminderte Bremsleistung aufgrund des Bremsbelags feststellen.

1.25 Bericht des Bremsexperten

Ein unabhängiger Experte hat ein Gutachten erstellt.

Aufgrund der vorhandenen Unterlagen wie auch von Besprechungen und Besichtigungen in Bönningen kommt der Bremsexperte zu folgenden Schlussfolgerungen:

- **Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit sind die aufgetretenen Probleme unter winterlichen Bedingungen auf eine äussere Vereisung zurückzuführen. Diese Vereisung verhindert, dass die im Bremszylinder erzeugte Bremskraft vom Bremsbelag auf die Bremsscheibe übertragen wird.**

Es scheint ausreichend sicher, dass die gravierenden Bremswegverlängerungen darauf zurückzuführen sind, dass die Bremszylinder erzeugte Kraft nicht zu den Reibelementen gelangte, sondern sich bereits im Gestänge abstützte. Dies kann durch Zusammenschieben von Schnee und anschliessendem Verdichten zu Eis geschehen, beispielsweise bei den Hängelaschen oder durch Vereisen der Gelenkverbindungen.

- Empfohlene Massnahmen:
 - Entfernen der nicht erforderlichen Funkenschutzbleche
 - Umgestaltung der Hängelaschen, sodass sich ansammelnder Schnee bei der Bewegung der Hängelaschen nicht zusammengepresst, sondern über schräge Flächen oder Keilflächen weggeschoben wird.
 - Das sich in Gelenkverbindungen eindringende Wasser muss die Möglichkeit haben, noch in flüssigem Zustand wieder abfliessen zu können.

1.26 Ergebnis der Begleitfahrten Januar – März 2005

In den Monaten Januar – März 2005 wurden insgesamt 20 Zugsfahrten mit Lgnss-Containertragwagen durch Fachleute von SBB Cargo begleitet.

Bei drei Fahrten konnten deutlich reduzierte Bremsleistungen festgestellt werden. Der genaue Untersuchung der Wagen der Fahrten vom 15. und 16. Februar 2005 ergab, dass die Bremsgestänge mit einer kompakten Schnee- und Eismasse umgeben waren (Bilder 18 und 19). Zudem war die Zylinderentlüftung an einzelnen Zylindern zugefroren.

Bild 17



Bremsgestänge, schnee- und eisfrei

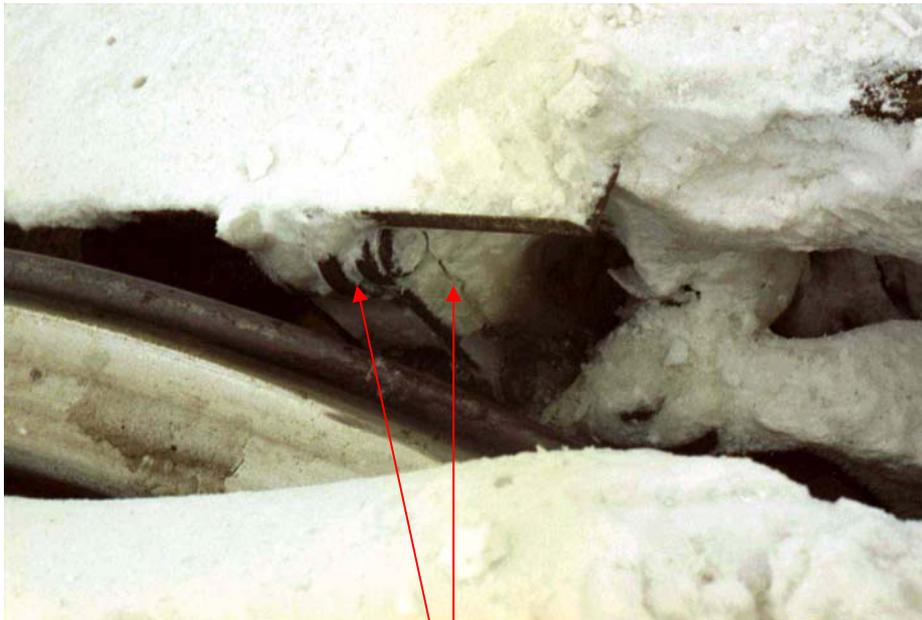
Bild 18



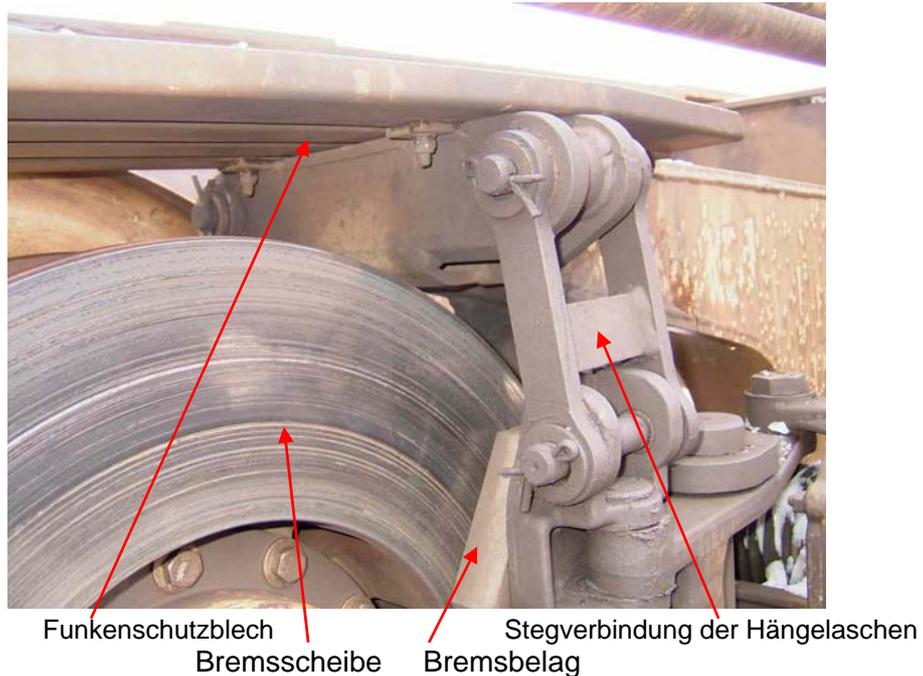
Bremsgestänge, gefüllt mit Schnee und Eis

Der Untersuch an den Wagen ergab, dass sich der Flugschnee zwischen dem Bremsgestänge und dem Funkenschutzblech festsetzte. Die beiden seitlichen Stegverbindungen der Hängelaschen drückten den Schnee bei jedem Bremsvorgang zusammen. Da die Schneeablagerungen gegen oben wegen des Funkenschutzbleches und gegen unten wegen der Bremsscheibe nicht weggedrückt werden konnte, kam es im Verlauf der Zeit zu einer immer kompakteren Schneemasse, welche das Bremsgestänge blockierte. Dazu kam die Eisbildung, welche auf das Erwärmen des Schnees durch die warmem Bremsscheiben und der danach erfolgten Abkühlung durch den Fahrtwind bei Temperaturen unter 0° zurückzuführen war.

Bild 19



Zusammengedrückte Schneemassen und Eisbildung im Bremsgestänge. Im Bild sichtbar das Hängeisen. Der Eispanzer weist einen Riss auf.



Funkenschutzblech

Bremsscheibe

Bremsbelag

Stegverbindung der Hängelaschen

1.27 ‚Kälteversuche‘ am Bremsgestänge bei der BLS in Bönigen (Anlage 18)

Aufgrund der Beobachtungen unter Punkt 1.26 wurde das Bremsgestänge in der Werkstatt der BLS in Bönigen umfangreichen Kälteversuchen unterzogen. Dazu wurde ein Tragrahmen konstruiert, in welchem eine komplette Bremszange mit gleichen Befestigungspunkten eingebaut werden konnte. Die Bremsscheibe wurde durch zwei parallele Bleche simuliert.

Die Buchsen-/Bolzenverbindungen wurden mit Wasser eingesprüht und Schnee aufgebracht. Danach wurden die Elemente in der Tiefkühltruhe abgekühlt und vereist.

Ergebnisse Bremsversuche (Annahme: Mittlere Beladung der Fahrzeuge):

- 0,7 bar Zylinderdruck (Hauptleitungsabsenkung 0,5 bar) ist ein leises Knistern zu hören. Keine Reaktion am Bremsgestänge.
- 1,1 bar Zylinderdruck (Hauptleitungsabsenkung 0,6 bar), erste Risse im Eis-/Schneepanzer sind sichtbar. Keine weitere Reaktion am Bremsgestänge.
- 2,5 bar Zylinderdruck (Hauptleitungsabsenkung 1,4 – 1,6 bar), das Eis bricht mit einem hörbaren Knall. Die Bremsbeläge liegen an der simulierten Bremsscheibe auf und sind fest.

Bis 2,5 bar Bremszylinderdruck (Absenkung in der Hauptleitung um 1,4 – 1,6 bar) war keine Bremswirkung vorhanden!

1.28 Information über Organisation und Verfahren

S-Bahn 19291:

Bei Zug Nr. 19291 handelt es sich um eine regelmässig verkehrende, im offiziellen Kursbuch enthaltene, S-Bahn der Linie S12 von Brugg AG (ab 21.38 Uhr) via Zürich HB (22.16/22.19 Uhr) nach Oberwinterthur (an 22.43 Uhr). Diese S-Bahnlinie verkehrt ohne Halt zwischen Stettbach und Winterthur.

Postzug 91637:

Postzug 91637 verkehrt regelmässig zwischen Daillens (ab 17.51 Uhr) via Yverdon – Neuchatel – Biel RB (19.00/19.05 Uhr) – Solothurn – Härkingen Paketpost (19.44/20.50 Uhr) Olten – Aarau – Lenzburg – Zch Mülligen (21.46/21.54 Uhr) – Zch Altstetten – Zch Oerlikon – Kloten – Winterthur – Frauenfeld Paketpost (an 22.42 Uhr).

Am Donnerstag, 29. Januar 2004 verkehrte Postzug 91637 via Wallisellen statt Kloten.

1.29 Verschiedenes

Zulassung der Güterwagen des Typs Lgnss in der Schweiz

In den Jahren 1998 und 1999 wurden durch die damalige Direktion Rollmaterial der SBB und später durch den Grossunterhalt Rollmaterial in verschiedenen Protokollen, Schreiben und Stellungnahmen Bedenken in Bezug auf eine genügende Bremswirkung der damals neuen Alu-Bremsscheiben Knorr speziell bei Nässe und Flugschnee geäußert. Trotzdem wurde der Firma AAE mit Fax vom 11. Mai 1999 eine provisorische Zulassungsbewilligung in Aussicht gestellt. Auch in diesem Fax wurde nochmals auf die Vorbehalte punkto Sicherheit der leeren Wagen bei Nässe und Flugschnee hingewiesen.

Meteorologische Verhältnisse in den Monaten Januar und Februar der Jahre 2000-05

Aufgrund der Aufzeichnungen der MeteoSchweiz in der Messtation Wynau (ca. 7,5 km südlich vom Postbahnhof Härkingen) konnte festgestellt werden, dass die Winter der Jahre 2000 – 2002 relativ mild waren und Verhältnisse wie bei der Ereignisfahrt am 29. Januar in dieser Zeit nur an acht Tagen zu verzeichnen waren (Anlage 5).

Zulassung der zweiachsigen Güterwagen des Typs Lgnss durch das Bundesamt für Verkehr BAV

Mit Schreiben vom 29. Juni 2000 hat das BAV vorerst eine befristete Zustimmung bis 31.12.2000 und mit Schreiben vom 18. Dezember 2000 eine solche bis 31.12.2004 erteilt. Grundlagen waren unter anderem das Zulassungsdossier von NedTrain Consulting. Die unbefristete Betriebsbewilligung wurde der AAE mit Schreiben vom 21. November 2003 erteilt. Diese Bewilligung umfasst regelmässige Fahrten auf dem schweizerischen Normalspurnetz mit zweiachsigen Güterwagen des Typs Lgnss der Serie 4368 443 3 000-252P (ohne Nachschieben) ohne RIV-Zeichen. Als überwachungspflichtige Komponente wurde speziell die Funktionstüchtigkeit der hydraulischen Schlinger- und Querdämpfer und ihre Befestigungselemente aufgeführt.

2. BEURTEILUNG

2.1 Technisches

- Die visuelle Kontrolle der am Ereignis beteiligten Schienenfahrzeuge durch den Untersuchungsleiter in der Ereignisnacht in Dietlikon ergab keine Auffälligkeiten.
- Die am Ereignis beteiligten Güterwagen des Typs Lgnss waren alle mit Aluminiumbremsscheiben ausgerüstet (pro Achse zwei Bremsscheiben).
Diese Bremsscheiben erwärmen sich beim Bremsvorgang bis ca. 80° und kühlen sich danach schnell wieder ab. Die Versuche zwischen Frauenfeld und Weinfelden zeigten, dass sich die Bremsscheiben kurz nach erfolgter Schnellbremsung problemlos berühren liessen, sie waren etwa ‚Handwarm‘.
- Die Anhängelast von Postzug 91637 bestand ausschliesslich aus Containertragwagen des Typs Lgnss.
- Die Untersuchungen in der Werkstätte Bönigen der BLS haben ergeben, dass die Bremskraft nicht dem mittleren Wirkungsgrad von 96% entsprach. Gemessen wurden Werte zwischen 80% und 89%.
- Jede Achse der Güterwagen des Typs Lgnss ist mit einem Wiegeventil ausgerüstet.

Die Abklärungen in der Werkstätte Bönigen der BLS ergaben, dass die Wiegeventile normal funktionierten.

Für die automatische Lastabbremung werden aber nur die kleineren Werte berücksichtigt. Der Wagen wird so nicht überbremst, allerdings können im Extremfall grössere Abweichungen zwischen dem berechneten und dem effektiven Bremsgewicht entstehen. Dies hat entsprechenden Einfluss auf das Bremsverhältnis und auf das Bremsverhalten eines Zuges.

Die durch die Post durchgeführten Abwägungen der Container einer grösseren Anzahl Züge zeigten, dass die Gewichtsunterschiede sich im Rahmen von 3 – 7 % bewegten. Wir erachten daher das Nachrüsten eines zweiten Druckübersetzers erst als nötig, wenn die Güterwagen des Typs Lgnss einem andern Verwendungszweck zugeführt werden.

- Die Untersuchungen von Bremsbelägen aus den am Ereignis beteiligten Güterwagen bei der EMPA ergab keine Unregelmässigkeiten. Eine Verglasung konnte nicht nachgewiesen werden. In den Bremsbelag eingebaute Eisen- respektive Stahlpartikel (Baustahl) können unter Einwirkung von Umwelteinflüssen korrodieren. Eisenoxidbeläge auf der Bremsfläche können zu einer temporären Verminderung der Bremsleistung führen.
- Die Versuche bei der Firma Becorit zeigten, dass bei trockenem Schnee und tiefen Temperaturen keine signifikante Verlängerung des Bremsweges festgestellt werden konnte.

Eine wesentliche Verlängerung des Bremsweges trat bei einer Vereisung der Aluminium-Bremsscheibe auf. Bei diesen Versuchen wurden mit einem Sprühgerät Wasser auf die Bremsscheibe aufgetragen, bis sich eine Eisschicht bildete. Die Versuche wurden unter den üblichen Versuchsbedingungen (Beschneigung und tiefe Temperaturen) durchgeführt. In der Praxis dürfte diese Art Vereisung allerdings kaum auftreten.

Bei allen andern Versuchen mit normaler Beschneigung konnte keine Vereisung der Bremsscheibe festgestellt werden.

Bei den Versuchen wurde festgestellt, dass die guten Kühleigenschaften der Aluminiumbremsscheiben zu einer sehr schnellen Abkühlung der Scheiben bis zur Umgebungstemperatur führen. Ein Anwärmen der Bremsscheiben durch eine ‚Anwärmebremsung‘ gemäss R 450, Art. 1.6 ist daher nur kurz vor der Schlussbremsung sinnvoll und wirksam.

- Der beigezogene Bremsexperte kommt in seiner Expertise zum Schluss, dass die ungenügende Bremsleistung unter winterlichen Bedingungen auf eine äussere Vereisung zurückzuführen ist und dass nach einer erfolgreichen Sanierung der Wagen ein uneingeschränkter Einsatz möglich ist.
- Aufgrund der Begleitfahrten im Februar 2005 konnte in zwei Fällen eine kompakte Schnee- und Eismasse im Bremsgestänge festgestellt werden. Versuche mit ähnlich präpariertem Bremsgestänge in einer Kühlkammer bei der BLS in Bönigen zeigten, dass bei solchen Verhältnissen ein Bremszylinderdruck von ca. 2,5 bar erforderlich war, um das Bremsgestänge vom Schnee- und Eispanzer zu lösen und um eine Bremswirkung zu erzielen. Bei einer angenommenen mittleren Beladung der Lgnss muss der Hauptleitungsdruck um 1,4 bis 1,6 bar abgesenkt werden, um einen Bremszylinderdruck von 2,5 bar zu erreichen. Diese Druckabsenkung der Hauptleitung entspricht einer Vollbremsung (R 450.3, 1.3).
- Bei diesen Versuchen wurde weiter festgestellt, dass sich auch Eis in beweglichen Teilen (Bolzenverbindungen) bildet. Ebenfalls kann es zu einer Eisbildung bei der Entlüftungsöffnung des Bremszylinders kommen. In diesen Fällen entweicht die Luft über den Faltenbalg, was zu einer Beschädigung der Manschette führen kann.

- Bei der Inbetriebsetzung der Wagen haben Bremsspezialisten der SBB die AAE und die damalige Generaldirektion der PTT wie auch SBB-interne Stellen auf ihre Bedenken in Bezug auf das Bremsverhalten der neuartigen Alu-Bremsscheiben hingewiesen.
Bei der Untersuchung der Flankenfahrt Dietlikon konnte jedoch kein relevanter Einfluss der Alu-Bremsscheiben auf das Unfallgeschehen gefunden werden.
- Die Wagen des Typs Lgnss verfügen über eine gültige Betriebsbewilligung des Bundesamtes für Verkehr BAV für regelmässige Fahrten auf dem schweizerischen Normalspurnetz.

2.2 Betriebliches

- Aufgrund der Information des zwischen Biel und Zürich Mülligen eingesetzten Lokführers über eine nicht optimale Bremswirkung hat sich der ablösende Lokführer entschlossen, die ZUB-Einstellung auf A95% zu belassen und nicht auf A105% (wie aufgrund der ‚Meldung an den Lokführer‘ gemäss Anlage 2 möglich) zu erhöhen (FDV 300.5, 4.6.1).
- Der Lokführer hat kurz nach Abfahrt in Zürich Mülligen (in Zch Altstetten) eine ‚Bremsprobe auf Wirkung‘ durchgeführt (R 450.3, 1.6). Bei den weiteren Bremsungen Richtung Zch Oerlikon hat er ebenfalls die pneumatische Bremse mitverwendet.
- Der Lokführer des Postzuges 91637 hat richtigerweise Warnsignale abgegeben, als er bemerkte, dass er vor dem Halt zeigenden Ausfahrtsignal D1 nicht rechtzeitig anhalten konnte. Er wollte dadurch allfällige Benutzer des Bahnüberganges unmittelbar hinter dem Ausfahrtsignal D1 warnen (FDV 300.9, 6.4.3).
- Die (optische) Bremsprobe beim Postzug 91637 in der Ereignisnacht nach dem Unfall in Dietlikon zeigte keine Unregelmässigkeiten (FDV 300.5, 3.1.2 und 3.2). Die Durchgangsbremsprobe am letzten Wagen funktionierte ebenfalls normal. Ein Wasseraustritt an der Bremsleitung des letzten Wagens konnte nicht beobachtet werden.
- In der Ereignisnacht wurden auf Wunsch des Untersuchungsleiters der UUS zwei Versuchsfahrten zwischen Wallisellen und Dietlikon durchgeführt. Die Ergebnisse der Versuchsfahrten zeigten, dass die Aussage des Lokführers des Postzuges 91637 in Bezug auf eine schlechte Bremswirkung richtig war.
- Aufgrund des relativ geringen Gewichtes der Anhängelast und der starken elektrischen Bremse der in der Regel für die Postzüge eingesetzten Loks des Typs Re 420 wird die pneumatische Bremse oftmals nur für die Schlussbremsung eingesetzt (R 450.3, 2.2).
- Die Postzüge mit Containertragwagen des Typs Lgnss führen in der Regel zwischen vier und fünfzehn Wagen. Als Zuglok wird in den meisten Fällen eine Re 420 eingesetzt. Pro Wagen ist ein ‚Normgewicht‘ von 31,6 t festgelegt. Die Wagen werden mit zwei Container beladen. Da die Güterwagen mit einer automatischen Lastabbremmung ausgerüstet sind, werden die Container nicht abgewogen. In den Postterminals sind die Verladekranen mit einer Gewichtsbegrenzung ausgerüstet, damit die einzelnen Container nicht überladen werden können.

3. Schlussfolgerungen

3.1 Befunde

- Die visuelle Kontrolle der am Ereignis beteiligten Schienenfahrzeuge in der Ereignisnacht durch den Untersuchungsleiter ergab keine Beanstandungen.
- Die Bahnsicherungsanlagen funktionierten einwandfrei.

- Beim Erkennen der schlechten Bremswirkung hat sich der Lokführer richtig verhalten. Er hat sofort eine Schnellbremsung eingeleitet. Da er nicht erkennen konnte, ob die Barriere des unmittelbar hinter dem Ausfahrtsignal D1 befindlichen Bahnüberganges geschlossen war, hat er Warnsignale abgegeben.
- Der Wirkungsgrad der Bremsen des Postzuges entsprach nicht den der Bremsrechnung zugrunde gelegten Werten.
Die Versuche in der Kältekammer der BLS zeigten, dass erst eine Vollbremsung (Absenkung des Hauptleitungsdrucks um 1,5 bar) einen Bremszylinderdruck von 2,5 bar erzeugte, welcher zum Aufbrechen des Schnee- und Eisanspanzers im Bremsgestänge und dadurch zur gewünschten Bremswirkung führte.
- Die Scheibenbremsen der Güterwagen des Typs Lgnss kühlen sehr schnell ab.
- Aufgrund der UIC-Norm 541.3 ist bei Kälte und Schnee ein reduzierter Reibwert um 15% erlaubt. Gerechnet für den Güterwagen des Typs Lgnss bedeutet dies ein Reibwert von 0,34 statt 0,4.
- Die Versuche bei der Firma Becorit ergaben, dass die eingesetzte Aluminiumbrems-scheibe sowie die verwendeten Bremsbeläge bei normaler Bremskraft normal funktionieren.
- Die Wagen des Typs Lgnss verfügen über eine gültige Betriebsbewilligung des Bundesamtes für Verkehr BAV für regelmässige Fahrten auf dem schweizerischen Normalspurnetz.

3.2 Ursache

Das Ereignis dürfte mit grösster Wahrscheinlichkeit auf folgende Ursachen zurückzuführen sein:

- Bei Flugschnee und Temperaturen unter 0° kommt es zu einer Schneean-sammlung im Bremsgestänge. Beim Bremsvorgang wird dieser Schnee durch die seitlichen Platten zusammengedrückt. Die Bremsscheibe (unten) und das Funkenschutzblech (oben) verhindern, dass der Schnee entweichen kann. Bei den Bremsvorgängen wird der Schnee zusammengepresst, die Erwärmung und das (schnelle) Abkühlen der Bremsscheibe führen zusätzlich zu einer Eis-bildung. Zudem kann es zu einer Eisbildung in den Verbindungsgelenken des Bremsgestänges (Bolzen) kommen und die Luftauslassöffnungen der Brems-zylinder können zufrieren.
Zum Aufbrechen der Schnee- und Eismasse war eine Vollbremsung (Absen-ken des Hauptleitungsdruckes um 1,5 bar zum Erreichen des nötigen Zyl-in-derdruckes von 2,5 bar) erforderlich.
- Jede Achse der Lgnss ist mit einem Wiegeventil ausgerüstet. Da für die auto-matische Lastabbremung aber nur die tieferen Werte berücksichtigt werden, kann im Extremfall (bei stark einseitiger Beladung) eine Differenz zwischen be-rechnetem und effektivem Bremsgewicht der Anhängelast entstehen. Beim Ereignis von Dietlikon kann aber davon ausgegangen werden, dass dieser Umstand nicht ursächlich zur Flankenfahrt geführt hat.
- Die Untersuchungen in Werkstätte Bönigen der BLS ergaben, dass der Wir-kungsgrad der Bremsgestänge der Wagen nicht den vorgesehen 96% sondern nur zwischen 80% und 86% betragen hat.

4. SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

Aufgrund der weiteren Untersuchungsergebnisse werden die folgenden Sicherheitsempfehlungen zur Umsetzung empfohlen:

- Das Bremsgestänge und das Funkenschutzblech sind konstruktiv so abzuändern, dass keine Schneeansammlung bzw. Eisbildung mehr möglich ist. Die Konstruktion der Entlüftungsschraube des Bremszylinders ist so zu ändern, dass eine Vereisung verhindert wird.
- Die Wagen des Typs Lgnss sind mit zwei Wiegeventilen, aber nur mit einem Druckübersetzer ausgerüstet. Da die Wagen zurzeit ausschliesslich im Postverkehr eingesetzt und dadurch immer mit zwei Containern mit ähnlicher Belastung eingesetzt werden, bewegen sich gemäss Messungen der Post die Gewichtsabweichungen in einem geringen Bereich. Wir sind daher der Ansicht, dass für den Postverkehr kein zweiter Druckübersetzer eingebaut werden muss.
Bei einem andern Einsatz dieses Wagenmaterials ist der Einbau eines zweiten Druckübersetzers erneut zu prüfen.
- Im R 450.3, Ziffer 3.2.b. ist beim Abschnitt ‚Scheibenbremsen‘ (Seite 23) nicht nur auf Reisezugwagen sondern auch auf Güterwagen hinzuweisen. In der Ziffer 3.2.3. ist auf die erhöhte Druckabsenkung (mindestens 1 bar) bei Güterzügen mit Scheibenbremsen bzw. Kunststoffbremsklötzen hinzuweisen.
- Das Formular ‚Meldung an den Lokführer‘ ist mit Informationen zur Bremsausrüstung des Zuges zu ergänzen (Scheibengebremste Fahrzeuge, K-Sohlen gebremste Fahrzeuge, Klotzgebremste Fahrzeuge).

Zur Zeit werden die Bremsgestänge der Güterwagen des Typs Lgnss in der Werkstätte Bönigen entsprechend den Erkenntnissen der Untersuchungen umgebaut und die Funkenschutzbleche entfernt.

Die Untersuchung wurde von Walter Kobelt und Jean Gross geführt.

Schlieren, 22. August 2005

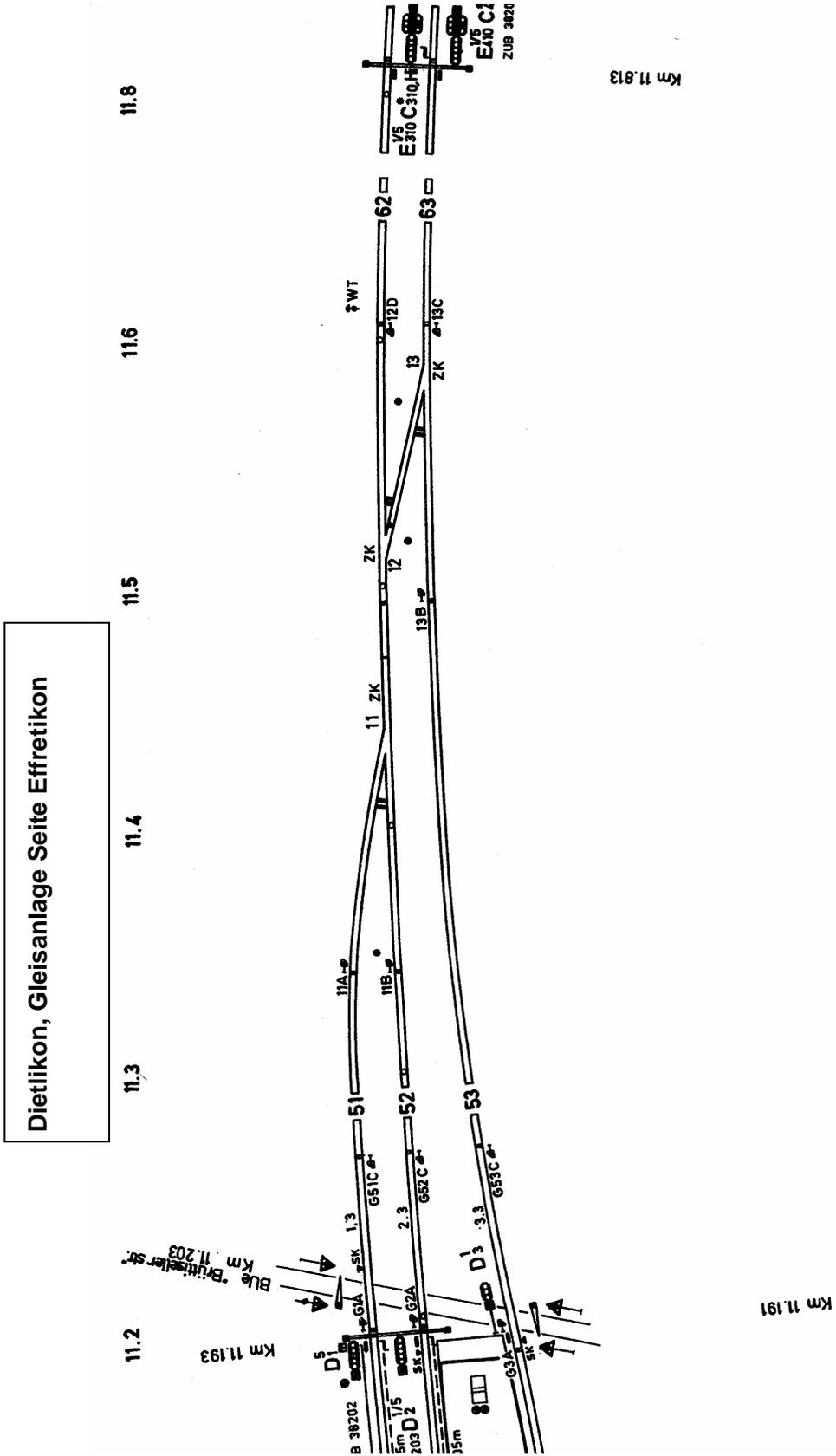
Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

Walter Kobelt
Leiter der Unfalluntersuchungsstelle

Jean Gross
Untersuchungsleiter

Fotos: Bilder Nummer 17 - 20 SBB Cargo
Bilder Nummer 1 – 16 UUS

Bahnhof Dietlikon Seite Effretikon, Schematischer Uebersichtsplan



Formular ‚Meldung an den Lokführer‘ für Postzug 91637

Schweizerische Eisenbahnen
Chemins de fer suisses
Ferrovie svizzere

Meldung an den Lokführer
Avis au mécanicien
Avviso al macchinista

Datum
Date
Data 29. Jan. 2004

Zug
Train
Treno 91637

begleitet
accompagné
scortato

von de da	Härkingen		Zü-Mülligen		
nach à a	Zü-Mülligen		Frauenfeld		
Zug- und Bremsreihe Catégorie de train et de freinage Categoria di treno e di freno	A 95 %		A 105 %		%
V max	120 km/h		120 km/h		km/h
Länge Longueur Lunghezza	260 m	30 A	173 m	20 A	m A
Gewicht Poids Peso	480 t		320 t		t
Bremsgewicht Poids-frein Peso-freno	480 t		320 t		t
Lok (Serie) Loc (série) Loc (serie)	<input type="checkbox"/> Z <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/> Q				
Anzahl Wagen/Gewicht Nombre de wagons/poids Numero dei carri/peso	1. Teil 1 ^{re} partie 1 ^a parte				
Umstellvorrichtungen Dispositifs d'inversion Dispositivi di inversione	Stellung G Position M Posizione M	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	<input type="checkbox"/> teilw./en partie/parziale <input type="checkbox"/> ganz/complet/totale	
Notiert, der Beauftragte: Noté, le commettant: Notificato, il committente:					

SBB 952-72-620 VII 2002 10 000 Blocks (50)

Zugliste S-Bahnzug 19291

Zugliste S-Bahnzug 19291

The screenshot shows a software application for managing S-Bahn train schedules. The main window displays a list of train services with columns for station, time, and train type. A 'Detail' window is open, providing more information about a specific train service.

Main Window Data:

Stn	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	0h	
Re450																									
G																									
450003																									
36502																									
EF																									
ZAS																									

Detail Window (FTR_S/1: Zug Reihen):

Zug: 19291 | Bahn: 3 | Date: 29.01.2004
 Ort: BG-085 | von: BG | nach: DTL | Zeit: 2140 | Verw.: H | Traktion: 85 450003
 Nr. Zbp Text: 1 Re450, 2 B'', 3 AB'', 4 B''

Navigation Buttons: Umkehren, Speichern, Umstellen, Verlassen, Details, Hinweis, Kommentar, Vorher, Nachher, Kalender, Test, Hilfe.

Calendar View: 29.01.2004

Zugliste Postzug 91637

Zugliste Postzug 91637

<+> SBB CFF FFS 30.01.2004 00:49
 Zugliste betrieblich

Zug : 91637 ZS: 2 Reihung : 1 Datum: 29.01.2004 Block : Bhf-Nr : 85 61473 Bhf-Name : Frauenf PP
 Fahrtrecke: ZÜ Müllige - Frauenf PP Zuglauf : Dalliens_P - Frauenf PP
 Wg : 10 Meter : 173 A: 20 (daron leer : 0 beladen: 20) Tonnen : 316.0 V max: 120
 Bemerkung Zug :

ZNR	RNR	Wg-Nr	DEBI	L	WS	TA	BA	E-Bhf	ES	A	T	LSP	spez	P	G	Vmax	Hb	UNOG	UNOS	FAG	Bef-B	Wg-Ver	
1	1	4368	4433	1104	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
2	2	4368	4433	1591	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
3	3	4368	4433	0767	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
4	4	4368	4433	0825	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
5	5	4368	4433	1559	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
6	6	4368	4433	0239	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
7	7	4368	4433	1526	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
8	8	4368	4433	0205	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
9	9	4368	4433	0973	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70
10	10	4368	4433	2474	1	3	14	11	Frauenf PP	68	2	31.6	173	*	32	32	120	1				5	70

Bericht der Meteo Schweiz

Zürich, 5. Februar 2004



UVEK
Unfalluntersuchungsstelle Bahnen und Schiffe

Schwarztorstrasse 59
3003 Bern

Ihre Kontaktperson
Tel. direkt
Fax direkt
Ihr Zeichen
Unser Zeichen

E-Mail: @meteoschweiz.ch

Witterung Raum Wallisellen-Dietlikon, 29. Januar 2004, ca. 22.30 h.

Sehr geehrte Damen und Herren

Am Morgen des 29. Januar 2004 überquerte eine arktische Kaltfront die Alpennordseite und die Alpen. Dabei führten stürmisch auffrischende West- bis Südwestwinde mit einsetzendem sehr trockenem Schneefall auch im Flachland verbreitet zu Schneeverwehungen. Am Nachmittag traten bei abflauenden Winden in unregelmässigen Zeitabständen Schneeschauer auf.

An der dem Raum Wallisellen-Dietlikon am nächsten gelegenen Messstation Zürich-Flughafen wurden trotz der geringen Niederschlagsmengen (1 Liter/m² Tagesniederschlag) zwischen der Morgenmessung (06.40 h) und der Abendmessung (18.40 h) 4 cm Neuschnee gemessen.

Die Temperaturen lagen an der Messstation Zürich-Flughafen in der ersten Morgenstunden knapp unter dem Gefrierpunkt und sanken in der Folge kontinuierlich ab. Zwischen 21.50 h und 22.00 h wurden -3.4 °C erreicht. Ab 22.00 h bis 23.00 h bewegten sich die Temperaturen bei -2.5 / -2.6 °C.

Falls in der fraglichen Zeit um 22.30 h Schneeschauer auftraten, ergaben sie geringe, nicht registrierbare Niederschlagsmengen. Von 18.40 h des 29. Januar 2004 bis um 06.40 h des 30. Januar 2004 wurde an der Messstation Zürich-Flughafen kein messbarer Neuschneezuwachs registriert.

Für den Raum Wallisellen-Dietlikon erwarten wir ähnliche Verhältnisse.

Mit freundlichen Grüssen

Klimatologie

Rechnung folgt

Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie (MeteoSchweiz)
Office fédéral de météorologie et de climatologie (MétéoSuisse)
Ufficio federale di meteorologia e climatologia (MeteoSvizzera)
Uffizi federal per meteorologia e climatologia (MeteoSvizra)
Federal Office of Meteorology and Climatology (MeteoSuisse)

MeteoSchweiz
Krähbühlstrasse 58
Postfach 514
CH-8044 Zürich

Telefon +41 1 256 91 11
Telefax +41 1 256 92 78
info@meteoschweiz.ch
www.meteoschweiz.ch

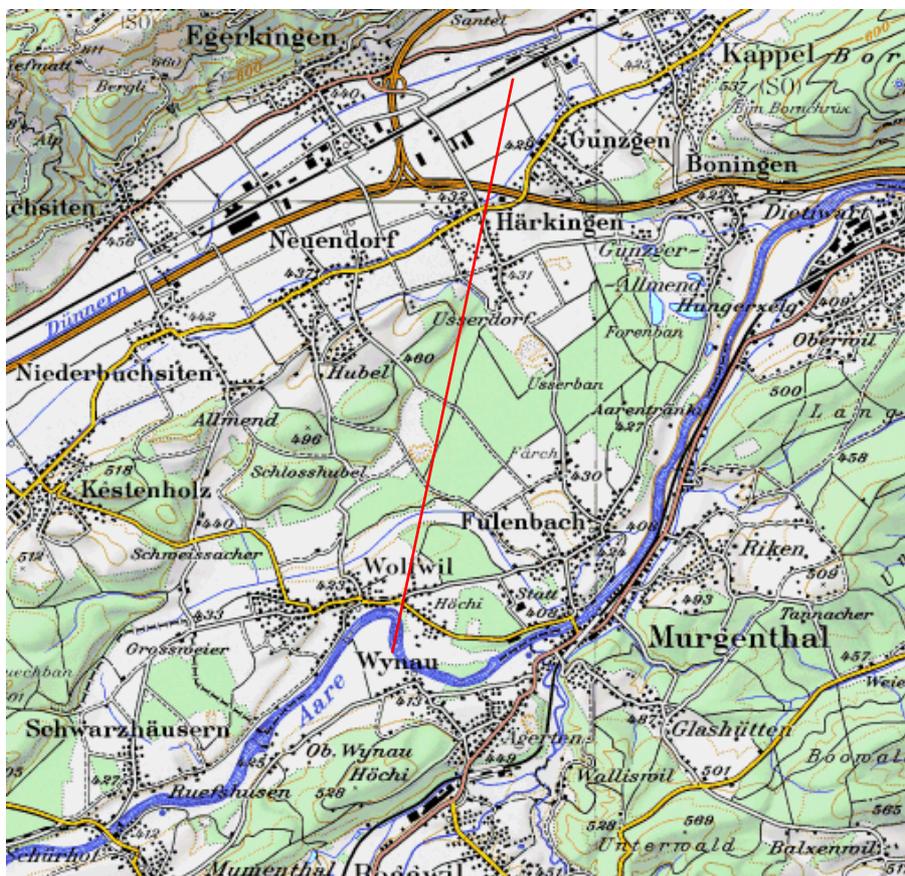
Aktennotiz Nr. 6

Auswertung Meteo-Unterlagen Monate Januar/Februar der Jahre 2000 - 2003

Kriterien für Auswertung:

- Temperatur zwischen 0° und - 4° (Tages-Durchschnitttemperatur)
- Schneedecke und/oder Schneefall

Messtation: Wynau (ca. 7,5 km Luftlinie vom Postbahnhof Härkingen entfernt)

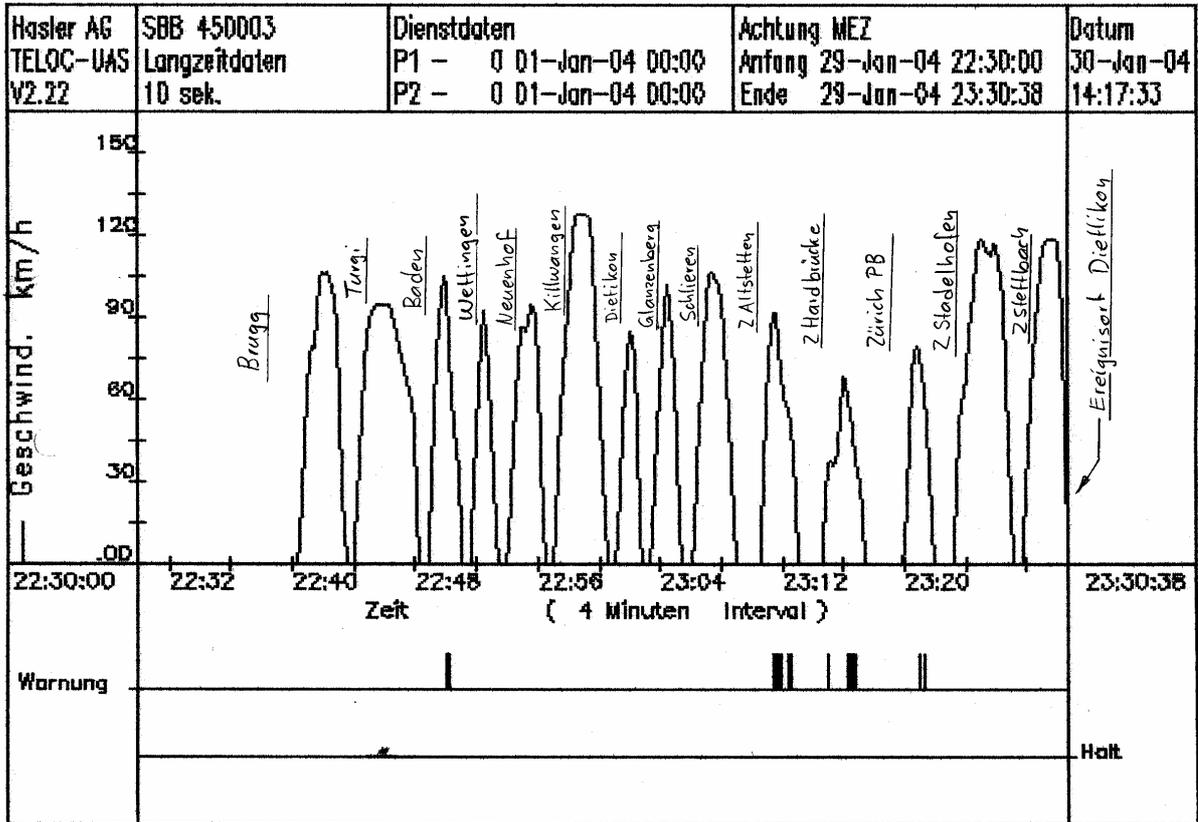


05. April 2005/grj / 26. April 2005

Jahr	Januar				Februar			
	Kriterien erfüllt (Anzahl Tage)	Schneetage (Schneedecke und/ oder Schneefall)	Frosttage (Tagesdurchschnitt)	Bemerkungen	Kriterien erfüllt (Anzahl Tage)	Schneetage (Schneedecke und/ oder Schneefall)	Frosttage (Tagesdurchschnitt)	Bemerkungen
2000	5	13	12	Schneehöhe 8 – 11 cm	-	3	3	
2001	1	2	10	1. Januar Voraussetzungen erfüllt	2	3	6	Schneehöhe 2 cm
2002	-	0	20		-	0	1	Schneefall an drei Tagen, blieb nicht liegen
2003	10	12	13	Schneehöhe 1-3 cm, an zwei Tagen 11 bzw. 20 cm	22	28	22	Schneehöhe 10-18 cm, an zwei Tagen 26 bzw. 27 cm
2004	17	21	17	Am 29. Januar (Dietlikon) -1,7°, Neuschnee 8 cm, Schneehöhe 25 cm	7	16	8	- Schneehöhe bis 17 cm - Neuschnee an 2 Tagen
2005	9	12	14	- Schneehöhe bis 10 cm - Neuschnee an 6 Tagen	22	27	22	- Schneehöhe bis 25 cm - Neuschnee an 12 Tagen

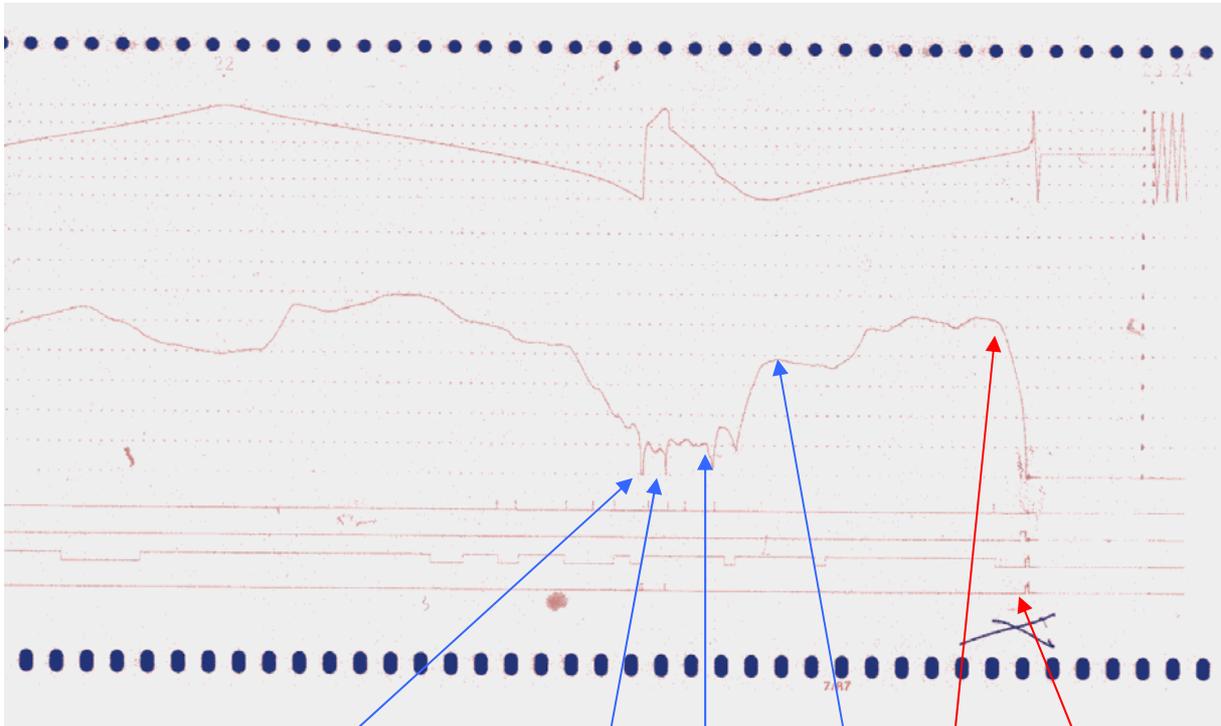
Bemerkung: Schneefall (Neuschnee) unter 1 cm wird nicht berücksichtigt.

Fahrdaten S-Bahnzug 19291



Die Uhrzeit ist um eine Stunde verschoben (Sommer- statt Winterzeit)

Registrierstreifen Postzug 91637



Halt Mülligen

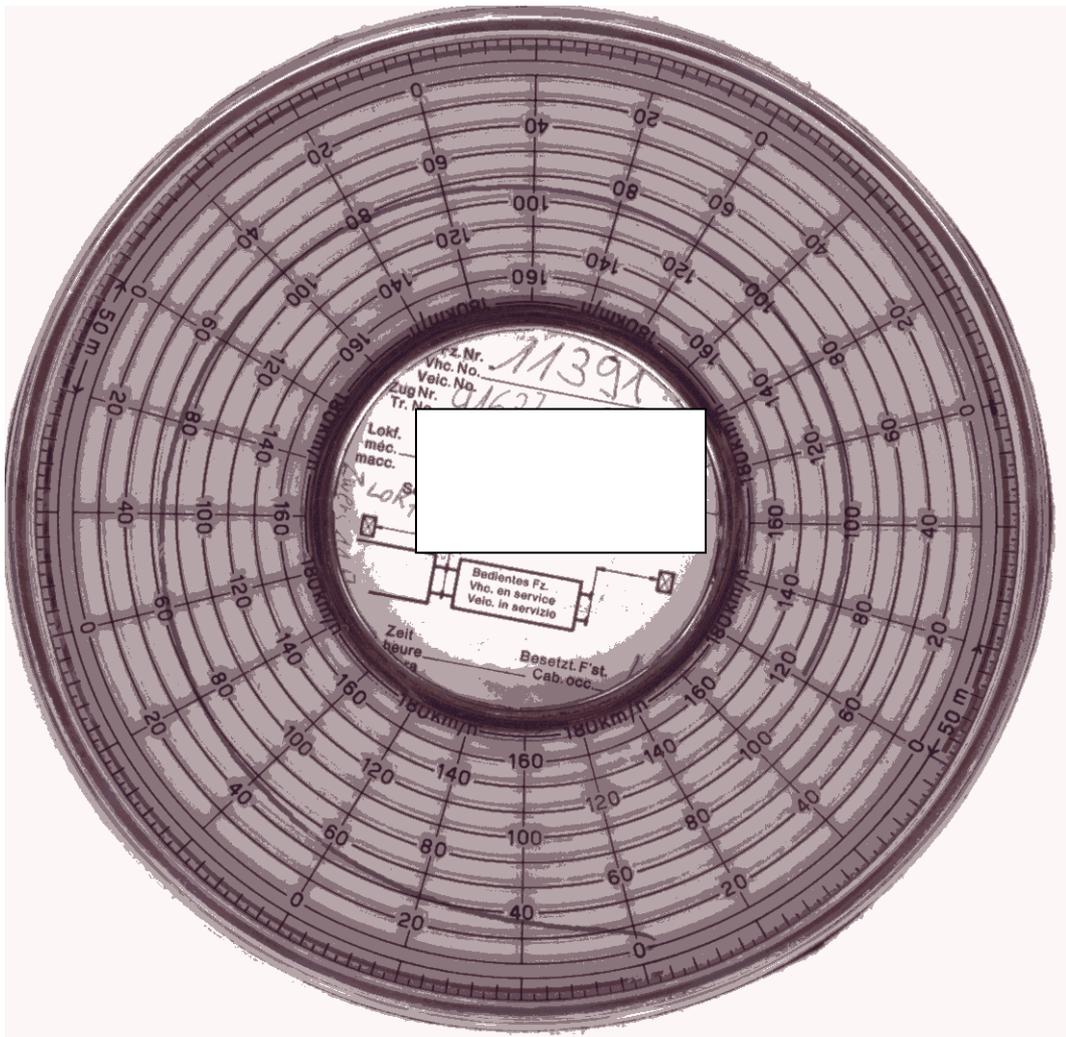
Zch Altstetten

Strecke Zch Altstetten – Zch Oerlikon

Einleiten Betriebsbremsung/Schnellbremsung

Haltauswertung-Signal D

Farb-Registrierscheibe Postzug 91637



Zusammenfassung Untersuch Lok Re 420 11391

IW Bellinzona
Fahrzeugabteilung

Bellinzona, 5.03.2004

Ereignis Dietlikon Lokuntersuchung Re 420 11391

Zusammenfassung

Die Bremsenrichtungen, Sicherheitseinrichtungen wie ZUB und Integra , sowie die Spurkranzschmierung wurden überprüft. Es konnten keine lokbezogenen Unregelmässigkeiten gefunden werden, welche auf die Ursache für den Anprall schliessen lassen.

Untersuchungen

Auszug der letzten Störungen

In der **Beilage** finden Sie einen Auszug der letzten Vorkommnisse gemäss den Einträgen ROMA.

Untersuchung der Bremse

Ausführen der Prüfung der pneumatischen Bremsenrichtung. Protokoll siehe **Beilage**.

Dichtigkeitsprüfung wie wir sie anlässlich R3 machen:

Bremsen, BV-Hahn schliessen, Führerbremseventil auf Abschluss stellen und

Bremszylinderdruck messen: 4.0 bar

Kontrolle nach 20 Min. : 4.0 bar (Resultat: kein Luftverlust in diesem Bereich).

Ein minimaler Luftverlust wurde am Wasserabscheider Pos 4. gefunden. Dieser wurde aber durch den Anprall verursacht. Der Batteriekasten hat sich verschoben. Dieser wiederum hat die Luftleitung etwas verschoben, was zu dem erwähnten minimalen Luftverlust am Anschluss des Wasserabscheiders führte.

Überprüfung ZUB

Die ZUB wurde kontrolliert. Es wurden keine Unregelmässigkeiten festgestellt. Die Daten der Bewegungen auf dem IW Areal inklusive der Funktionsprüfung wurden aus dem ZUB herausgelesen und befinden sich auf der **beigelegten Diskette**.

Überprüfung Zugsicherung Integra

Die Zugsicherung Integra wurde auf Ihre Funktionsweise überprüft. Es wurde keine Unregelmässigkeit festgestellt.

Beilage: Kopie der Einträge der Kontrollen des Lokführers.

Überprüfung Spurkranzschmierung

Die Spurkranzschmierung funktioniert. Das heisst, die Düsen sind richtig positioniert, der Ölaustritt ist gewährleistet und die Spurkränze haben einen Schmierfilm.



Prüfungsergebnis Führerbremsventile Lok Re 420 11391

Geräte Nr.: 3264		Prüfprotokoll WB FV4 A		bbs werkstätten	
Prüfdatum: 2.6.2004				Filename: WB FV4 A.xls	
Visum: []					
Op.	Prüfung	Sollwert	Istwert		
1.1.1	Auffüllzeit in Fahrstellung (aus SB-Stellung)	max. 7,0 Sek	6,2		
1.2.1	Dichtigkeit in Fahrstellung	0,10 bar / 10 Sek.	0,01		
1.6.1	Dichtigkeit in Vorspannstellung	darf nicht ansteigen	1,0		
2.1.1	Absenkezeit in 2. Vollbremsraste	4,7 - 5,7 Sek.	5,1		
3.1.1	Auffüllzeit in Fahrstellung (aus 2. VB-Raste)	max. 2,0 Sek.	1,3		
4.1.1	Absenkezeit bei Schnellbremsung	3,0 - 4,0 Sek.	3,7		
5.1.1	Auffüllzeit in Füllstellung	max. 4,5 Sek.	4,1		
6.3.1	Füllstoss auf gelöste Bremse	2,5 - 4,5 Sek.	3,3		
7.1.1	Max. Druck bei Niederdrucküberladung	5,35 - 5,50 bar	5,40		
8.2.1	Absenkezeit der Niederdrucküberladung	70 - 100 Sek.	96		
9.3.1	Druck in 1. Bremsraste	4,50 - 4,63 bar	4,55		
10.1.1	Druck in 1. Vollbremsraste	3,30 - 3,50 bar	3,35		
11.1.1	Druck in 2. Vollbremsraste	2,75 - 2,95 bar	2,80		
12.2.1	Füllstossdauer	13,0 - 17,0 Sek.	16		
12.2.2	Max. Füllstossdruck	7,20 - 7,60 bar	7,45		
13.3.1	Nachspeiseempfindlichkeit in Fahrstellung	0,02 - 0,04 bar	0,03		
14.1.1	Nachspeisefähigkeit in Fahrstellung	0,10 - 0,40 bar	0,25		
15.4.1	Nachspeisefähigkeit in Fahrstellung bei Reduktionsbehälterdruck 1,50 bar	min. 4,85 bar	5,0		
Funktionsprüfung nach Prüfanleitung WB FV4 A / E					

Geräte Nr.: 4801		Prüfprotokoll WB FV4 A		bbs werkstätten	
Prüfdatum: 2.6.2004				Filename: WB FV4 A.xls	
Visum: <input type="text"/>					
Op.	Prüfung	Sollwert	Istwert		
1.1.1	Auffüllzeit in Fahrstellung (aus SB-Stellung)	max. 7,0 Sek	5,8		
1.2.1	Dichtigkeit in Fahrstellung	0,10 bar / 10 Sek.	0,01		
1.6.1	Dichtigkeit in Vorspannstellung	darf nicht ansteigen	i.O.		
2.1.1	Absenkezeit in 2. Vollbremsraste	4,7 - 5,7 Sek.	4,9		
3.1.1	Auffüllzeit in Fahrstellung (aus 2. VB-Raste)	max. 2,0 Sek.	0,9		
4.1.1	Absenkezeit bei Schnellbremsung	3,0 - 4,0 Sek.	3,5		
5.1.1	Auffüllzeit in Füllstellung	max. 4,5 Sek.	3,9		
6.3.1	Füllstoss auf gelöste Bremse	2,5 - 4,5 Sek.	3,0		
7.1.1	Max. Druck bei Niederdrucküberladung	5,35 - 5,50 bar	5,40		
8.2.1	Absenkezeit der Niederdrucküberladung	70 - 100 Sek.	99		
9.3.1	Druck in 1. Bremsraste	4,50 - 4,63 bar	4,55		
10.1.1	Druck in 1. Vollbremsraste	3,30 - 3,50 bar	3,39		
11.1.1	Druck in 2. Vollbremsraste	2,75 - 2,95 bar	2,82		
12.2.1	Füllstossdauer	13,0 - 17,0 Sek.	15		
12.2.2	Max. Füllstossdruck	7,20 - 7,60 bar	7,5		
13.3.1	Nachspeiseempfindlichkeit in Fahrstellung	0,02 - 0,04 bar	0,03		
14.1.1	Nachspeisefähigkeit in Fahrstellung	0,10 - 0,40 bar	0,3		
15.4.1	Nachspeisefähigkeit in Fahrstellung bei Reduktionsbehälterdruck 1,50 bar	min. 4,85 bar	4,95		
				Funktionsprüfung nach Prüfanleitung WB FV4 A / E	

Bremstests Frauenfeld - Sulgen



A-1

Messprotokoll: Bremswegmessung mit SwissPost-Wagen

Datum: 04.02.2004 Thema: Bremswegmessung

Beladungszustand:

Teilnehmer:

Tarra

Laufkilometer	Frauenfeld - Sulgen - Frauenfeld
Wegsuchsstrecke	FSZ Richtung Sulgen (Östen)
Zugsausrüstung	Re 420 11390
Lok-Nr.	10 x AEE-Lgms
Wagen	

Zeit	9:30	10:30	11:30
Wetterbedingungen	sonnig	sonnig	sonnig
Lufttemperatur	9°	11°	11°
Luftfeuchtigkeit	—	—	—
Schienenzustand	trocken	trocken	trocken
Schienenoberflächentemperatur	—	—	—

Wohldürer=24,8
Vordrücke=11,23

Laufnr.	Zeit	Fähr- richtung	v [km/h]	Anhalte- lrm	Steigung %	Strecke von → nach	Art der Bremsung	Brems- weg [m]	Bemerkungen
CA01	10:13	rückwärts	80	—	0	Frauenfeld	—	—	Kalibration des Radars auf geringe Strecke von 500m
A002	10:16	rückwärts	80	47,0	0		Betriebsbremsung	501	1,2 bar Luftablass
A004	10:20	rückwärts	100	48,9	8		Betriebsbremsung	654	1,2 bar Luftablass
A006	10:23	rückwärts	100	53,4	4		Schnellbremsung	582	Bremse nicht ganz durchgefressen
A008	10:27	rückwärts	100	54,8	4		Schnellbremsung	483	
A010	10:36	rückwärts	110	62,0	4		Schnellbremsung	576	
						Sulgen			
						Sulgen			
A011	11:06	vorwärts	115	?	-4		Betriebsbremsung	856	1,2 bar Luftablass
A013	11:10	vorwärts	115	Märstetten	-4		Schnellbremsung	683	
A015	11:17	vorwärts	80	?	0		Schnellbremsung	341	
A017	11:20	vorwärts	100	47,7	-3		Schnellbremsung	531	Situation des Unfallzugs nachgestellt;
A019	11:24	vorwärts	105	?	-8		Betriebs- anschl. Schnellbremsung	503	Startsignal kam erst bei Einleitung der Schnellbremsung
						Frauenfeld			

Bremsversuche Frauenfeld – Weinfelden (im Nachgang zum Ereignis Rorschach)

- Versuchsfahrt:** Im Einvernehmen mit SBB Cargo wurde auf Platz entschieden, mit den 10 leeren Lgnss Bremsversuchsfahrten zwischen Frauenfeld und Weinfelden durchzuführen.
SBB Cargo organisierte eine Lok des Typs Re 420 sowie einen Lokführer von SBB Cargo.
Begleiter: Mitarbeiter von SBB Cargo, SOB und der UUS.
- Komposition:** Zuglok Re 420 Nr. 11315 und 10 Lgnss leer: 20 Achsen, Anhängelast 140 t, Zuglänge 173 m, ZUB-Eingabe A95%.
Wetter gut, Schienen trocken, Temperatur ca. +5o.
- Fahrt 1:** Zug 69813 Frauenfeld ab 12.53 Uhr - Weinfelden an 13.12 Uhr.
Lf OLF SOB.
- Hauptbremsprobe in Frauenfeld durch Rangier durchgeführt.
- Bremse ‚auf Wirkung‘ durch OLF nach Zugsausfahrt geprüft.
- Freie Fahrt bis ES Weinfelden zugesichert.
- Schnellbremsung bei Einfahrsignal Märstetten aus 105 km/h (ohne Bremshilfe Lok ((elektr. und pneumatisch)).
Einleiten Bremsung km 54.250
Stillstand km 54.820
Bremsweg 570m
- Kontrolle der Bremsscheiben: Die Bremsscheiben sind unmittelbar nach der Schnellbremsung nur ‚Handwarm‘.
- Fahrt 2:** Zug 69814 Weinfelden ab 13.44 Uhr – Frauenfeld an 14.06 Uhr
Lokführer OLF SOB
Bremsprobe in Weinfelden, Bremse ‚auf Wirkung‘ nach Zugsausfahrt geprüft.
- Bremsung 1 mit 0,8 bar Absenkung (ohne Lok), Vmax 110 km/h
Einleiten Bremsung km 54.400
Stillstand km 53.050
Bremsweg 1350 m
- Bremsung 2 mit 1,2 bar Absenkung (ohne Lok), Vmax 110 km/h
Einleiten Bremsung km 50.100
Stillstand km 49.000
Bremsweg 1100 m
- Bremsung 3 mit 1 bar Absenkung und Bremswirkung Lok (elektr.), Vmax 110 km/h
Einleiten Bremsung km 47.650
Stillstand km 47.070
Bremsweg 580 m
- Ergebnis:**
- Bei normalen Witterungsverhältnissen funktionieren die Bremsen der Lgnss einwandfrei.
- Bei einer Schnellbremsung aus 110 km/h erwärmen sich die ALU-Scheibenbremsen nur wenig. Der ‚Handtest‘ ergibt das Resultat ‚Handwarm‘.

Prüfungsprotokoll Wagenuntersuch BLS Bönigen

Bremsuntersuchung Lgnss

Wagennummer 43 68 443 3 023-9
 Bremsbauart: DK-GP-A

in Werkstatt BLS Bönigen
 am 06.02.2004

Wasser in Luftsystem: beim entkuppeln/trennen ja nein *
 in Luftbehältern ja nein *
 keine Prüfung möglich:
 * nichtzutreffendes streichen

Bremsprüfung gemäss separatem Bremsmessblatt

Gemessene Bremskraft

gemessen an Pos: Achse: 2 Bremsscheibe: links Belagposition: rechts
 bei Zylinderdruck 2,4 bar: kN 6,78 (Sollwert lt. Bremsberechnung: _____)
 bei Zylinderdruck 3,1 bar: kN 16,02 (Sollwert lt. Bremsberechnung: _____)

Untersuchung Scheibenbremse:

	Achse 1				Achse 2			
	Bremsscheibe		Bremsscheibe		Bremsscheibe		Bremsscheibe	
	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts
Zange frei beweglich	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Dicke BS [mm]	<u>179,8</u>		<u>179,8</u>		<u>179,8</u>		<u>179,8</u>	
Oberfläche BS	✓		✓		✓		✓	
Dicke Belag [mm]	<u>31,0</u>	<u>30</u>	<u>30,4</u>	<u>30</u>	<u>29,5</u>	<u>30</u>	<u>31,0</u>	<u>29,8</u>
Oberfläche Belag	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Untersuchung Wiegeventile:

	Achse 1		Achse 2	
T-Druck leer	Soll: 0,97 bar	Ist: <u>1,15</u> bar	Soll: 0,97 bar	Ist: _____ bar
T-Druck bel. m 25t <u>18t</u> Achse = 11t Zuladung	Soll: 3,13 bar	Ist: _____ bar	Soll: 3,13 bar	Ist: _____ bar
	<u>2,06</u>	<u>2,2</u>		

Unterschriften: UUS: _____ SBB: _____ BLS: AAE: _____

Der Messwert erhöht sich nach einem leichten "Dranklopfen" jeweils noch um ca. 0,4 KN gegenüber den im Protokoll eingetragenen Messwerten und liegt demnach leicht höher.

Protokoll Bremsprüfung für Lgnss

Wagennummer:

										0	2	3	-9
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	----

Bremsstellung P

Bezeichnung	1. Messung		Korrektur		Bemerkungen
	Soll	Ist	Ist	Ist	
Druck Hauptluftleitung	5 bar +/- 0,02	✓			
Dichtheit Hauptluftleitung	5 bar -0,3 bar/ 5 Minuten				
Dichtheit Bremsanlage	5 bar 0,3 bar/ 5 Minuten				
Druck Wiegeventil (T- Druck) bei gelöster Bremse	0,97 bar +/- 0,2	1,15			
Bremszylinderdruck (C- Druck) leer nach Schnellbremsung	1,46 bar +/- 0,1	1,4			
T- Druck durch Fremdeinspeisung nach Lösen der Bremse	4 bar +/- 0,1	4,0			
C- Druck nach Schnellbremsung	3,8 bar +/- 0,1	3,7			
Füllzeit Bremszylinder leer und beladen	max. 6 Sekunden	3,6			
Füllzeiten Bremszylinder Stellung G	max. 30 Sekunden	22,9			
Lösezeit Bremszylinder	15 - 20 Sekunden C- Druck nach 20 Sekunden max. 0,4 bar	15,3			
Lösezeit Bremszylinder in Stellung G	45 - 60 Sekunden C- Druck nach 60 Sekunden max. 0,4 bar	44,2			
"A"-Mass (Spiel Bremsbeläge/Scheibe)	3 mm +/- 1	✓			
Kontrolle Lösezug auf Funktion	kein Sollwert	ja	nein	ja	

 16.6.204
 Ort, Datum

Gewichtserhebung Postzüge durch die Schweizerische Post

Die Schweizerische Post
PaketPost, PP7

Dienstag, 11.05.04

Gewichtsmessungen der Wechselbehälter für Zug 91624

Tragwagen	WB 1 (to)	WB 2 (to)	Differenz (to)	Bestimmungsort
1	6.00 to	7.20 to	-1.20 to	Daillens
2	6.20 to	7.50 to	-1.30 to	Daillens
3	6.90 to	7.70 to	-0.80 to	Daillens
4	6.70 to	6.10 to	0.60 to	Härkingen
5	6.80 to	6.90 to	-0.10 to	Härkingen
6	6.20 to	7.80 to	-1.60 to	Härkingen
7	7.30 to	5.30 to	2.00 to	Härkingen
8	6.90 to	7.80 to	-0.90 to	Härkingen
9	5.10 to	5.70 to	-0.60 to	PZM
10	5.80 to	4.80 to	1.00 to	PZM
11	3.00 to	3.00 to	0.00 to	PZM
12	6.00 to	3.10 to	2.90 to	PZM
13	6.40 to	5.10 to	1.30 to	PZM
14	0.00 to	0.00 to	0.00 to	
15	0.00 to	0.00 to	0.00 to	
16	0.00 to	0.00 to	0.00 to	

Gewichtsmessungen der Wechselbehälter für Zug 91632

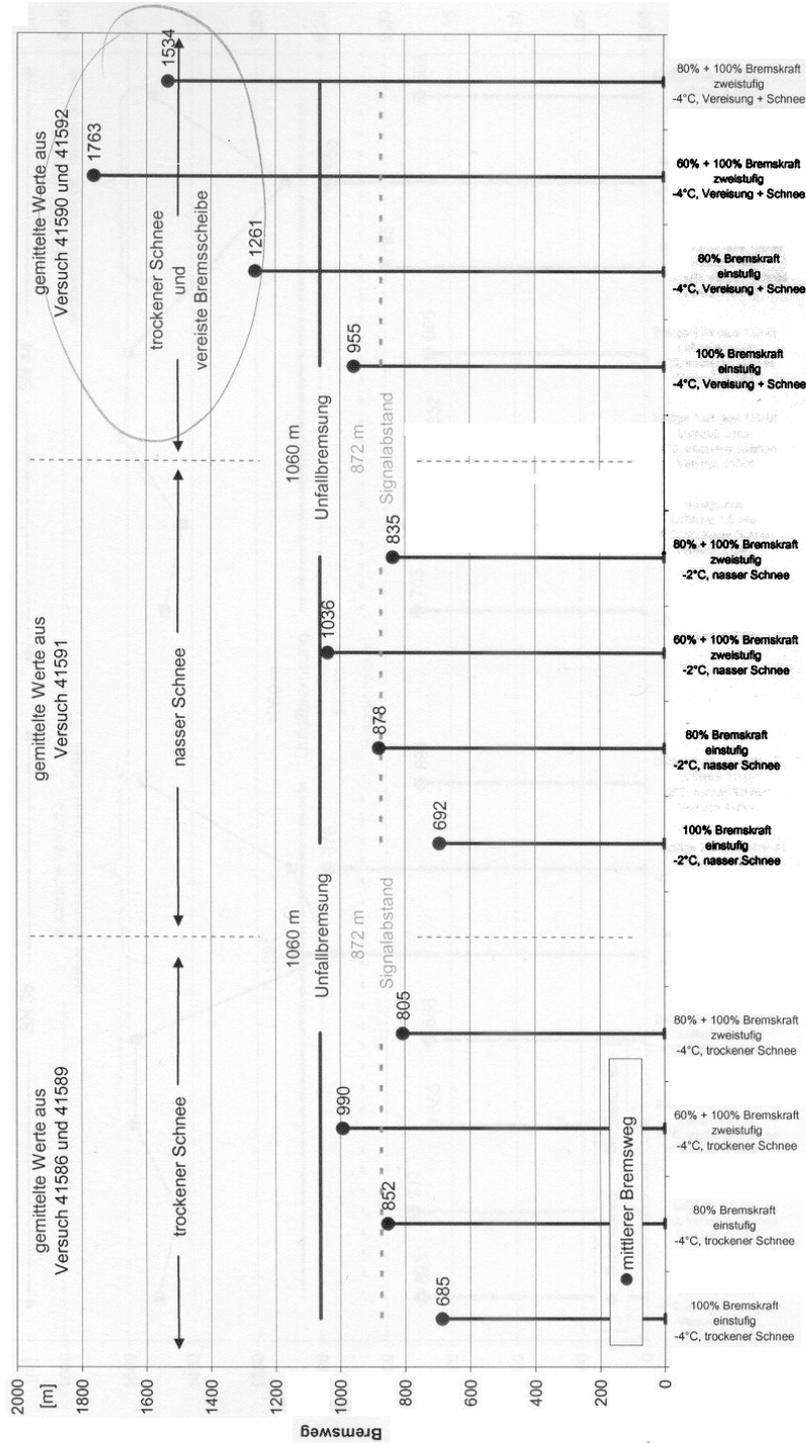
Tragwagen	WB 1 (to)	WB 2 (to)	Differenz (to)	Bestimmungsort
1	7.00 to	4.20 to	2.80 to	Daillens
2	6.10 to	6.50 to	-0.40 to	Daillens
3	8.00 to	5.80 to	2.20 to	PZM
4	5.40 to	5.90 to	-0.50 to	PZM
5	0.00 to	0.00 to	0.00 to	
6	0.00 to	0.00 to	0.00 to	

Gewichtsmessungen der Wechselbehälter für Zug 91640

Tragwagen	WB 1 (to)	WB 2 (to)	Differenz (to)	Bestimmungsort
1	5.10 to	7.10 to	-2.00 to	Härkingen
2	6.50 to	6.20 to	0.30 to	Härkingen
3	7.80 to	8.20 to	-0.40 to	Härkingen
4	7.30 to	4.80 to	2.50 to	Härkingen
5	5.00 to	7.20 to	-2.20 to	Härkingen
6	7.80 to	6.40 to	1.40 to	Härkingen
7	5.90 to	5.80 to	0.10 to	Härkingen
8	6.20 to	6.20 to	0.00 to	Härkingen
9	7.00 to	7.80 to	-0.80 to	PZM
10	3.20 to	8.20 to	-5.00 to	PZM
11	3.00 to	3.00 to	0.00 to	PZM
12	0.00 to	0.00 to	0.00 to	

Prüfungsergebnisse BECORIT

Simulation Unfallfahrt
 gemittelte Bremswege mit neuen und vorbelasteten Belägen aus Fahrzeug 132-8



Prüfungsergebnis EMPA Thun

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
Feuerwerkerstrasse 39 CH-3602 Thun Tel. +41 (0)33 228 46 26 Fax +41 (0)33 228 44 90



Unfalluntersuchungsstelle
Bahnen und Schiffe
Herr Jean Gross
Schwarztorstrasse 59
3003 Bern

Untersuchungsbericht Nr. 434355

Prüfauftrag: Zustandsanalyse
Prüfobjekt: Bremsbeläge Lgnss
Wagen 082-5 und 157-5 sowie 1 neuer Bremsbelag

Kundenreferenz: --
Ihr Auftrag vom: 26.04.2004
Eingang des Prüfobjektes: 26.04.2004
Ausführung der Prüfung: Bis 24.08.2004
Anzahl Seiten: 21
Beilagen: --
SOP's: 2878, 2881, 2882, 2884, 2899

Inhalt

1. Einführung
2. Probenmaterial / visuelle Beurteilung
3. Materialographische Untersuchungen
 - 3.1. Härteprüfung
 - 3.2. Dichtebestimmung
 - 3.3. Auflichtmikroskopische Untersuchung
 - 3.4. Bildanalytische Messung des Metallanteils (Eisen)
 - 3.5. Röntgenmikrobereichsanalyse
 - 3.6. Röntgendiffraktion
 - 3.7. Thermoanalyse
 - 3.8. Oberflächenrauigkeit
 - 3.9. Rasterelektronenmikroskopie
4. Befund

1. Einführung

Bremsbeläge aus Unfallfahrzeugen (Bahnwagen) sollen auf Anzeichen für eine verminderte Bremsleistung untersucht werden. Der Gegenpartner (Brems Scheibe) steht dabei nicht zur Verfügung. Der vorliegende Bericht dokumentiert die durchgeführten Untersuchungen und interpretiert die Ergebnisse.

Thun, 24. August 2004

Prüfleiter / Prüfleiterin: Abteilungsleiter:



STS
132

Anmerkung: Die Untersuchungsergebnisse haben nur Gültigkeit für das geprüfte Objekt. Das Verwenden des Berichtes zu Werbezwecken, der blosse Hinweis darauf sowie auszugsweises Veröffentlichungen bedürfen der Genehmigung der EMPA (vgl. Merkblatt). Bericht und Unterlagen werden 10 Jahre archiviert.

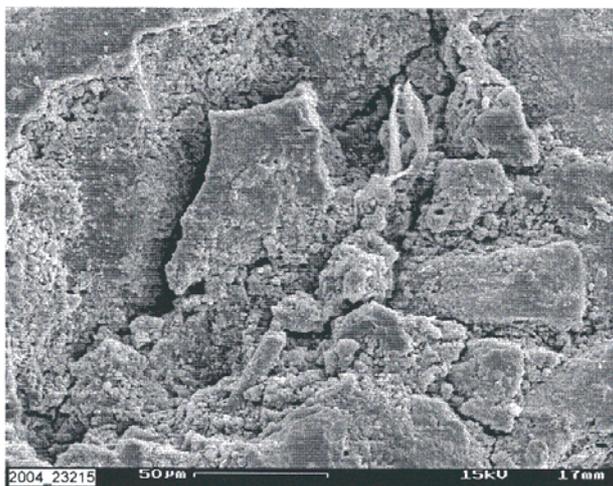


Bild 39

Wagen-Nr. 157-5

Achsen-Nr. 020005

Lage: unten / innen mit Hand-
bremse

Teilweise sind Ausbrüche in der
Bremsfläche ersichtlich, die mit
Eisen- oder Eisenoxidpartikeln
gefüllt sind

4. Befund

Die untersuchten, verschlissenen Bremsbeläge zeigen im Kern deutlich geringere Härtewerte als der neue Belag (Tabelle 2). Die ermittelten Härtewerte liegen dabei unter den Vorgaben für den Belagstyp Becorit 928 (26 N/mm²). Auf der Bremsfläche sind zum Teil wesentlich höhere Werte als im Kern zu ermitteln. Mit Ausnahme einer Probe sind die Werte auf der Bremsfläche jedoch nicht höher als beim neuen Belag.

Bezüglich Dichte (Tabelle 3) und den eingesetzten Füllstoffen (XRD-Analyse) konnten keine Unterschiede zwischen dem neuen und dem verschlissenen Bremsbelag festgestellt werden. Bei thermischer Belastung zeigen sowohl der neue als auch der verschlissene Bremsbelag gemäss Thermoanalyse (Abschnitt 3.7) ein bezüglich thermisch induzierter Werkstoffveränderungen identisches Verhalten. Es ist somit davon auszugehen, dass beide Bremsbeläge einen identischen Aufbau aufweisen.

Die Röntgenmikrobereichsanalyse (Abschnitt 3.5) weist daraufhin, dass der neue Bremsbelag einen etwas geringeren Anteil an metallischen dafür höheren Anteil an anorganischen Füllstoffen aufweist als der verschlissene Bremsbelag. Bei der bildanalytischen Messung (Tabelle 4) des Eisenpartikelanteils konnten jedoch keine nennenswerten Unterschiede zwischen dem neuen und dem verschlissenen Belag festgestellt werden.

Die mechanische Festigkeit und der erzielbare Reibwert von Bremsbelägen werden primär durch die beigesetzten Füllstoffe (Metalle, anorganische Stoffe) bestimmt. Der Reibwert wird somit durch die Lage und Verteilung dieser Stoffe in der Bremsfläche beeinflusst. Die Bildung von den Reibwert mindernden Schichten wird normalerweise beim Einfahren der Bremsen festgestellt (Ausstreuen von unausgehärteten Bindemitteln, die durch die Reibwärme an der Oberfläche aushärten und eine Schicht mit geringem Reibwert bilden).

Aus den vorliegenden Untersuchungsergebnissen lassen sich keine eindeutigen Indizien für eine verminderte Bremsleistung aufgrund des Bremsbelags feststellen.

In den Bremsbelag eingebaute Eisen- respektive Stahlpartikel (Baustahl) können unter Einwirkung von Umwelteinflüssen korrodieren. Eisenoxidbeläge auf der Bremsfläche können zu einer temporären Verminderung der Bremsleistung führen.

UIC-KODEX

541-3

5. Ausgabe, Juli 2004

Originalfassung

VE

**Bremse - Scheibenbremse und ihre Anwendung - Allgemeine
Bedingungen für die Zulassung von Bremsbelägen**

*Frein - Frein à disques et leur utilisation - Conditions générales pour l'admission de garnitures de frein
Brakes - Disc brakes and their application - General conditions for the approval of brake pads*



UNION INTERNATIONALE DES CHEMINS DE FER
INTERNATIONALER EISENBAHNVERBAND
INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS

2.1.2 - Reibtechnische Anforderungen

2.1.2.1 - Der Reibwert soll möglichst unabhängig von dem Einschleifzustand, der Flächenpressung sowie von Temperatur und Witterungseinflüssen sein. Je nach Anwendungsbereich der Bremsbeläge sind die reibtechnischen Anforderungen mit den Prüfprogrammen Nr. 1 bis 6 und den zulässigen Reibwerten für den universellen Einsatz im RIC-Verkehr in der Anlage C (C.1 - Seite 21 bis C.6 - Seite 31) sowie für besondere Anwendungen in den Anlagen B - Seite 16 und D - Seite 32 bis G - Seite 45 beschrieben und nachzuweisen.

2.1.2.2 - Die Toleranzbereiche der Augenblicks- und mittleren Reibwerte (Definition siehe Anlage J - Seite 57) auf trockener Scheibe sind für die jeweiligen Anwendungen in den Diagrammen der entsprechenden Anlagen und gemäß Tabelle des Punktes 2.2.2.1 - Seite 8 angegeben. Die durch die Prüfstandsversuche ermittelten Augenblicksreibwerte und mittleren Reibwerte sind in den zugehörigen Toleranz-Diagrammen zu dokumentieren. Für die jeweils höchsten Anpresskräfte des Prüfprogramms sind die mittleren Reibwerte in einem eigenen Toleranz-Diagramm zusammengefasst und in Tabellenform zu dokumentieren. Diese mittleren Reibwerte bei höchster Anpresskraft sollen von dem im Toleranzdiagramm des jeweiligen Prüfprogramms vorgegebenen Nennreibwert im Bereich der Bremsausgangsgeschwindigkeiten ≥ 100 km/h möglichst nicht nach oben und unten abweichen.

Während der Einschleifperiode dürfen diese Reibwerte um höchstens $\pm 15\%$ von den unter gleichen Bedingungen im eingeschliffenen Zustand vorhandenen Reibwerten abweichen.

2.1.2.3 - Unter dem Einfluss von Nässe und Schnee darf der Reibwert nur geringen Schwankungen gegenüber dem Trockenreibwert unterworfen sein. Die Eisabtragfähigkeit der Beläge muss möglichst hoch sein. Unmittelbar nach dem Ende der störenden Einwirkung muss der Reibwert wieder den Trockenreibwert erreichen.

Die mittleren Nassreibwerte bei höchster Anpresskraft des Prüfprogramms 3 A (Anlage C, Punkt C.4 - Seite 27, Simulation von Nässe) dürfen unter sonst gleichen Bedingungen um höchstens $\pm 15\%$ von den mittleren Reibwerten der Trockenbremsung abweichen. Die mittleren Reibwerte der übrigen Stoppbremsungen dieses Prüfprogramms, dürfen unter sonst gleichen Bedingungen den Absolutwert von $\mu_m = 0,25$ nicht unterschreiten.

Die mittleren Reibwerte der Nassbremsungen bei höchster Anpresskraft des Prüfprogramms 3B (Simulation von strengen Winterbedingungen) dürfen unter sonst gleichen Bedingungen den Wert $\mu_m = 0,15$ nicht unterschreiten. Bei den übrigen Bremsungen darf der Absolutwert von $\mu_m = 0,1$ nicht unterschritten werden.

2.1.2.4 -

1. Bei Stoppbremsungen, die bei hohen Ausgangstemperaturen ($\geq 140^\circ\text{C}$) eingeleitet werden, darf unter sonst gleichen Bedingungen der mittlere Reibwert um höchstens $\pm 15\%$ von dem Mittelwert bei Bremsungen aus kaltem ($\leq 60^\circ\text{C}$) und trockenem Zustand abweichen.
2. Bei Dauerbremsungen (Gefällefahrten) mit einer maximalen Leistung von höchstens 43 kW pro Bremsscheibe muss der Augenblicksreibwert folgende Bedingungen einhalten:
 - nach zwei Minuten Bremsung: $\mu_{\min} = 0,25$ und $\mu_{\max} = 0,40$
 - während der Gesamtdauer der Bremsung: $\mu_{\min} = 0,25$, $\mu_{\max} = 0,50$ und $\Delta\mu_a \leq 0,15$

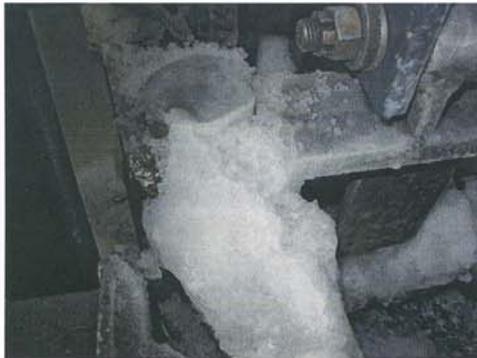
Außerdem darf der Reibwert keine plötzlichen Schwankungen aufweisen und so die Bedienung und die Regulierbarkeit der Bremse stören. Während einer Minute darf der Augenblicksreibwert um nicht mehr als 0,05 ansteigen oder abfallen ($|\Delta\mu_a| \leq 0,05$).

Prüfungsergebnisse Kälteversuche Bremsgestänge

Ergebnisse Bremsversuch:

- Bei 0.7 bar Zylinderdruck ist ein leises knistern zu hören. Am Gestänge keine Reaktion zu Beobachten.

- Bei 1.1 bar Zylinderdruck bilden sich erste Risse im Eis. Danach kein Knistern mehr hörbar. Am Gestänge weiterhin keine Reaktion zu beobachten.



Bremsbelag lose

- Bei 2.5 bar Zylinderdruck bricht das Eis mit einem lauten Knall. Die Bremsbeläge liegen an der simulierten Bremsscheibe auf und sind fest.



Bremsbelag fest

Bis 2,5 bar Bremszylinderdruck KEINE BREMSWIRKUNG !



Bremsversuch ausgeführt durch Kst 71408:

- Stephan Schmegg

Techn. Beschreibung Containertragwagen Lgnss



TECHNISCHE BESCHREIBUNG

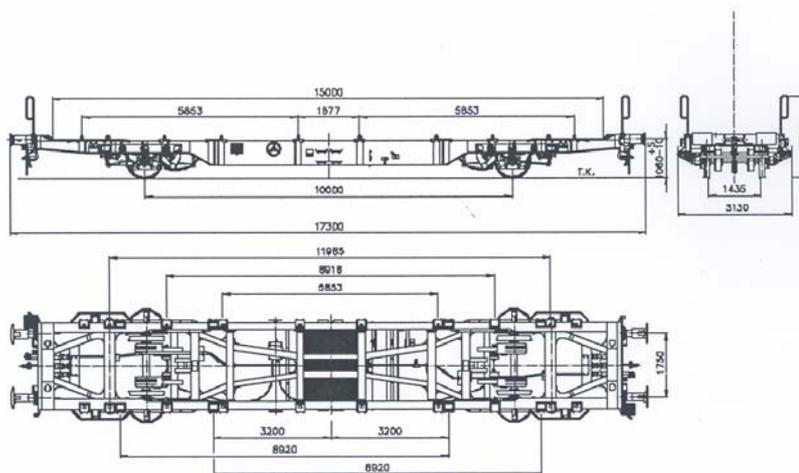
Typ Lgnss
 Wagen 2-achsiger Containertragwagen
 Version 0.03
 Bearbeiter
 Detail Lgnss_ss_D-03.doc
 Datum 23. Juli 2002

Seite 1 von 4

Typ Lgnss

2-achsiger Containertragwagen zum Transport
 von Grosscontainern und Wechselbehältern,
 ausgerüstet mit Scheibenbremse

(Technische Änderungen vorbehalten)



AAE Ahaus Alstätter Eisenbahn AG

Poststrasse 6 • Postfach 856 • CH-6301 Zug • Tel. +41 (0)41 727 55 55 • Fax +41 (0)41 727 55 56 • www.aae.ch • info@aae.ch

1 Allgemein

Der 2-achsige Containertragwagen entspricht den Vorschriften der Technischen Einheit im Eisenbahnwesen (TE), dem Kodex des Internationalen Eisenbahnverbandes (UIC) mit Ausnahme des Vorbereitungsraumes für die AK. Er kann jedoch mit einer automatischen Kupplung nachgerüstet werden. Der Wagen entspricht dem Übereinkommen über die gegenseitige Benutzung von Güterwagen im internationalen Verkehr (RIV).

Der Wagen entspricht hinsichtlich seines Überganges auf Fährten den Vorschriften der UIC, wobei er einen Knickwinkel der Fährrampe bis zu 3°30' bei einem Gleisbogenradius von 120 m befahren kann. Er kann in jedem Beladezustand im Schrittempo und mit gelöster Kupplung Anschlussgleise mit einem Gleisbogenradius von mindestens 35 m befahren und ist unbeladen für das Befahren von Ablaufbergen, deren Profil im UIC-Merkblatt 522 festgelegt ist, geeignet. Der Wagen ist mit Langhubstossdämpfern, Oleo-Hydraulikkapsel mit 150 mm Hub, ausgerüstet, darf aus ladetechnischen Gründen nicht frei abrollen und muss vor dem Auflaufen von Waggonen geschützt werden, um die Ladung zu schonen.

Der Wagen ist für 120 km/h geeignet und kann mit max. 22,5 t Radsatzlast verkehren. Die Radsatzlast im S- und SS-Verkehr richtet sich nach den Bedingungen des jeweiligen Streckennetzes, auf dem er verkehrt.

Der Wagen unterliegt dem Kodifizierungsverfahren UIC 596-6 und erhält die Kennzeichnung **C+10**. Er ermöglicht die Beförderung von einheitlichen oder gemischten Lastanordnungen auf der ganzen Wagenlänge:

- a) ohne Überschreiten der internationalen Begrenzungslinie - Grosscontainer von 20', 30', 40' und 45' Länge und 8' Höhe gemäss dem UIC-Merkblatt 592-1 und -2.
- b) Wechselbehältern vom Typ 1,2,3,3a und 4 bis max. Länge 13,6 m gemäss dem UIC-Merkblatt 592-4.
- c) Wechselbehältern mit Bestimmungskode C gemäss UIC Merkblatt 596-6.

In der Mitte des Wagens befindet sich ein Übergang.

Der Wagen ist für eine maximale Längsdruckkraft von 200 t ausgelegt.

2 Hauptabmessungen und Merkmale

Der Wagen entspricht den UIC- und TE-Vorschriften.

Länge über Puffer.....	17'300 mm
Ladelänge.....	15'000 mm
Ladebreite.....	2'600 mm
Ladehöhe.....	1'070 mm
Kleinster befahrbarer Bogenhalbmesser.....	35 m
Spurweite.....	1'435 mm

AAE Ahaus Alstätter Eisenbahn AG

Poststrasse 6 • Postfach 856 • CH-6301 Zug • Tel. +41 (0)41 727 55 55 • Fax +41 (0)41 727 55 56 • www.aae.ch • info@aae.ch

Achsabstand10'000 mm
 Raddurchmesser, neu.....920 mm
 Wagenlänge über Kopfstück.....15'970 mm
 Wagenbreite, max.2'950 mm
 Wagenhöhe, max. (mit aufgeklappten Handgriffen).....1'690 mm
 Länge des überhängenden Endes2'985 mm
 Geschwindigkeit bei max. 22,5 t RSL.....120 km/h

Weitere Merkmale:

- Lager und Lagergehäuse FAG
- Parallel-Zugeinrichtung mit Miner Tecs-Pak Federelementen
- Radsätze lt. ZDB Zng.Nr.455.9.218.136.61-31 36
- Druckluftbremse Dako mit 2 Aluminiumkeramik-Bremsscheiben pro Achse in der Dimension Ø 610 mm x 180 mm Breite der Firma Knorr
- Schraubenkupplung 850 kN
- Hochleistungspuffer OLEO mit 150 mm Hub, Kategorie L2, max. statische Kraft 475 kN, max. dyn. Kraft 1'000 kN
- Die Höhe der Puffer des leeren Wagens über SO ermöglicht Betrieb des voll beladenen Wagens bis zur Grenze der Radsatzabnutzung.

3 Gewichte und Lastgrenzen

Eigengewicht14 t
 Ladegewicht31 t
 Bruttogewicht45 t
 Radsatzlast max.22,5 t
 Gewicht des beladenen Wagens/Meter2,6 t/m

Lastgrenzen:

	A	B	C	D
S	18,0 t	22,0 t	27,0 t	31,0 t
SS	18,0 t	22,0 t	26,0t	

4 Untergestell

Der Wagen entspricht den Festigkeitsbedingungen der UIC 577 und ERRI B12/RP 17.
 Das Untergestell ist eine geschweisste Stahlkonstruktion, welche aus zwei aussenliegenden, fischbauchartigen Längsträgern besteht, die durch Querträger zu einem Traggerüst verbunden sind.

AAE Ahaus Alstätter Eisenbahn AG

Poststrasse 6 • Postfach 856 • CH-6301 Zug • Tel. +41 (0)41 727 55 55 • Fax +41 (0)41 727 55 56 • www.aae.ch • info@aae.ch

Die benutzten Bleche und gewalzten bzw. gebogenen Profile bestehen bei Hauptträgern aus Stahl der Festigkeit 510 MPa, bei anderen Teilen aus Stahl der Festigkeit 360 MPa.

Der Wagen ist mit Containeraufsetzapfen ausgerüstet, die zur Aufnahme von verschiedenen Container- und Wechselbehältergrößen auf dem Wagen dienen.

Das Untergestell ist für maximal zulässige Radsatzlasten von 25 t dimensioniert und geprüft.

Alle Bauteile, welche die Ladefläche überragen, sind klapp- oder einschwenkbar.

Zur Unterdrückung einer Strukturschwingung bei teilbeladenem Wagen, sind an den Wagenenden auf 4,8 Hz abgestimmte, in vertikaler Richtung wirkende Schwingungstilger eingebaut, die über drei Blattfedern auf das Untergestell vertikal stabilisierend einwirken. Die Tilger sind wartungsfrei.

5 Laufwerk

Der Wagen ist mit einem UIC-Doppelschakengehänge ausgerüstet. Das Laufwerk ist für eine max. Geschwindigkeit von 120 km/h geeignet.

Um auf dem Gleis der SBB mit 120 km/h verkehren zu können, sind wegen der hohen effektiven Konizitäten ($\tan \gamma > 0,5$) zusätzlich 2 hydraulische Wendedämpfer und 4 hydraulische Querdämpfer eingebaut.

6 Bremse

Der Wagen ist mit einer ss-fähigen, automatisch lastabhängig wirkenden Druckluftbremse vom Typ Dako ausgerüstet, die UIC 543 entspricht.

Der Wagen ist mit je zwei Aluminiumkeramik-Bremsscheiben pro Achse ausgerüstet. Als Bremssohlen sind neuentwickelte KRS- (Kreis-Ring-Segment) Beläge mit verschleissoptimierter Reibfläche verwendet.

Die Handbremse ist eine Feststell-Spindelbremse. Sie wird vom Boden aus betätigt. Die Handräder sind auf der Aussenseite der Hauptlängsträger des Untergestells angebracht. Die Bohrungen im Bremshebelsystem sind mit gehärteten Buchsen ausgerüstet.

Für die Verbindung der Druckluftleitungen kommen Vebeo-Verschraubungen zum Einsatz.

Das max. Bremsgewicht beträgt 45 t.

Das Handbremsgewicht beträgt 20 t.

7 Anstrich

Das Untergestell ist mit einem Epoxid-Zweikomponenten-Grundanstrich sowie einer einschichtigen, wasserverdünnbaren PUR - Deckfarbe im Farbton RAL 7044 (seidengrau) versehen.

Die Gesamtanstrichdicke beträgt min. 120 μm .