



*Verkehrssicherheitsarbeit  
für Österreich*

## **ENTGLEISUNG DES ZUGES 54352**

**am 31. Oktober 2007**

**Österreichische Bundesbahnen  
Strecke 22201  
im Tauerntunnel**

**BMVIT-795.087-II/BAV/UUB/SCH/2007**



**BUNDESANSTALT FÜR VERKEHR**  
**Unfalluntersuchungsstelle des Bundes**  
**Fachbereich Schiene**

**Untersuchungsbericht**

Die Untersuchung erfolgt in Übereinstimmung mit dem mit 1. Jänner 2006 in Kraft getretenen Bundesgesetz, mit dem die Unfalluntersuchungsstelle des Bundes errichtet wird (Unfalluntersuchungsgesetz BGBl. I Nr. 123/2005) und das Luftfahrtgesetz, das Eisenbahngesetz 1957, das Schifffahrtsgesetz und das Kraftfahrzeuggesetz 1967 geändert werden, sowie auf Grundlage der Richtlinie 2004/49/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 29. April 2004. Zweck der Untersuchung ist ausschließlich die Feststellung der Ursache des Vorfalles zur Verhütung künftiger Vorfälle. Die Untersuchung dient nicht der Feststellung des Verschuldens oder der Haftung. Bei den verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen gilt die gewählte Form für beide Geschlechter.

Ohne schriftliche Genehmigung der Bundesanstalt für Verkehr darf dieser Bericht nicht auszugsweise wiedergegeben werden.

Besuchsadresse: A-1210 Wien, Trauzlgasse 1  
Postadresse: A-1000 Wien, Postfach 207  
Homepage: <http://versa.bmvit.gv.at>

## Inhalt

## Seite

Verzeichnis der Anlagen.....	3
Verzeichnis der Abbildungen.....	4
Verzeichnis der Regelwerke.....	5
Verzeichnis der Abkürzungen.....	6
Vorbemerkungen.....	6
1. Zusammenfassung .....	7
2. Allgemeine Angaben .....	7
2.1. Zeitpunkt.....	7
2.2. Ort .....	7
2.3. Witterung, Sichtverhältnisse .....	8
3. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt.....	8
4. Örtliche Verhältnisse .....	9
4.1. Auszug aus VzG Strecke 41201.....	9
4.2. Auszug aus ÖBB-Buchfahrplan Heft 311 .....	10
4.3. Signalisierte Geschwindigkeit.....	11
5. Beschreibung des Vorfalls .....	11
6. Verletzte Personen, Umwelt-, Sachschäden und Betriebsbehinderungen .....	16
6.1. Verletzte Personen .....	16
6.2. Umweltschäden .....	16
6.3. Sachschäden.....	16
6.4. Betriebsbehinderungen .....	16
7. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen .....	17
8. Untersuchungsverfahren.....	17
9. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse .....	18
9.1. Auswertung der Registriereinrichtung des Tzf.....	18
9.2. Aussage Zug-Tzf Z 54352 .....	21
9.3. Telefonische Befragung Zug-Tzf Z 54352 .....	21
9.4. Aussage Nachschiebe-Tzf Z 54352 .....	21
9.5. Telefonische Befragung Nachschiebe-Tzf Z 54352.....	21
9.6. Analyse des Herganges .....	22
9.7. Bremswegberechnung und tatsächliche Bremswege .....	23
9.8. Untersuchung des erst entgleisten Wagens 33 80 787 4 385-7 .....	24
9.8.1. Anschriften und technische Daten .....	24
9.8.2. Bauart-Zulassung EBA Stamm-Nr.: EBA 95 F 718 A (Auszug) .....	26
9.8.3. Lastgrenzraster und Vereinbarungs raster .....	28
9.8.4. Zustimmung der ÖBB zur erhöhten Lastgrenze „CM“ und „D“ im Vereinbarungsraster....	29
9.8.5. Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben .....	30
9.8.6. Regelwerke für die Instandhaltung .....	31
9.8.7. Stellungnahme der DB AG zu den Radscheiben (Auszug aus Anlage A) .....	38
9.8.8. Kennzeichnung der Radsätze bei der ehemaligen Deutschen Reichsbahn (DR) aus Stellungnahme der DB AG (Auszug aus Anlage A) .....	38
9.8.9. Letzte planmäßige Instandhaltung im Februar 2004.....	39
9.8.10. Nachweis der Eigenspannungsprüfung mittels Gerätesystem DEBBIE.....	43
9.8.11. Fahrzeuglauf in Österreich .....	46
9.8.12. Außerplanmäßige Instandhaltungen .....	46
9.8.13. Prüfung des Steuerventils.....	47
9.9. Untersuchung der Radsätze .....	48
9.9.1. Gebrochene Radscheibe .....	48
9.9.2. Untersuchung auf Spuren thermischer Überhitzung beim Radsatz mit der gebrochenen Radscheibe (3R) .....	52
9.9.3. Untersuchung der nichtentgleisten Radsätze auf thermische Überbeanspruchung .....	53
9.9.4. Daten der Radsätze.....	55
9.9.5. Radsatz-Datenband des Radsatzes mit der gebrochenen Radscheibe.....	56
9.9.6. Radsatz-Datenbänder der anderen Radsätze .....	58
9.9.7. Historie der Radsätze: .....	59
9.9.8. Untersuchung der Radsätze: .....	59
9.9.9. Begutachtung der gebrochenen Radscheibe.....	59

## Inhalt (Fortsetzung)

## Seite

9.10. Analyse der beiliegenden Gutachten.....	60
9.10.1. Gutachten Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Gaubinger (Auszug) [1].....	60
9.10.2. Gutachten Dipl.-Ing. Ernst Kapfer [2].....	67
9.10.3. Untersuchungsbericht der DB AG, DB Systemtechnik [3].....	70
9.10.4. Untersuchungsbericht des Institut für Schadensanalytik [4].....	73
9.10.5. Gutachten von Dipl.-Ing. Wolfgang Allertshammer [5].....	76
9.11. Vorgereichter 6. Wagen 33 80 787 4 399-8.....	85
9.12. Nachgereichter entgleister 8. Wagen 31 81 537 5 105-8.....	85
9.13. Untersuchung des Fahrweges.....	86
10. Zusammenfassung der Erkenntnisse.....	86
10.1. Fahrgeschwindigkeit.....	86
10.2. Verhalten der Tzf.....	86
10.3. Fahrweg.....	86
10.4. Beteiligte Fahrzeuge.....	87
11. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten.....	89
11.1. Befahren von Gefällestrassen > 15 %.....	89
11.2. Erfassung der Zugdaten.....	91
11.3. Bewertung der G-gebremsten Wagen im Zugverband.....	92
11.4. Anwendung internationaler Regelwerke bei Zuglängen > 500 m.....	92
11.5. Durchführung metallurgischer Untersuchungen durch Gutachter.....	93
11.6. Eigenspannungsprüfung im TS-Werk Knittelfeld.....	93
12. Ursache.....	93
13. Berücksichtigte Stellungnahmen.....	93
14. Sicherheitsempfehlungen.....	94

## Verzeichnis der Anlagen

## Seite der Anlage

### Anlage A

Zustimmung zum Einsatz der Wagen mit höherer Radsatzlast.....	A-2
Beilage DB AG – Rundschreiben Nr. 6/94 – Erhöhung der Radsatzlast.....	A-9
Beilage Stellungnahme der DB AG zu den Radscheiben.....	A-17
Beilage Regelwerke für die Instandhaltung – Technisches Regelwerk Fahrzeugzustand (Auszug).....	A-22
Beilage Regelwerke für die Instandhaltung – RIL 984.04 der DB AG (Auszug).....	A-34
Beilage Regelwerke für die Instandhaltung – RIL 907.0801 der DB AG (Auszug).....	A-70
Beilage Regelwerke für die Instandhaltung – KR-Anweisung der VTG AG (Auszug).....	A-77

### Anlage B

Untersuchungsbericht des Sachverständigen Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Gaubinger [1].....	B-2
Beilage Gutachten des Sachverständigen Dipl.-Ing. Ernst Kapfer [2].....	B-44

### Anlagen C1 und C2

Beilage Untersuchungsbericht der DB AG, DB Systemtechnik [3] – Teil 1.....	C1-2
Beilage Untersuchungsbericht der DB AG, DB Systemtechnik [3] – Teil 2.....	C2-2

### Anlagen D1 und D2

Beilage Untersuchungsbericht des Institut für Schadensanalytik [4] - Teil 1.....	D1-2
Beilage Untersuchungsbericht des Institut für Schadensanalytik [4] - Teil 2.....	D2-2

### Anlage E

Beilage Gutachten von Dipl.-Ing. Wolfgang Allertshammer [5].....	E-2
--	-----

### Anlage F

Beilage eingelangte Stellungnahmen und deren Berücksichtigung.....	F-2
--	-----

## Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1	Skizze Eisenbahnlinien Österreich..... 8
Abbildung 2	Skizze Tauern Tunnel - Quelle ÖBB Hr. Robatsch..... 9
Abbildung 3	Auszug aus ÖBB-VzG Strecke 22201 - erster Teil..... 9
Abbildung 4	Auszug aus ÖBB-VzG Strecke 22201 – zweiter Teil..... 10
Abbildung 5	Auszug aus ÖBB- Buchfahrplan Heft 311 ..... 10
Abbildung 6	Auszug aus ÖBB-Buchfahrplan Heft 311 - Muster 4084 ..... 11
Abbildung 7	Erste Spur vom Durchriss des Radkranzes..... 12
Abbildung 8	Bruchstück 1 ..... 12
Abbildung 9	Ansicht des Bruchstück 1 ..... 12
Abbildung 10	Bruchstück 2 ..... 13
Abbildung 11	Ablaufspuren der Radscheibe 3L ..... 13
Abbildung 12	Beginn der Schäden am Oberbau ..... 13
Abbildung 13	Bruchstück 3 der Radscheibe ..... 14
Abbildung 14	Achsfedern des siebenten Wagens..... 14
Abbildung 15	Letzter Wagen Z 54352..... 15
Abbildung 16	Entgleiser achter Wagen (Folgeentgleisung) ..... 15
Abbildung 17	Siebenter Wagen ..... 15
Abbildung 18	Zeitbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9..... 18
Abbildung 19	Wegbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9 ..... 19
Abbildung 20	Tabellarische Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9..... 19
Abbildung 21	Fortsetzung der tabellarische Auswertung der Registriereinrichtung ..... 20
Abbildung 22	Analyse der Wegauswertung ..... 22
Abbildung 23	Berechnung des Bremsweges nach der Mindener Formel..... 23
Abbildung 24	Schild mit alter Wagennummer ..... 24
Abbildung 25	Schild des Herstellers..... 25
Abbildung 26	Kennzeichnung Gefahrgut..... 25
Abbildung 27	Revisionsanschrift ..... 25
Abbildung 28	Anschrift der Eigenmasse ..... 25
Abbildung 29	Auszug aus Bauart-Zulassung durch EBA ..... 26
Abbildung 30	Stellungnahme Fahrzeughalter zur erhöhten Lastgrenze 2..... 27
Abbildung 31	Stellungnahme Fahrzeughalter zur erhöhten Lastgrenze 1..... 27
Abbildung 32	Lastgrenzenraster ..... 28
Abbildung 33	Datenerfassungsblatt des Instandhalters 1 ..... 28
Abbildung 34	Datenerfassungsblatt des Instandhalters 2 ..... 28
Abbildung 35	Zustimmung der ÖBB zum Vereinbarungs raster 1..... 29
Abbildung 36	Typenblatt (Auszug) ..... 29
Abbildung 37	Zustimmung der ÖBB zum Vereinbarungs raster 2..... 30
Abbildung 38	Antwort EBA zur Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben – Seite 1..... 30
Abbildung 39	Antwort EBA zur Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben – Seite 2..... 31
Abbildung 40	RIL 907.0801 (Auszug) Bild 1 - Festlegung des ersten Messpunktes ..... 36
Abbildung 41	RIL 907.0801 (Auszug) 907.0801.02 Tabelle der Einzelmesswerte mit Gerät DEBBIE ..... 36
Abbildung 42	RIL 907.0801 (Auszug) 907.0801.01 Prüfprotokoll – Spannungsmessung an Vollrädern ..... 37
Abbildung 43	Auszug aus Leistungsverzeichnis aus 2004..... 40
Abbildung 44	Auszug aus "KR-Anweisung" des Fahrzeughalters..... 41
Abbildung 45	Messblatt 1 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug) ..... 41
Abbildung 46	Messblatt 2 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug) ..... 42
Abbildung 47	Messblatt 3 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug) ..... 43
Abbildung 48	Bestätigung der Prüfverfahren und -geräte ..... 44
Abbildung 49	Kalibrierblatt für Gerät 27 ..... 45
Abbildung 50	Kalibrierblatt für Gerät 39 ..... 45
Abbildung 51	Schadensprotokoll vom 16.03.2006 ..... 46
Abbildung 52	Schadensprotokoll vom 02.01.2007 ..... 47
Abbildung 53	Schadensprotokoll vom 03.07.2007 ..... 47
Abbildung 54	Verbogene Radsatzwelle ..... 48

## Verzeichnis der Abbildungen (Fortsetzung)

Seite

Abbildung 55	Radscheibenrest .....	48
Abbildung 56	Bruchstücke der Radscheibe Außenseite .....	49
Abbildung 57	Bruchlinie in Form der Bogenlinie eines Kreisabschnittes .....	49
Abbildung 58	Bruchstück 1 unmittelbar nach dem Unfall .....	49
Abbildung 59	Bruchstück 1 .....	50
Abbildung 60	Bruchstück 1 - Bruchfläche zu Bruchstück 2 .....	50
Abbildung 61	Bruchstück 2 unmittelbar nach dem Unfall .....	50
Abbildung 62	Bruchstück 2 .....	51
Abbildung 63	Bruchstück 2 .....	51
Abbildung 64	Bruchstück 3 unmittelbar nach dem Unfall .....	51
Abbildung 65	Bruchstück 3 .....	52
Abbildung 66	Radaußenseite 3L bei der Überprüfung auf Farbabbrand .....	52
Abbildung 67	Radinnenseite 3 L bei der Überprüfung auf Farbabbrand .....	53
Abbildung 68	Nichtentgleister Radsatz 035033 linke Radscheibe .....	53
Abbildung 69	Nichtentgleister Radsatz 035087 .....	54
Abbildung 70	Unbekannter Radsatz mit thermisch geschädigter Radscheibe .....	54
Abbildung 71	Tabelle Angaben Radsatz-Datenband .....	55
Abbildung 72	Radsatz 035087 Kennzeichnung Radwerkstoff nach UIC .....	55
Abbildung 73	Radsatzdatenring Achse 3 - Grunddaten .....	56
Abbildung 74	Radsatz-Datenband der Achse 3 - Instandhaltungen 1996 und 2000 .....	56
Abbildung 75	Radsatzdatenring Achse 3 - Instandhaltung 2004 .....	56
Abbildung 76	Erläuterung zu den ZfP-Kennbuchstaben .....	57
Abbildung 77	Radsatz-Datenband Achse 1 - Grunddaten .....	58
Abbildung 78	Radsatz-Datenband Achse 2 - Grunddaten .....	58
Abbildung 79	Radsatz-Datenband Achse 4 - Grunddaten .....	58
Abbildung 80	Tabelle Radsatzhistorie .....	59
Abbildung 81	Tabelle Eigenspannungsprüfungen .....	59
Abbildung 82	Bruchstück 1 mit Rastlinien und intaktem Thermoschutzlack – Quelle Gutachten [5] ..	84
Abbildung 83	Bruchstück 1 mit Drehriefen und intaktem Thermoschutzlack- Quelle Gutachten [5] ..	84
Abbildung 84	Nachgereichter entgleister 8. Wagen 31 81 537 5 105-8 .....	85
Abbildung 85	Gleismessschriebe der Messfahrten vom 26. Juni 2007 (Auszug) .....	86
Abbildung 86	Zusatzbestimmungen zur ÖBB-DV M26 .....	90
Abbildung 87	Zusatzbestimmungen zur ÖBB-DV M26 (Fortsetzung) .....	91

## Verzeichnis der Regelwerke

Richtlinie 2004/49/EG	„Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“
UUG	Unfalluntersuchungsgesetz, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2005, Teil I, 123. Bundesgesetz
EisbG	Eisenbahngesetz 1957, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2006, Teil I, 125. Bundesgesetz
MeldeVO Eisb	Meldeverordnung Eisenbahn 2006, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2005, Teil II, 279. Verordnung
ÖBB-DV V2	Signalvorschrift des IM
ÖBB-DV V3	Betriebsvorschrift des IM
ÖBB-ZSB	Zusatzbestimmungen zur Signal- und zur Betriebsvorschrift des IM

## Verzeichnis der Abkürzungen

ARTIS	Austrian Rail Transport Information System
AVV	Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen
BA	Bauart
BAV	Bundesanstalt für Verkehr
Bf	Bahnhof
Bh	Bremshundertstel
Bs	Bahnhof Böckstein (Abkürzung gemäß ÖBB – DB 640)
BS	Blocksignal
Bsb	Betriebsstellenbeschreibung
BVS	Blockvorsignal
DB AG	Deutsche Bahn AG
DB	Dienstbehelf
DV	Dienstvorschrift
Eanos	Offener Wagen, mit 4 Achsen, Zuladung > 60 t, nicht stirnkipperbar, für s-Verkehr (100 km/h) zugelassen
EBA	Eisenbahn-Bundesamt der Bundesrepublik Deutschland
E-Bremse	Elektrodynamische Bremse des Tzf
ES	Einfahrsignal
EVS	Einfahrtvorsignal
Fdl	Fahrdienstleiter
Gvbf	Großverschiebebahnhof
HLL	Hauptluftleitung
IM	Infrastruktur Manager (Infrastrukturbetreiber)
IS	Instandhaltungsstufe
NSA	National Safety Authority (Eisenbahn-Sicherheitsbehörde des Mitgliedsstaates)
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
RIL	Richtlinie der DB AG
RIV	Übereinkommen über den Austausch und die Benutzung von Güterwagen zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
Sbl	Selbstblockstelle
Tzf	Triebfahrzeug
Tzff	Triebfahrzeugführer
TRF	Technisches Regelwerk Fahrzeugzustand
TUE	ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG, Technische Überwachung
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UUB	Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
VN	Versicherungsnehmer
VzG	Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten
Z	Zug
ZfP	Zerstörungsfreie Prüfung

## Vorbemerkungen

Gemäß UUG, § 5 haben Untersuchungen als ausschließliches Ziel die Feststellung der Ursache des Vorfalls, um Sicherheitsempfehlungen ausarbeiten zu können, die zur Vermeidung gleichartiger Vorfälle in der Zukunft beitragen können. Die Untersuchungen zielen nicht darauf ab, Schuld- oder Haftungsfragen zu klären.

## 1. Zusammenfassung

Am 31. Oktober 2007, um ca. 02:55 Uhr, kurz nach Einfahrt in den Tauerntunnel (zwischen Bf Mallnitz-Obervellach – Bf Böckstein) erfolgte ein Durchriss einer Radscheibe der dritten Achse des 7. Wagens von Z 54352 (Zuglauf Villach Süd Gvbf nach Salzburg Hbf). Nach Bruch und Verlust einzelner Radteile kam es zur Entgleisung des 7. Wagens (Kesselwagen, 33 80 787 4 385-7) mit beiden Achsen des nachlaufenden Drehgestells und des 8. Wagens (Eanos, 31 81 537 5 105-8) mit der vorlaufenden Achse des vorlaufenden Drehgestells.

Durch Einwirkung des entgleisten 7. Wagens auf den vorgereihten sechsten Wagen (Kesselwagen, 33 80 787 4 399-8) kam es bei diesem zu einem geringfügigen Austritt von Gefahrgut.

Die beiden Kesselwagen waren mit 62 t bzw. 63 t Gefahrgut, NATRIUMHYDROXIDLÖSUNG, Gefahrennummer 80, UN Nr. 1824, II, 8 beladen.

Die Ursache für die Entgleisung war ein Bruch der Radscheibe 3R infolge alter Anrisse.

Es wurden keine Personen getötet oder verletzt.

## 2. Allgemeine Angaben

### 2.1. Zeitpunkt

Mittwoch, 31. Oktober 2007, um 02:55 Uhr

### 2.2. Ort

IM ÖBB Infrastruktur Betrieb AG

- Strecke 22201 von Salzburg Hbf nach Staatsgrenze nächst Rosenbach (Jesenice)
- Tauerntunnel, zwischen Bf Böckstein und Bf Mallnitz-Obervellach
- Streckengleis 1
- km 41,941 Radbruch (Durchriss bis zur Lauffläche)
- ab km 41,698 Verlust einzelner Radteile
- km 40,326 Entgleisung



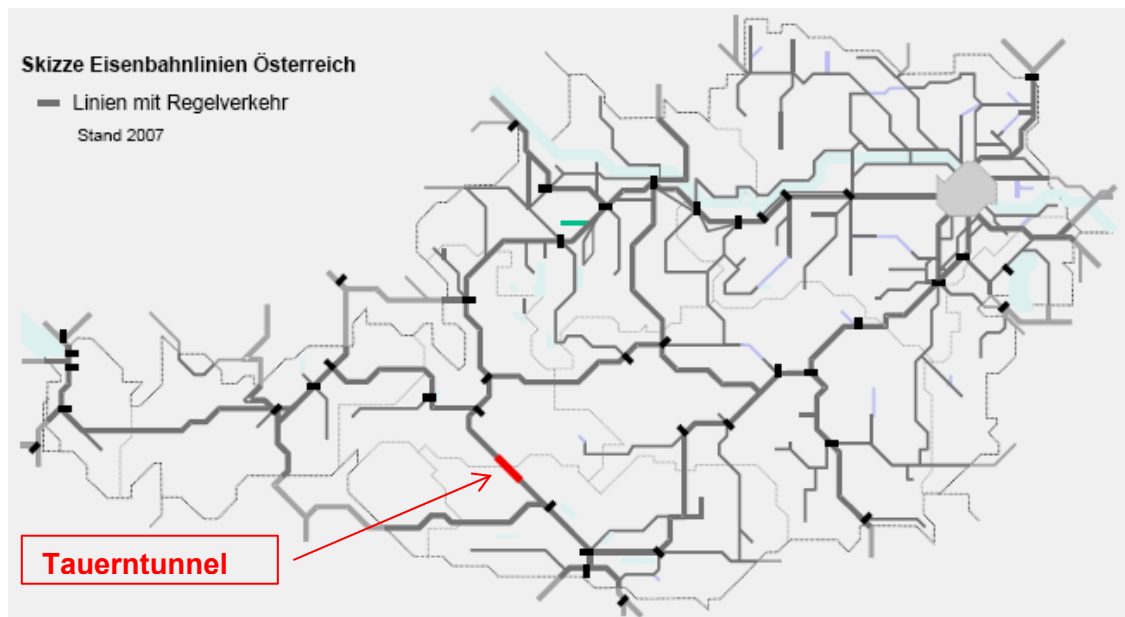


Abbildung 1 Skizze Eisenbahnlinien Österreich

### 2.3. Witterung, Sichtverhältnisse

Im Tunnel bei Betrieb keine Beleuchtung, keine Einschränkung der Sichtverhältnisse.

## 3. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt

DG 54352 (Direktgüterzug des RU ÖBB – Rail Cargo Austria AG)

Zuglauf: von Villach Süd Gvbf-Ausfahrgruppe nach Salzburg Hbf

Zusammensetzung (ab Bf Mallnitz-Obervellach):

- 1425 t Gesamtgewicht (Masse gemäß Maß- und Eichgesetz)
- 567 m Gesamtzuglänge
- Tfz 1116 156-9
- 32 Wagen
- Nachschiebe-Tfz 1044 049-3
- Buchfahrplan Heft 311 / Fahrplanmuster M4084 der ÖBB Infrastruktur Betrieb AG
- Fahrplanhöchstgeschwindigkeit 100 km/h
- Brems Hundertstel erforderlich 75 %
- Brems Hundertstel vorhanden 82 %
- durchgehend und ausreichend gebremst



## 4. Örtliche Verhältnisse

Der Tauerntunnel km 34,815 (Nordportal) bis km 43,187 (Südportal) ist Teil der zweigleisigen, elektrifizierten ÖBB-Strecke 22201, von Salzburg Hbf nach Staatsgrenze nächst Rosenbach (Jesenice). Die Betriebsabwicklung erfolgt gemäß den Bestimmungen und Vorgaben der ÖBB DV und sonstiger ÖBB Regelwerke.

Der Tunnel besteht aus ringförmigen, 8 bis 12 m langen Bauabschnitten. Für die Längenangaben wurden diese verwendet und weisen daher eine Genauigkeit von  $\pm 6$  m auf.

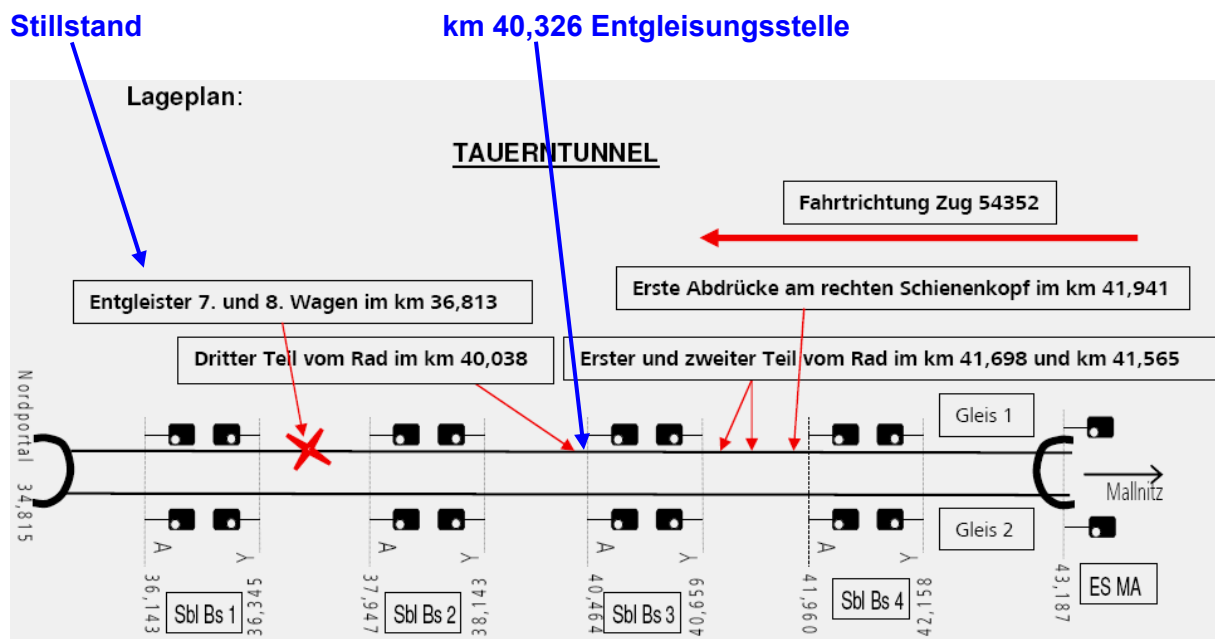


Abbildung 2 Skizze Tauerntunnel - Quelle ÖBB Hr. Robatsch

### 4.1. Auszug aus VzG Strecke 41201

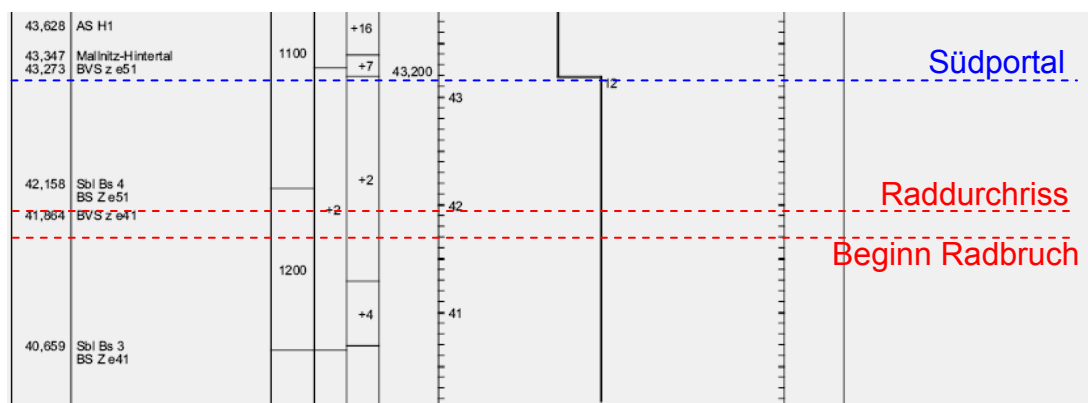
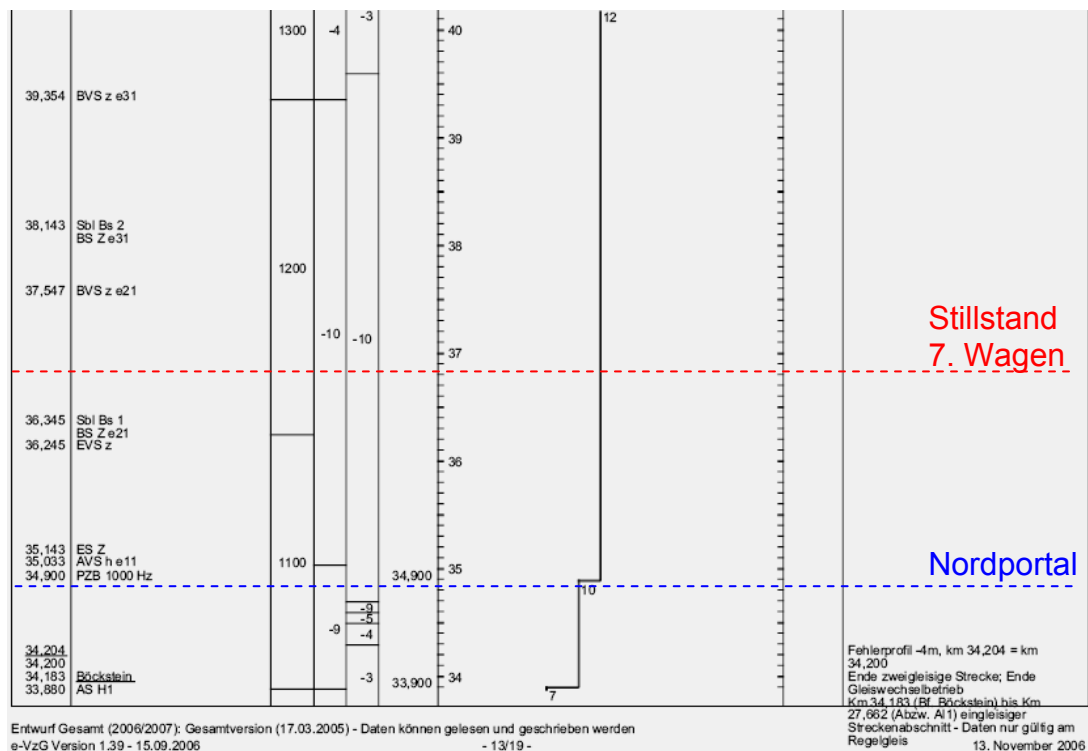


Abbildung 3 Auszug aus ÖBB-VzG Strecke 22201 - erster Teil



**Abbildung 4 Auszug aus ÖBB-VzG Strecke 22201 – zweiter Teil**

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit gemäß VzG beträgt im betroffenen Streckenabschnitt 120 km/h

#### 4.2. Auszug aus ÖBB-Buchfahrplan Heft 311

**ÖBB**  
Infrastruktur Betrieb

## BUCHFAHRPLAN

### Heft 311

Hiezu gehören die Bildfahrpläne 300,305,310,315,500 und 550

Gültig vom 10.Dezember 2006 bis  
einschließlich 8.Dezember 2007

Der Buchfahrplan enthält nP-Fahrpläne der Strecken

**Salzburg - Villach Süd Gvbf - Jesenice  
San Candido/Innichen - Spittal-Millstättersee  
(Klagenfurt -) Villach Hbf -  
Villach Süd Gvbf - Tarvisio Boscoverde**

Nur für den Dienstgebrauch  
Netzzugang-Trassenmanagement

– 24 –

**Villach Süd Gvbf-Ausfgr-Salzburg Hbf**

BT 432 b Va-Vf  
438 a VE-Gu 22  
437 b Gu 22-Swa  
408 b Swa-Sb

Vmax = 100 km/h  
Bhmax = 75 %

Zug Nr.	Abfahrt	Muster	Seite	Ankunft	sonstige Besonderheiten
DG 54352	1.06	4084	37	4.37	nP
ATG 81702	7.31	4084	37	11.14	nP
ATG 81706	14.19	4084	37	18.14	nP
ATG 81712	13.37	4084	37	17.44	nP
ATG 81714	12.56	4084	37	17.16	nP
ATG 81720	9.37	4084	37	13.22	nP
ATG 81722	10.17	4084	37	14.21	nP

**Villach Süd Gvbf-Ausfgr-Salzburg Gnigl Vbf-Einfgr**

BT 433 b Va-Vf  
438 a VE-Stt  
437 b Stt-Swa  
408 b Swa-Sre

Vmax = 100 km/h  
Bhmax = 75 %

DG 54354	11.06	4090	78	14.44	nP
----------	-------	------	----	-------	----

**Abbildung 5 Auszug aus ÖBB- Buchfahrplan Heft 311**

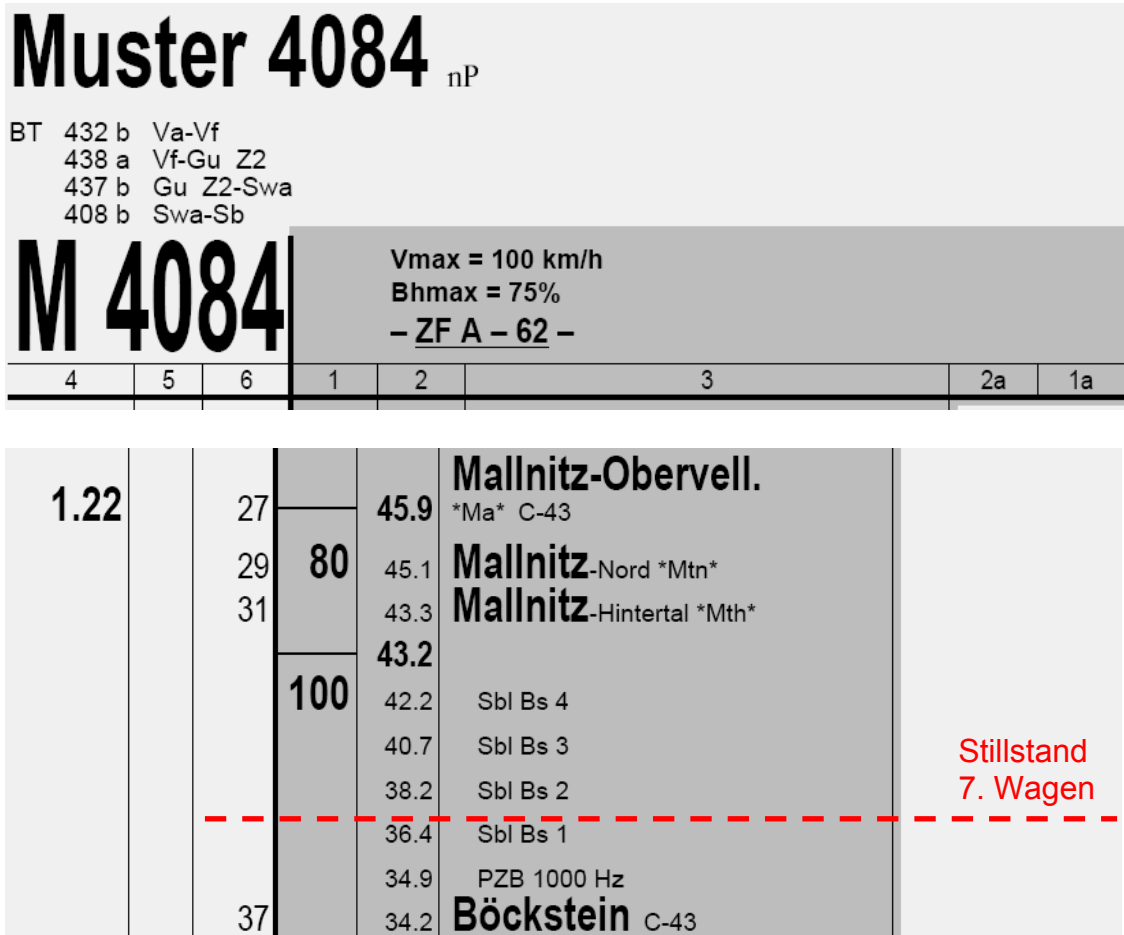


Abbildung 6 Auszug aus ÖBB-Buchfahrplan Heft 311 - Muster 4084

Die zulässige Geschwindigkeit laut Auszug aus ÖBB Buchfahrplan Heft 311 Muster 4084 beträgt 100 km/h

#### 4.3. Signalisierte Geschwindigkeit

Die Signale der Selbstblockstellen Bockstein Sbl Bs 4 bis Sbl Bs 1 zeigten „FREI“. Dies bedeutet, dass mit der Fahrplangeschwindigkeit (100 km/h) gefahren werden darf.

Die signalisierte Geschwindigkeit wurde eingehalten.

## 5. Beschreibung des Vorfalles

Bei Z 54352 (Zuglauf von Villach Süd Gvbf-Ausfahrgruppe nach Salzburg Hbf) wurden im Bf Spittal-Millstättersee je ein Vorspann- und ein Nachschiebe-Tfz beigegeben. Im Bf Mallnitz-Oberveßl. wurde bei einem planmäßigen Aufenthalt das Vorspann-Tfz abgehängt. Die Ausfahrt als Zugfahrt erfolgte mit tauglich eingestellter Zugstraße.



Nach Einfahrt in den Tauerntunnel (Südportal km 43,187) auf Streckengleis 1, kam es zum Durchriss des Radkranzes der Radscheibe 3R bei dem als 7. Wagen gereihten Kesselwagen 30 80 787 4 385-7.

Die erste Spur zeigten sich als Abdruck auf der in Fahrtrichtung rechten Schiene im km 41,941. Ähnliche Spuren wiederholen sich im Abstand von ca. 2,8 m. Dies entspricht dem Radumfang.

**Abbildung 7 Erste Spur vom Durchriss des Radkranzes**



Danach kam es zum Bruch des Monoblocrades der Radscheibe 3R. Das Bruchstück 1 wurde im km 41,698 in Fahrtrichtung rechts außerhalb Gl 1 an der Tunnelwand gefunden.

**Abbildung 8 Bruchstück 1**



**Abbildung 9 Ansicht des Bruchstück 1**

Im km 41,650 wurde ein Bremsklotzhalter des 7. Wagens aufgefunden.



Im km 41,565 wurde Bruchstück 2 der Radscheibe 3R des 7. Wagens gefunden.

**Abbildung 10 Bruchstück 2**

Weitere Fahrzeugteile des 7. Wagens wurden aufgefunden und zwar im :

- km 41,368 Bremsklotz
- km 40,675 Fangschleife der Bremseinrichtung
- km 41,368 Bremsdreieck



Im km 40,326 wurden die (Entgleisungs-) Ablaufspuren der Radscheibe 3L festgestellt.

**Abbildung 11 Ablaufspuren der Radscheibe 3L**



Ab km 40,316 beginnen die Schäden am Oberbau.

**Abbildung 12 Beginn der Schäden am Oberbau**

Im km 40,292 wurde ein Bremssohlenhalter des 7. Wagens gefunden.



Im km 40,038 wurde ein weiterer Teil der Radscheibe 3R (Bruchstück 3) vorgefunden.

**Abbildung 13 Bruchstück 3 der Radscheibe**

Weitere Fahrzeugteile des 7. Wagens wurden aufgefunden und zwar im:

- km 40,007 Bremsdreieck
- km 39,857 Radsatz-Datenband der dritten Achse
- km 39,498 Aufhängung für Bremsdreieck

Ab km 37,562 kam es zu massiven Beschädigungen:

- Oberbau GI 1
- Kabelkanal (seitlich an der Tunnelwand)
- Löschwasserleitung (im Kabelkanal)
- Handlauf (seitlich an der Tunnelwand)
- PZB-Magnete

Weitere Fahrzeugteile des 7. Wagens wurden aufgefunden und zwar im:

- km 37,428 herausgerissene Luftschiach der HLL vom Wagenende 2
- km 37,305 Auftritt vom Wagenende 2
- km 35,562 Achsfedern



**Abbildung 14 Achsfedern des siebenten Wagens**





**Abbildung 15 Letzter Wagen Z 54352**

Im km 36,318 befand sich der letzte Wagen von Z 54352. Der Tzf des Nachschiebe-Tzf hat sich nach Rücksprache mit dem Disponenten von Z 54352 abgekuppelt und den Tunnel nach Bf Mallnitz-Obervellach verlassen.

Durch Einwirkung des entgleisten 7. Wagens (Schlingerbewegung) auf den vorgereichten sechsten Wagen (Kesselwagen, 33 80 787 4 399-8) kam es bei diesem zu einem geringfügigen Austritt von Gefahrgut (80, UN 1824 NATRIUMHYDROXIDLÖSUNG, 8, II). Wodurch der Austritt möglich war, wurde nicht untersucht.



**Abbildung 16 Entgleister achter Wagen (Folgeentgleisung)**

Die Achse 4 des 7. Wagens wurde aus dem nachlaufende Drehgestell gerissen, verkeilte sich unter dem vorlaufenden Drehgestell des 8. Wagens (Eanos, 31 81 537 5 105-8) und brachte dadurch den 8. Wagen mit ersten Achse des vorlaufenden Drehgestells zum Entgleisen.



**Abbildung 17 Siebenter Wagen**

Der 7. Wagen (vorlaufendes Wagenende) kam im km 36,813, das Tzf von Z 54352 kam mit der Spitze im km 36,665 zum Stillstand (Entfernung von der Spitze bis zum Ende des 6. Wagens 148 m).



## 6. Verletzte Personen, Umwelt-, Sachschäden und Betriebsbehinderungen

### 6.1. Verletzte Personen

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

### 6.2. Umweltschäden

Der geringfügige Austritt von Gefahrgut (80, UN 1824 NATRIUMHYDROXIDLÖSUNG, 8, II) beim sechsten Wagen wurde von den verständigten Einsatzkräften mit Wasser abgespült.

### 6.3. Sachschäden

Angaben laut IM:

- ca. 3,5 km Oberbau („System Feste Fahrbahn ÖBB PORR“) beschädigt, davon ca. 750 m stark beschädigt
- ca. 3400 m Kabeltröge beschädigt, davon ca. 1200 m total zerstört
- ca. 1000 m Löschwasserleitung beschädigt (zur Überbrückung der Beschädigung mussten ca. 1700 m Schlauchleitung, Größe B, mit 6 Verteiler gelegt werden)
- ca. 1000 m Kabel für Signalanlagen und Energieversorgung sowie weitere sicherungstechnische Einrichtungen total beschädigt
- ca. 4500 m Schienenoberflächenfehler (durch Schienenschleifen zu beheben)
- ca. 1200 m Handlauf mit Beleuchtung teilweise beschädigt
- zwei entgleiste Güterwagen stark beschädigt

Gesamtschaden an Infrastruktur ca. € 3 100 000,- .

Zwei entgleiste Güterwagen stark beschädigt (hiezuh jedoch keine Angaben).

### 6.4. Betriebsbehinderungen

Massive Einschränkung des Betriebes:

- Das Streckengleis 1 (Strecke 22201) zwischen Bf Böckstein und Bf Mallnitz-Oberveßlach war bis 4. April 2008 um 13:52 Uhr gesperrt.
- Die Sperre der Strecke 22201 (Streckengleis 2) wurde am 31. Oktober 2007 um 18:50 Uhr aufgehoben.
- Sperre der Tauernschleuse am 31. Oktober 2007 von Betriebsbeginn bis 18:50 Uhr.
- Zugverspätungen im Personen- und Güterverkehr.
- Weitläufige Umleitungen von Zügen .

## 7. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen

- IM ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG
- RU ÖBB-Rail Cargo Austria AG
- ÖBB-Traktion GmbH (Traktionsleister)
  - Tzfz Z 54352 Zug-Tfz (ÖBB-Traktion GmbH)
  - Tzfz Z 54352 Nachschiebe-Tfz (ÖBB-Traktion GmbH)
- VTG Aktiengesellschaft (Fahrzeughalter)

## 8. Untersuchungsverfahren

Der Untersuchungsbericht stützt sich auf folgende Aktionen der UUB:

- Untersuchung vor Ort nach dem Ereignis am 31. Oktober 2007 vor Ort
- Untersuchung der entgleisten Wagen am 1. November 2007 im Bf Böckstein
- Begutachtung des erst-entgleisten Wagens und Besprechung am 15. November 2007 in Salzburg
- Messung der Eigenspannungen der Radscheiben des erst-entgleisten Wagens und Besprechung in Knittelfeld am 19. Dezember 2007
- Urgenz der Untersuchungsakte beim IM mit Schreiben GZ. BMVIT-795.087/0004-II/BAV/UUB/SCH/2008 vom 19. November 2008
- Akteneinsicht der UUB beim IM und RU am 3. März 2009 und Übergabe dreier Gutachten durch IM und RU.
- Sicherstellung der noch beim RU vorhandenen Radsatzteilen mit Schreiben GZ. BMVIT-795.087/0001-II/BAV/UUB/SCH/2009 am 4. März 2009. Das Bruchstück 2 konnte trotz Nachfrage beim Gutachter nicht mehr sichergestellt werden
- Information und Fragen an Fahrzeughalter mit Schreiben GZ. BMVIT-795.087/0002-II/BAV/UUB/SCH/2009 vom 20. April 2009
- Übernahme des Bruchstück 1 vom Gutachter der Versicherung des Fahrzeughalters am 22. Juni 2009
- Beauftragung eines Gutachters für das Bruchstück 1 mit Schreiben GZ. BMVIT-795.087/0003-II/BAV/UUB/SCH/2009 am 2. Juli 2009
- Akteneinsicht des IM und der Finanzprokuratur der Republik Österreich bei der UUB am 29. Juli 2009

Bewertung der eingelangten Unterlagen:

- Unterlagen des Fahrzeughalters, eingelangt am 29. Jänner 2008
- Auskunft des RU (vorläufiger Zwischenstand), eingelangt am 22. Jänner 2008
- Zwischenbericht des IM, eingelangt am 23. Jänner 2008

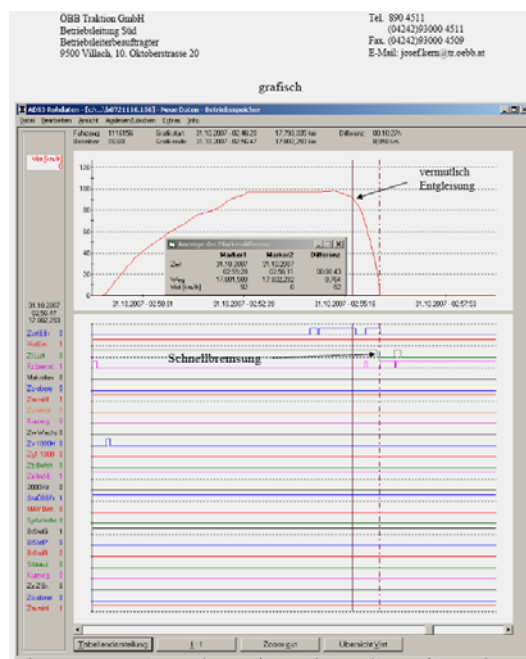
- Untersuchungsbericht des Sachverständigen Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Gaubinger (Zivilingenieur für Maschinenbau, allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, beauftragt durch die Versicherung des Fahrzeughalters), eingelangt am 18. April 2008 **[1]** siehe Beilage 1
- Gutachten des Sachverständigen Dipl.-Ing. Ernst Kapfer (allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, beauftragt durch RU), eingelangt am 3. März 2009 **[2]** siehe Beilage 2
- Untersuchungsbericht der DB AG, DB Systemtechnik (Brandenburg-Kirchmöser, beauftragt durch ÖBB-TS) eingelangt am 3. März 2009 **[3]** siehe Beilage 3
- Untersuchungsbericht des Institut für Schadensanalytik (beauftragt durch ÖBB-TS), eingelangt am 3. März 2009 **[4]** siehe Beilage 4
- Untersuchungsbericht des IM, eingelangt am 15. April 2008
- Gutachten von Dipl.-Ing. Wolfgang Allertshammer (allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger, beauftragt durch UUB), eingelangt am 9. Oktober 2009 **[5]** siehe Beilage 5

## 9. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse

### 9.1. Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz

Die Aufzeichnung der Registriereinrichtung des Zug-Tfz von Z 54352 (1116 156-9) wurde nach dem Ereignis gesichert, durch die ÖBB Traktion GmbH ausgewertet und die Auswertung der UUB zur Verfügung gestellt.

Zeitbezogene Ansicht der Fahrt ab Bf Mallnitz-Obervellach:



**Abbildung 18 Zeitbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9**

## Ansicht der wegbezogenen Auswertung der Fahrt ab Mallnitz-Obervellach:

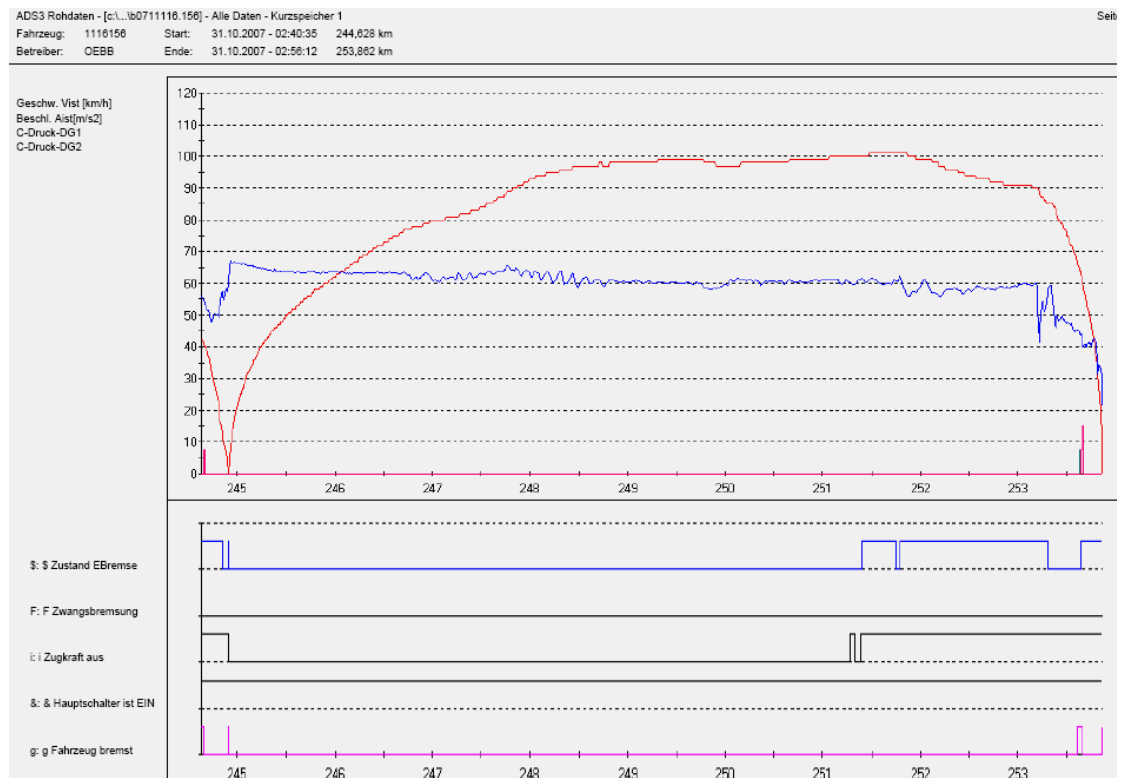


Abbildung 19 Wegbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9

## Tabellarische Auswertung:

		Vist	Geschw. Vist [km/h]				\$ \$ Zustand EBrem
		Aist	Beschl. Aist[m/s²]				F F Zwangsbremsu
		CD1	C-Druck-DG1				i i Zugkraft aus
		CD2	C-Druck-DG2				& & Hauptschalter i
Weg/km	Zeit	Vist	Aist	CD1	CD2	\$ F i & g	
251,374	31.10.2007 - 02:54:21	---	---	---	---	-- i & --	
251,388	31.10.2007 - 02:54:22	100	0,034	---	---	-- i & --	
251,391	31.10.2007 - 02:54:22	100	0,044	---	---	-- i & --	
251,391	31.10.2007 - 02:54:22	---	---	---	---	\$ - i & --	E-Bremse ein▶
251,405	31.10.2007 - 02:54:22	100	0,051	---	---	\$ - i & --	
251,414	31.10.2007 - 02:54:23	100	0,031	---	---	\$ - i & --	
251,425	31.10.2007 - 02:54:23	100	0,013	---	---	\$ - i & --	
251,439	31.10.2007 - 02:54:24	100	0,016	---	---	\$ - i & --	
251,444	31.10.2007 - 02:54:24	100	0,013	---	---	\$ - i & --	
251,453	31.10.2007 - 02:54:24	100	0,006	---	---	\$ - i & --	

Abbildung 20 Tabellarische Auswertung der Registriereinrichtung Tzf 1116 156-9

Tabellarische Auswertung (Fortsetzung):

						\$ \$ Zustand EBrem
						F F Zwangsbremsu
						i i Zugkraft aus
						& & Hauptschalter i
						g g Fahrzeug brems
Weg/km	Zeit	Vist	Aist	CD1	CD2	\$ F i & g
253,076	31.10.2007 - 02:55:24	91	0,000	---	---	\$ -- i & --
253,086	31.10.2007 - 02:55:25	91	-0,007	---	---	\$ -- i & --
253,091	31.10.2007 - 02:55:25	91	-0,012	---	---	\$ -- i & --
253,101	31.10.2007 - 02:55:26	91	-0,006	---	---	\$ -- i & --
253,114	31.10.2007 - 02:55:26	91	-0,011	---	---	\$ -- i & --
253,121	31.10.2007 - 02:55:26	91	-0,015	---	---	\$ -- i & --
253,134	31.10.2007 - 02:55:27	91	-0,021	---	---	\$ -- i & --
253,147	31.10.2007 - 02:55:27	91	-0,021	---	---	\$ -- i & --
253,157	31.10.2007 - 02:55:28	90	-0,020	---	---	\$ -- i & --
253,162	31.10.2007 - 02:55:28	90	-0,015	---	---	\$ -- i & --
253,172	31.10.2007 - 02:55:28	90	-0,003	---	---	\$ -- i & --
253,182	31.10.2007 - 02:55:29	90	0,005	---	---	\$ -- i & --
253,195	31.10.2007 - 02:55:29	90	-0,029	---	---	\$ -- i & --
253,202	31.10.2007 - 02:55:29	90	-0,261	---	---	\$ -- i & --
253,217	31.10.2007 - 02:55:30	89	-0,624	---	---	\$ -- i & --
253,225	31.10.2007 - 02:55:30	88	-0,481	---	---	\$ -- i & --
253,232	31.10.2007 - 02:55:31	87	-0,353	---	---	\$ -- i & --
253,242	31.10.2007 - 02:55:31	87	-0,202	---	---	\$ -- i & --
253,251	31.10.2007 - 02:55:31	87	-0,189	---	---	\$ -- i & --
253,264	31.10.2007 - 02:55:32	87	-0,255	---	---	\$ -- i & --
253,273	31.10.2007 - 02:55:32	86	-0,290	---	---	\$ -- i & --
253,283	31.10.2007 - 02:55:33	86	-0,273	---	---	\$ -- i & --
253,295	31.10.2007 - 02:55:33	85	-0,184	---	---	\$ -- i & --
253,307	31.10.2007 - 02:55:34	85	-0,123	---	---	\$ -- i & --
253,813	31.10.2007 - 02:56:02	35	-0,797	---	---	\$ -- i & --
253,817	31.10.2007 - 02:56:03	33	-0,934	---	---	\$ -- i & --
253,822	31.10.2007 - 02:56:03	31	-0,952	---	---	\$ -- i & --
253,827	31.10.2007 - 02:56:04	29	-0,888	---	---	\$ -- i & --
253,832	31.10.2007 - 02:56:04	27	-0,855	---	---	\$ -- i & --
253,837	31.10.2007 - 02:56:05	25	-0,866	---	---	\$ -- i & --
253,841	31.10.2007 - 02:56:06	23	-0,874	---	---	\$ -- i & --
253,846	31.10.2007 - 02:56:07	21	-0,902	---	---	\$ -- i & --
253,848	31.10.2007 - 02:56:07	---	---	---	---	\$ -- i & --
253,851	31.10.2007 - 02:56:08	17	-0,911	---	---	\$ -- i & --
253,857	31.10.2007 - 02:56:09	14	-0,969	---	---	\$ -- i & --
253,861	31.10.2007 - 02:56:11	8	-1,285	---	---	\$ -- i & --
253,861	31.10.2007 - 02:56:11	0	---	---	---	\$ -- i & --
x 253,862	31.10.2007 - 02:56:12	---	---	---	---	\$ -- i & g

◀ Zwangsbremsung

◀ Stillstand

Abbildung 21 Fortsetzung der tabellarische Auswertung der Registriereinrichtung

## 9.2. Aussage Zug-Tfzf Z 54352

Der Tfzf gibt an im Bf Mallnitz-Obervellach nach Abhängen des Vorspann-Tfz die Bremsprobe durchgeführt zu haben und Richtung Bockstein abgefahren zu sein. Vor Erreichen des Nordportals des Tauerntunnels bemerkte der Tfzf einen Druckabfall in der HLL, eine starke Rauchentwicklung und einen Brandalarm durch das Tfz. Auf Grund der Brandannahme wurde der Tfzf des Nachschiebe-Tfz verständigt. Nach Anhalten des Zuges verließ der Tfzf den Führerraum des Tfz um sich Richtung Nordportal zu begeben. Nach Verminderung der Rauchentwicklung kehrte der Tfzf zu Z 54352 zurück, hörte zwischen 6. und 7. Wagen Luft ausströmen und stellte die Entgleisung fest. Nach Verständigung des Disponenten und des Nachschiebe-Tfzf (per Funk) wurde der Zug gesichert und das Tfz abgerüstet. Danach begab sich der Tfzf mit den Zugpapieren aus dem Tunnel (nach Bockstein).

*Anmerkung UUB-Schiene: Rauchentwicklung = Staubentwicklung*

## 9.3. Telefonische Befragung Zug-Tfzf Z 54352

Am 10. April 2008 teilte der Tfzf mit, dass nach Erkennen der Gefahr der Disponent per Zugfunk davon verständigt wurde, keinerlei Fahrten in den Tauerntunnel zuzulassen. Außerdem wurden die betrieblichen Vereinbarungen für die Fahrt des Nachschiebe-Tfz aus dem Tunnel nach Mallnitz-Obervellach durchgeführt und dem Tfzf des Nachschiebe-Tfz (per Funk) bekanntgegeben.

## 9.4. Aussage Nachschiebe-Tfzf Z 54352

Der Tfzf hörte ein dumpfes Geräusch. Danach erfolgte eine Druckabsenkung der HLL auf 0 bar und im vorgereichten Zugteil trat eine Rauch- oder Staubentwicklung ohne Brandentwicklung auf. Der Tfzf des Zug-Tfz teilte mit, dass ein Brand und Gefahrgutaustritt stattgefunden habe. Da Z 54352 nicht aus dem Tunnel befördert werden konnte wurde Z 54352 gesichert und der Tfzf verließ (mit Nachschiebe-Tfz) den Tunnel.

## 9.5. Telefonische Befragung Nachschiebe-Tfzf Z 54352

Am 26. März 2008 teilte der Tfzf mit, dass trotz Löseversuchs der HLL vom Tfz aus, um Z 54352 aus dem Tunnel zu befördern, die Zwangsbremse von Z 54352 nicht verhindert werden konnte.

## 9.6. Analyse des Herganges

Durch die UUB wurde eine Analyse des Herganges der Zwangsbremung und der Entgleisung erstellt.

Wegauswertung Z 54352 km - Bezug ÖBB Strecke 22201						
Registrierung - T fz Zeit	km	Position- T fz	Anmerkung T fz	V T fz [km/h]	Position - Wagen 7	Anmerkung Wagen 7
02:51:51	247,340	43,187	Tauernunnel Südportal Gerade, Steigung 2 ‰	82		
02:51:55	247,488	43,039		83	43,187	Tauernunnel Südportal Gerade, Steigung 2 ‰
02:52:35	248,734	41,793		98	41,941	Durchriss Radscheibe 3R
02:52:54	248,977	41,550		98	41,698	Bruch Radscheibe 3R, Bruchstück 1
02:52:59	249,110	41,417		98	41,565	Bruchstück 2 der Radscheibe 3R
02:53:03	249,227	41,300	Steigung 4 ‰	98		
					41,300	Steigung 4 ‰
02:53:25	249,827	40,700	Gefälle 3 ‰	98		
					40,700	Gefälle 3 ‰
02:53:44	250,349	40,178		98	40,326	Entgleisungsspuren, Radscheibe 3L
						Schäden am Oberbau
02:53:55	250,637	39,890		98	40,038	Bruchstück 3 der Radscheibe 3R
02:54:05	250,927	39,600	Gefälle 10 ‰	99		
					39,600	Gefälle 10 ‰
02:54:21	251,374	39,153	Zugkraft aus	100		
02:54:22	251,391	39,136	E-Bremse ein	100		
02:54:34	251,737	38,790	E-Bremse aus	101		
02:54:36	251,777	38,750	E-Bremse ein	101		
02:55:26	253,113	37,414		91	37,562	Massive Schäden an Tunnelinfrastruktur
02:55:29	253,182	37,345	Beginn Verzögerung	90		
02:55:31	253,247	37,280		87	37,428	Luftschlauch vom Wagenende 2
02:56:12	253,862	36,665	Stillstand Zugspitze	0	36,813	Stillstand Wagenende 1

Systemzeit = Ortszeit = MEZ

Abbildung 22 Analyse der Wegauswertung



Daraus lässt sich ableiten, dass der Wagen 33 80 787 4 385-7 mit der eingerissenen Radscheibe 3R bis zum Bruch der Radscheibe 243 m zurücklegte (Bruchstück 1 im km 41,698). Daraufhin legte der Wagen 1372 m mit der gebrochenen Radscheibe zurück (zwei weitere Bruchstücke 2 und 3 auf diesem Streckenabschnitt). Im km 40,326 erfolgte die Entgleisung der Achse 3. Ab km 40,316 wurden Schäden am Oberbau und ab km 37,562 massive Schäden an der Tunnelinfrastruktur festgestellt. Die Einleitung der Zwangsbremung (Verzögerung im km 37,345) wurde aus der Registriereinrichtung des Tzf ausgewertet. Die Zugspitze kam im km 36,665 zum Stillstand

#### 9.7. Bremswegberechnung und tatsächliche Bremswege

# Berechnung des Bremsweges nach der "Mindener Formel" <sup>1)</sup>

## Parameter

Parameter	Benennung	gewählt	Anmerkung
v .....	Geschwindigkeit [ km/h ]	90	aus Registrier- einrichtung
ψ .....	v-abhängiger Koeffizient [ - ]	1,09	aus Tabelle interpoliert
c <sub>1</sub> .....	Beiwert für λ [ - ]	0,88	aus Tabelle interpoliert
c <sub>2</sub> .....	Beiwert für i [ - ]	0,90	aus Tabelle
λ .....	Bremshundertstel [ % ]	82	aus Wagenliste
i .....	Strecken­neigung [ ‰ ]	-10	Gefälle mit negativem Operanden eingeben

Berechnung des Bremsweges aus der Geschwindigkeit:

$$s = 3,85 \times v^2 / [ 6,1 \times \psi \times ( 1 + c_1 \times \lambda / 10 ) \pm i \times c_2 ]$$

**s** errechneter Bremsweg

**683 m**

---

<sup>1)</sup> Literaturhinweis: Fahrdynamik des Schienenverkehrs,  
Dietrich Wende, © B. G. Teubner Verlag, Wiesbaden

**Abbildung 23 Berechnung des Bremsweges nach der Mindener Formel**

Der sich daraus errechnete Bremsweg s = 683 m stimmt mit dem, mittels der Registriereinrichtung des Tzf ausgewerteten Bremsweg (680 m) gut überein.


## 9.8. Untersuchung des erst entgleisten Wagens 33 80 787 4 385-7

Die Untersuchung des erstentgleisten Wagens umfasst die Erfassung und Überprüfung folgender Daten:

- Anschriften und technische Daten
- Bauart-Zulassung EBA
- Lastgrenzraster und Vereinbarungs raster
- Zustimmung der ÖBB zur erhöhten Lastgrenze „CM“ und „D“ im Vereinbarungs raster
- Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben
- Regelwerke für die Instandhaltung
- Stellungnahme der DB AG zu den Radscheiben (Auszug aus Anlage A)
- Kennzeichnung der Radsätze bei der ehemaligen Deutschen Reichsbahn (DR) aus Stellungnahme der DB AG (Auszug aus Anlage A):
- Letzte planmäßige Instandhaltung im Februar 2004
- Nachweis der Eigenspannungsprüfung mittels Gerätesystem DEBBIE
- Fahrzeuglauf in Österreich
- Letzte außerplanmäßige Instandhaltung
- Prüfung des Steuerventils

### 9.8.1. Anschriften und technische Daten

Der Kesselwagen (der VTG Aktiengesellschaft) weist folgende Merkmale auf:

Wagennummer 33 80 787 4 385-7 

RIV

12,50 m Länge über Puffer

7,46 m Drehzapfenabstand

45 000 l Tankinhalt

20 760 kg Eigenmasse

Die Anschrift P bestimmt einen Privatwagen, der zum Zeitpunkt der letzten planmäßigen Instandhaltung bei der DB AG eingestellt war. Es galten somit die Instandhaltungsregelwerke der DB AG.

Am Seitenlangträger befindet sich ein angeschweißtes Schild mit einer eingeschlagenen alten Wagennummer:



**Abbildung 24 Schild mit alter Wagennummer**



197x Baujahr (Herstellerschild) nicht  
vollständig lesbar.

Abbildung 25 Schild des Herstellers



Abbildung 26 Kennzeichnung Gefahrgut

Der Kesselwagen war mit 63 t Gefahrgut, Natriumhydroxidlösung, Gefahrennummer 80, UN Nr. 1824, II, 8 beladen



4 REV

Werkstätte

letzter Revision am 27.2.04

Abbildung 27 Revisionsanschrift



Abbildung 28 Anschrift der Eigenmasse

### 9.8.2. Bauart-Zulassung EBA Stamm-Nr.: EBA 95 F 718 A (Auszug)


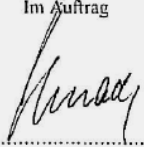
<b>Bauart-Zulassung</b> eines Schienenfahrzeuges	
Fahrzeugbauart: Kesselwagen der Gattung Z	EBA-Stamm-Nr.: EBA 95 F 718 A
Einsteller: VTG Hamburg	
Waggonbaufirma: Fa. Kaminski, Hameln	Baujahr: Umbau 1995
Aktenzeichen der Bauart-Zulassung: 32.25 Weg (95 F 718 A)	
Aktenzeichen der Baumuster-Zulassung nach GGVE/DruckbehV: 95 17 00	
<b>Bauartmerkmale:</b>	
Zulässige Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h 120 km/h leer	max. Radsatzlast: 21 t
Eigengewicht: ca. 23 t	Zulässiges Gesamtgewicht: 83,0 t
Länge u.P.: 12 500 mm	Laufwerk: Drehgestell Y 25
Drehzapfenabstand / Achsstand: 7 460 mm / 1 800 mm	Tragfeder: Schraubenfedern
Zugeinrichtung: geteilt	Stoßeinrichtung: UIC 526-1 Gruppe A
Bauart der Bremse: KE-GP 16" / Handbremse	Steuerventil: KE 1ad SL (KE 1c SL)
Druckluftbehälter: 150 l	Kolbenhub: 155 +5 mm
Rauminhalt: 45 m³	
Ladegut: 1824 Natronlauge	
Überwachungsbedürftige Anlagen nach § 33 EBO: Druckbehälter 150 l	
<i>Aufgrund § 32 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung wird für das oben bezeichnete Fahrzeug die Bauart-Zulassung erteilt.</i>	
Der Bauart-Zulassung lagen nachstehend aufgeführte Unterlagen zugrunde:	
<u>Nennungen (Zeichnungen, Berechnungen)</u>	<u>Dokumentations-Nr.:</u>
4-achs. Kesselwagen; 45,5 m³ Rauminhalt	W 2206-A v. 16.06.95
Berechnung der Einschränkung	000 M 0057 0051 v. 06.09.95
Berechnung Puffertellerabmessungen	VB 193 v. 16.06.95
Bremsberechnung	B 1873.0; lfd.Nr. 6467 DB AG
Anstrich und Anschriften	A 997-A v. 20.07.95
Tragsattel für Behälter	KE 1821 v. 16.06.95
Bonn, den 05.12.95	
	
Eisenbahn-Bundesamt Im Auftrag  Dienstsiegel/Unterschrift	

Abbildung 29 Auszug aus Bauart-Zulassung durch EBA

Die vorstehende Bauart-Zulassung der Kesselwagen durch das EBA erlaubt eine maximale Radsatzlast von 21 t und ein zulässiges Gesamtgewicht von 83,0 t (= Gesamtmasse) zur Erreichung der Mindestbremsleistung von 65 %.

In einer Anfrage zur ursprünglichen Zulassung des Wagens durch die Deutsche Reichsbahn und der erfolgten Neuzulassung durch das EBA nimmt der Eigentümer folgendermaßen Stellung (Auszug aus E-Mail vom 14.02.2008):

2. Auf eine Überprüfung der ursprünglichen Zulassung der DR habe ich verzichtet, da der Wagen in Folge eines zulassungspflichtigen Umbaus eine neue Zulassung erhalten hat. Bei dem Wagen handelt es sich um einen sogenannten "Komplettierer", dass heißt, auf ein gebrauchtes Untergestell wurde im Jahr 1995 ein neuer Tank aufgesattelt. Das neue Fahrzeug erhielt am 05.12.1995 eine neue EBA-Bauart-Zulassung, welche diesem E-Mail beiliegt. Aus dieser Bauartzulassung geht hervor, dass der Wagen für ein Gesamtgewicht von 83t zugelassen ist. Hintergrund für die Beschränkung auf 83t ist allein die ebenfalls beigelegte Bremsberechnung, welche eine bremstechnische Eignung des Wagens für 83t ergeben hat. Statt der vorgesehenen 65 Bremsleistung wurden nur 64 Bremsleistung erreicht. Warum an dem Fahrzeug ein zulässiges Gesamtgewicht von 83,86 t angeschrieben war, läßt sich heute nicht mehr feststellen. Da die Bremse für das am Wagen angeschriebene zulässige Gesamtgewicht etwas zu "schwach" ausgelegt war, kann der Schaden am Radsatz hierdurch nicht ausgelöst worden sein. Die laut o.g. EBA-Bauartzulassung zulässige maximale Radsatzlast von 21.0t wurde nicht überschritten.

**Abbildung 30 Stellungnahme Fahrzeughalter zur erhöhten Lastgrenze 2**

Der Fahrzeughalter nimmt zur Streckenklasse „CM“ folgendermaßen Stellung:

**Welche Nachweise wurden für die um 4 t erhöhte Zuladung (gemäß "Lastgrenzraster CM und D") erbracht?**

In ihrem Rundschreiben 6/94 hat Railion (DB Cargo AG) die Bedingungen (Mindestbremsleistung und Nachweisgutachten zur Eignung über die Wagenkonstruktion) für die Erhöhung der max. Radsatzlast von 20 t auf 21 t festgehalten. Nach unserem Kenntnisstand erfolgte dies im Wesentlichen infolge von Vergleichsbetrachtungen der Ex-DR-Wagen mit den DB-Wagen. Weitergehende Nachweise wurden nicht geführt. Das Rundschreiben 6/94 ist als Anlage 8 beigelegt.

**Welche Auswirkungen hat die um 4 t erhöhte Zuladung auf Laufwerk, Bremsen und Wagenkasten (Struktur und Dauerfestigkeit)?**

Das Rundschreiben war neben anderen einschlägigen eisenbahntechnischen Regelwerken die Grundlage für die Zulassung der Wagen mit dieser Radsatzlast. Derartige Wagen durchliefen ansonsten das gleiche Zulassungsverfahren, wie es Wagen mit niedrigerer als auch mit höherer Radsatzlast durchlaufen haben.

**Abbildung 31 Stellungnahme Fahrzeughalter zur erhöhten Lastgrenze 1**

Die Dokumente zur Ertüchtigung der Wagen von einer Radsatzlast 20 t (RIV-Lastgrenzraster „C“) auf 21 t sind in der Anlage A enthalten. Die zulässigen Ladungen werden im Vereinbarungsaster mit „CM“ und „D“ angegeben.



### 9.8.3. Lastgrenzraster und Vereinbarungsraster

A		B1		B2		C	
S	41,6t	41,6t	51,1t	59,1t	★★		
120		00,0t					
SBB D		SJ ZSR NSB CFL ÖBB DB SNCF		CM D			
80		100		63,1			

Die Streckenklasse „CM“ stammt von der Deutschen Reichsbahn (DR) und wurde beim Zusammenführen der Gesellschaften von der DB AG übernommen.

Abbildung 32 Lastgrenzenraster

Durch die Addition des Eigengewichtes (= Eigenmasse) 20 760 kg mit der im Vereinbarungsraster angegebene Lastgrenze für „CM“ und „D“ von 63,1 t ergeben sich 83 860 kg Gesamtgewicht (= Gesamtmasse).

Die Anschrift der Lastgrenzen „CM“ und „D“ überschreitet im Vereinbarungsraster die laut Bauart-Zulassung durch das EBA zulässige Gesamtmasse um 860 kg.

Laut Datenerfassungsblatt der NedTrain Waggonreparatur-Betrieb Duisburg GmbH ist die anzuschreibende Eigenmasse mit 20 880 kg angegeben (Auszug):

**Privatgüterwagen**  
EDV-Datenerfassungsblatt für Werkstatt- und Wageninformationssystem der DB AG

FW: 213  
Datum: 27.02.04

1. Lastgrenzraster -LGR- (Nach UIC-Kodex 700V und Rundschreiben TG 5)

A	B1	B2	C
s	41,6	41,6	51,1
120	00,0		

2. FAHRZEUGNUMMER 2.1 FAHRZEUGNUMMER (Neu)  
3380 787 4 385-7

3. TANKDATEN Kessel-/Behälterprüfung

Egw. Kg 20880

BH.1 BH.2 BH.3 REV. REV Datum  
G4,8 Br 2 4 (213) 27.02.03

Abbildung 33 Datenerfassungsblatt des Instandhalters 1

**HINWEIS:** OHNE Abnahme nach § 32 wird kein Fahrzeug dem Betrieb übergeben

Die vorstehenden Eintragungen stimmen mit der Beschaffenheit des Wagens und mit dem am Wagen befindlichen Anschriften überein. Alle sicherheitsrelevanten Arbeiten wurden ordnungsgemäß ausgeführt. Die Lausicherheit ist vorhanden.

Firmenstempel / Unterschrift

NedTrain

Abbildung 34 Datenerfassungsblatt des Instandhalters 2

Bei der Addition der Eigenmasse und der Zuladung gemäß Datenerfassungsblatt des Instandhalters ergibt sich für den entgleisten Wagen in Summe eine Masse von 83 980 kg – dies ist eine Überschreitung der EBA - Bauart-Zulassung um 980 kg

#### 9.8.4. Zustimmung der ÖBB zur erhöhten Lastgrenze „CM“ und „D“ im Vereinbarungsraster

Die DB AG beantragte mit Schreiben vom 21.07.1997 den Einsatz von Privatgüterwagen mit höherer Radsatzlast (21,0 t) am Netz anderer Bahn darunter auch ÖBB (Auszug):

**Kwg der VTG-Hamburg mit Zulassung CM-D bei der DB**

Dok-Nr.	Typ	DB/ÖBB Zul. für	Bestand am 30.06.1997
8052	2217.81	21,0t	10
8105	1085.92	21,0t	72
8105	1085.97	21,0t	48
8107	5245.85	21,0t	8
		21,0t	46

Abbildung 35 Zustimmung der ÖBB zum Vereinbarungsraster 1

Typenblatt (Auszug):

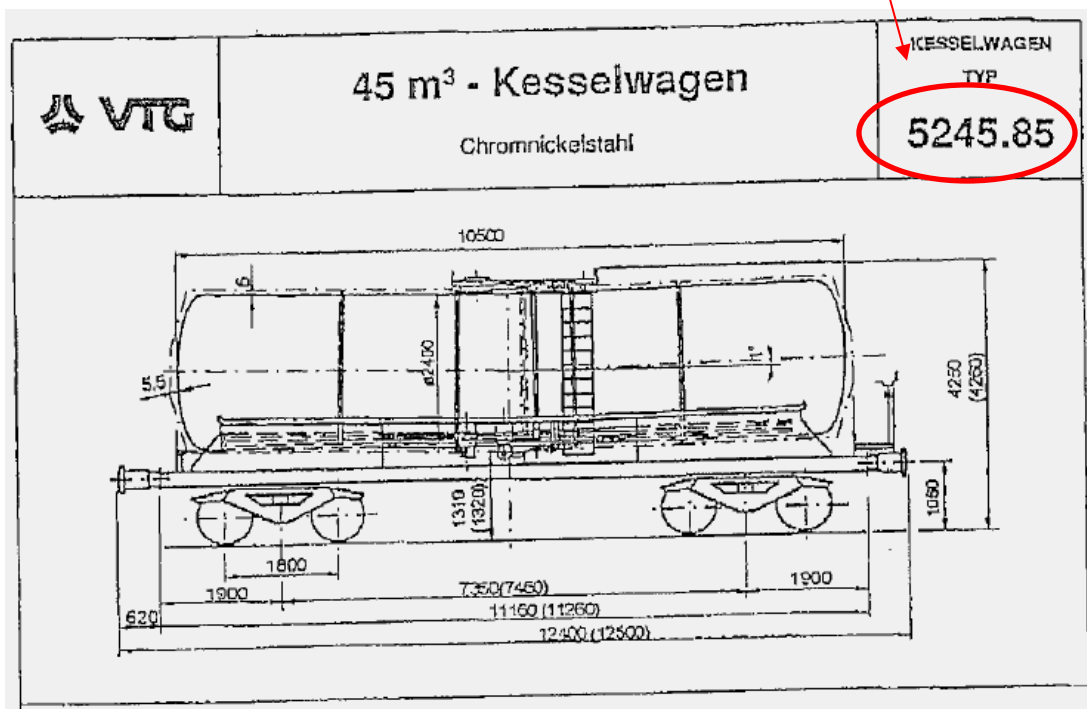


Abbildung 36 Typenblatt (Auszug)

Der Übernahme und Beförderung von Kesselwagen der VTG AG, in diesem Fall, Typ 5245.85 mit 21 t Radsatzlast, wurde durch die ÖBB am 5. August 1997 zugestimmt. Nachstehend ein Auszug aus dem Zustimmungsschreiben als Grundlage für die Anbringung des Zeichens ÖBB im Vereinbarungsraster:



Wir bestätigen hiermit den Eingang Ihres Schreibens vom 21.07.1997  
-TG 11 Br Gwpa 316- gemäß Anhang zu UIC-Merkblatt 433 VE, und stimmen  
der Übernahme und Beförderung uneingeschränkt  
zu.

**Abbildung 37 Zustimmung der ÖBB zum Vereinbarungsraster 2**

#### 9.8.5. Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben

Mit Schreiben GZ. BMVIT-795.087/0003-II/BAV/UUB/SCH/2008 vom 9. Juni 2008 wurde das EBA ersucht, ob im Zuge der Zulassung der Wagenserie, ein Nachweis der thermischen Verträglichkeit für den ungünstigsten Betriebsfall (z.B. Schleppfahrt in der Bremsart "P" im Güterzugverband in Gefällestrrecken) erbracht wurde.

Seitens des EBA wurde nachstehende Antwort übermittelt:

Betreff: **Nachweis der thermischen Verträglichkeit für den ungünstigsten Betriebsfall „Entgleisung infolge eines Radscheibenbruches im Tauerntunnel am 31.10.2007“**

Bezug: Ihr Schreiben vom 09.06.2008;  
Geschäftszeichen BMVIT-795.087/0003-II/BAV/UUB/SCH/2008

Anlagen: --

Sehr geehrte Damen und Herren,

nach Durchsicht der mir zugänglichen Unterlagen kann ich Ihnen hiermit folgendes mitteilen:

Die EBA Nummer EBA 95 F 718 A wurde für den Umbau von Kesselwagen im Geschäftsjahr 1995 vergeben. Umfang des Vorganges: „Neubautanks auf vorhandene Untergestelle und Erhöhung der Radsatzlast für eine Gesamtmasse von 83t“. Ein Nachweis über die thermische Verträglichkeit für den ungünstigsten Betriebsfall ist den mir zugänglichen Unterlagen nicht zu entnehmen.

Die betroffenen Fahrzeuge wurden im Zuständigkeitsbereich der Deutschen Reichsbahn erstmalig in Betrieb genommen. Welche Prüfungen von der Behörde Deutsche Reichsbahn (ehem. DDR) vorgenommen wurden und welche Nachweise erforderlich waren, ist mir nicht bekannt. Diese Zulassungsunterlagen liegen dem Eisenbahn-Bundesamt nicht vor.

Hausanschrift:  
Vorgebirgsstraße 49, 53119 Bonn  
Tel.-Nr. +49 (02 28) 98 26-0  
Fax-Nr. +49 (02 28) 98 26-1 99  
Öff. Verkehrsmittel: Stadtbahnlinien 16, 18, 63, 68, Haltestelle Bonn-West: von dort ca. 5 Min durch die Ellerstraße

Überweisungen an Bundeskasse Trier – Außenstelle Bonn  
Deutsche Bundesbank Filiale Bonn (BLZ 380 000 00) Konto-Nr. 38 001 060  
IBAN: DE 91 3800 0000 0038 0010 60 BIC: MARKDEF1380

**Abbildung 38 Antwort EBA zur Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben – Seite 1**

- 2 -

Heute schreibt die Verwaltungsvorschrift des Eisenbahn-Bundesamtes vor, dass im Rahmen der Zulassung für klotzgebremste Fahrzeuge Nachweise über die thermische Verträglichkeit vorliegen müssen.

Für weitere Fragen stehe ich gerne zur Verfügung.

**Abbildung 39 Antwort EBA zur Überprüfung der thermischen Verträglichkeit der Radscheiben – Seite 2**

#### 9.8.6. Regelwerke für die Instandhaltung

Zum Zeitpunkt der letzten Instandhaltung waren für die Radsätze folgende Regelwerke zu gültig (Auszug):

- RIL 984.04 der DB AG (siehe Anlage A)
- RIL 907.0801 der DB AG (siehe Anlage A)
- Technisches Regelwerk Fahrzeugzustand
  - TRF.9520 Zerstörungsfreie Prüfung
  - TRF.9521 Ultraschallprüfung (UT) Radsatz (siehe Anlage A)
  - TRF.9522 Magnetpulverprüfung (MT) Radsatz
  - TRF.9523 Wirbelstromprüfung (ET) Radsatz
  - TRF.9524 ZfP Sichtprüfung (VT)

##### RIL 984.04 (Auszug in Anlage A)

Gemäß diesem Regelwerk, Ausgabe vom 1. Juni 2003 gilt für die Radsätze des entgleisten Fahrzeuges:

##### *Abschnitt 3 Instandhaltungsstufen*

*Absatz 1: Je nach Art und Umfang der auszuführenden Arbeiten unterscheidet man die Instandhaltungsstufen IS 1 bis IS 3 sowie IS U (Behandlung auf Unterflurradsatzdrehmaschine).*

*Die Instandhaltungsstufen sind charakterisiert durch:*

- IS U Profilbearbeitung auf Unterflurradsatzdrehmaschine
- IS 1 Profilbearbeitung im ausgebauten Zustand
- IS 2 IS 1 mit Lageruntersuchung
- IS 3 Bewellen, Bescheiben, Bereifen mit IS 2

##### *Punkt 6 Radsätze prüfen und messen*

*Absatz 1: Die je Radsatzbauart konkret festgelegte zerstörungsfreie Prüfung ist im Anhang 1 ersichtlich. Die Radsätze sind nach Anhang 5 zu prüfen und zu messen. Die Ausführung der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung an den Radsätzen ist im Anhang 6 festgelegt. ....*

*Absatz 5 Für jeden gemessenen Radsatz ist ein innerbetriebliches Messblatt aufzustellen.*

*Absatz 8: Nach der Durchführung der Instandhaltungsstufen sind Prüf- und Messhandlungen nach Anhang 5, Tabellen 2 und 3 durchzuführen. Die Prüf- und Messergebnisse sind zu dokumentieren und mindestens für eine Dauer von 10 Jahren aufzubewahren und auf Verlangen vorzuweisen. ....*

*Abschnitt 15 Anstrich, Anschriften, Korrosions- und Beförderungsschutz an Radsätzen*

*Absatz 1: Vollräder klotzgebremster Radsätze sind bei IS 1 und IS 2 an den äußeren Vollradseiten mittels Drahtbürste oder einem wirksamen maschinellen Verfahren von der oberflächlich haftenden Farbe oder Rost zu befreien, was einem Normreinheitsgrad St 2 nach EN ISO 12944-4 entspricht. Diese gereinigten Flächen sind entsprechend BN 818 301, Beiblatt 50.02.03 zu beschichten.*

*Absatz 6: bei fertig bearbeiteten Radsätzen sind die zulässige Radsatzlast, die Radsatzbauart und der Ist Messkreisdurchmesser mit der vorgeschriebenen Farbe nach Radsatzzeichnung bzw. Anhang 3 aufzubringen.*

*Absatz 10: Die auf der Radsatzwelle und den Rädern angebrachten dauerhaften Kennzeichnungen durch Farbringe, Anschriften oder anderen Merkmalen sind bei jeder Instandhaltungsstufe eines Radsatzes nach Anhang 3 zu erneuern.*

*Absatz 12: Die an den Wellenstirnseiten und Vollradnaben eingestempelten Daten sind auf Vollständigkeit zu überprüfen, ebenso die Angaben in den Radsatz-Datenbändern. Die Seite mit der vollständigen Stempelung ist die A-Seite. Aktuelle Angaben sind zu ergänzen.*

*Anhang 1: Für die Radsatz-Bauart 180 sind unter anderm definiert:*

- Radsatz bei der DB AG für Beschaffung gesperrt
- Kein thermostabiles Rad
- Radsatz ist nicht für thermische Regenerierung zugelassen
- Radwerkstoff R7
- Spurkranzschweißen nur mit Vorwärmung
- ZfP am Radsatz:
  - a1 (Radsatzwellen auf Querrisse),
  - b1 (**Radkränze auf Querrisse**),
  - d2 (**Radkränze auf Eigenspannung**)
- Zulässige Radsatzlast 21 t
- Bei der ehemaligen DR angewendete Typen-Nummer der Radsätze:  
3230

### Anhang 3

- Kennzeichnung der Räder / Radkörper
- Kennzeichnung der Radsatz-Datenbänder

### Anhang 6, Punkt 1 - Fälligkeit der Prüfungen

- **Radkränze von Vollrädern klotzgebremster Radsätze auf Querrisse** gemäß Prüfanweisung RIL 907.0402 bei IS 1, IS 2 und IS 3 (Prüfung für erneuerte Teile nicht erforderlich)
- **Radkränze von klotzgebremsten Vollrädern auf Eigenspannungen** im Radkranz von Vollrädern (Kategorie 1,2 und 3) gemäß RIL 907.0801 bei IS 1, IS 2 und IS 3 (Prüfung für erneuerte Teile nicht erforderlich)

### Anhang 6 Punkt 3 -Erläuterung zu den Zerstörungsfreien Werkstoffprüfungen

#### 3.4 Radkränze von klotzgebremsten Vollrädern

##### 3.4.1 Kriterien für die Notwendigkeit der Eigenspannungsprüfung

.....

##### 3.4.2 Merkmale einer thermischen Überbeanspruchung

(1) Deutlich abgesetzter Farbabbrand am Übergang vom Radkranz zum Scheibenblatt.

An Vollrädern ohne Farbanstrich können auch starke Oxydationsspuren an diese Stelle vorhanden sein.

(2) Angeschmolzenen Bremssohlen oder Materialauftragungen auf den Lauf-  
flächen.

(3) AR-Maß-Erweiterung > 1363 mm.

##### 3.4.3 Kennzeichnung einer durchgeführten Eigenspannungsprüfung

(1) Nach erfolgter Eigenspannungsprüfung ist unabhängig von der Vollradka-  
tegorie auf dem Radsatz-Datenband die Stempelung „D“ in Zeile 4, unab-  
hängig von anderen Angaben vorzunehmen.

(2) Radsätze mit Vollrädern .....

##### 3.4.3 Verbesserung der Erkennbarkeit erneuter thermischer Überbeanspru- chung

Voraussetzung für eine verbesserte Erkennbarkeit ist die Behandlung der  
Vollräder nach Abschnitt 15, Absatz (1) und (2).

#### 3.5 Radscheiben/Radkörper

##### 3.5.1 Radscheiben der Vollräder

#### *Absatz 1 Vollräder*

*ohne Oberflächenfehler werden mit „E“ (bisher „M“)  
mit tolerierbaren Oberflächenfehlern bis 50 mm Länge in dem zulässigen  
Radscheibenbereich werden mit „E“1 (bisher „M1“) auf dem Radsatz-  
Datenband, Zeile 4 gekennzeichnet.*

*Absatz 2 Radsätze, die auf dem Radsatz-Datenband mit E1 (bisher M1) ge-  
kennzeichnet wurden sind bei jeder IS der Magnetpulverprüfung nach Prüf-  
anweisung zu unterziehen (Ausnahmen siehe Anhang 6, Abschnitt 1)*

#### RIL 907.801 (Auszug in Anlage A)

##### *1 Vorbemerkungen*

*Absatz 1 - Im Radkranz eines Vollrades können durch Einwirkung der Klotz-  
bremse und der damit verbundenen Wärmeentwicklung hohe Zugeigenspan-  
nungen in Radumfangsrichtung entstehen. Hohe Zugeigenspannungen und  
Anrisse sind die Ursache für Vollradbrüche.*

*Absatz 2 - Der Radkranz von Vollrädern ist mit einem Ultraschallprüfverfah-  
ren, das aus der Laufzeitdifferenz die Spannung ermittelt zu prüfen.*

*Absatz 3 - Als Prüfsystem sind folgende Gerätesysteme zugelassen:*

- *Ultraschallprüfgerät UER; UER-T  
(Frauenhofer-Institut Saarbrücken)*
- *DEBBIE (DEBRO UMS Warschau, Polen)*

##### *5 Prüfungsdurchführung mit dem Gerätesystem DEBBIE*

*Absatz 1 - Der zu messende Radsatz ist in geeigneter Form gegen ungewoll-  
tes Abrollen zu sichern. Es ist eine radiale Messspur etwa in 12-Uhr-Position  
festzulegen.*

*Bei der Messung unter dem Fahrzeug ist ein zugänglicher Abschnitt des  
Radkranzes auszuwählen.*

*Der erste Messpunkt ist auf dieser radialen Messspur 10 mm unterhalb der  
Lauffläche festzulegen (vgl. Bild 1). Im Abstand von 1 mm in Richtung Rad-  
nabe sind die maximal möglichen Messpunkte bis zur Kennrinne zu legen. Die  
Mitte des Prüfkopfes ist auf dem Messpunkt aufzusetzen.*

*Es sind grundsätzlich nur Einzelmessungen durchzuführen. Die gemessenen  
Eigenspannungswerte sind messpunktunabhängig zu erfassen (Tabelle der  
Einzelmesswerte). Der maximale Spannungswert ( 'Max'-Wert) ist zu ermit-  
teln. Dazu ist der Vordruck 907.0801.02 zu verwenden. In das Prüfprotokoll  
Vordruck 907.0801.01 ist der 'Max'-Wert als maximaler Spannungswert zu  
übernehmen.*

*Absatz 2 - Vor der Messung ist das werkstoffabhängige Kalibrierprogramm zu laden. Eine Korrektur des Textureinflusses erfolgt nicht.*

*Absatz 3 - Die Durchführung der Messung erfolgt nach dem Punkt 4.3 der Bedienungsanleitung des Herstellers. Abweichend von dieser Bedienungsanleitung sind die Einzelwerte der Messung zu dokumentieren.*

#### *6 Prüfungsentscheid*

*Absatz 1 - Der 'Max'-Wert ist das Ergebnis der Spannungsmessungen und muss im Bereich der zulässigen Eigenspannungen liegen.*

*Es gelten folgende Festlegungen für die zulässigen Eigenspannungen:*

<i>Radkategorie</i>	<i>Radwerkstoff</i>	<i>zulässiger Bereich</i>
<i>1</i>	<i>R1, R6, R7</i>	<i>-350 bis + 400 MPa</i>
<i>2</i>	<i>R1, R7</i>	<i>-350 bis + 300 MPa</i>
<i>3</i>	<i>R2, R3, R8, R9</i>	<i>-350 bis + 250 MPa</i>
<i>3</i>	<i>R7</i>	<i>-350 bis + 300 MPa</i>
<i>regenerierte Räder</i>	<i>alle</i>	<i>-30 bis + 170 MPa</i>

*Absatz 2 - Wird ein gemessener maximaler Zugeigenspannungswert außerhalb des Wertebereiches ermittelt, ist der Radsatz auszusetzen und einer entsprechenden Behandlung zuzuführen.*

*Räder mit Eigenspannungswerten außerhalb des Messbereiches von -350 bis + 550 MPa werden als „nicht prüfbar“ eingestuft und sind entsprechend zu behandeln. Diese Räder sind nicht der Regenerierung zu zuführen.*

#### *7 Nachweis und Kennzeichnung*

*Absatz 1 - Über die Messung der Eigenspannung im Radkranz von klotzgebremsten Vollrädern ist ein Nachweis auf Vordruck 907.0801.01 zu führen. Die Messergebnisse sind in geeigneter Form auf einem Datenträger für mindestens 5 Jahre zu sichern.*

*Absatz 2 – Die Kennzeichnung der Eigenspannungsmessung am Radsatz erfolgt entsprechend den geltenden Regelungen auf dem Datenband des Radsatzes.*

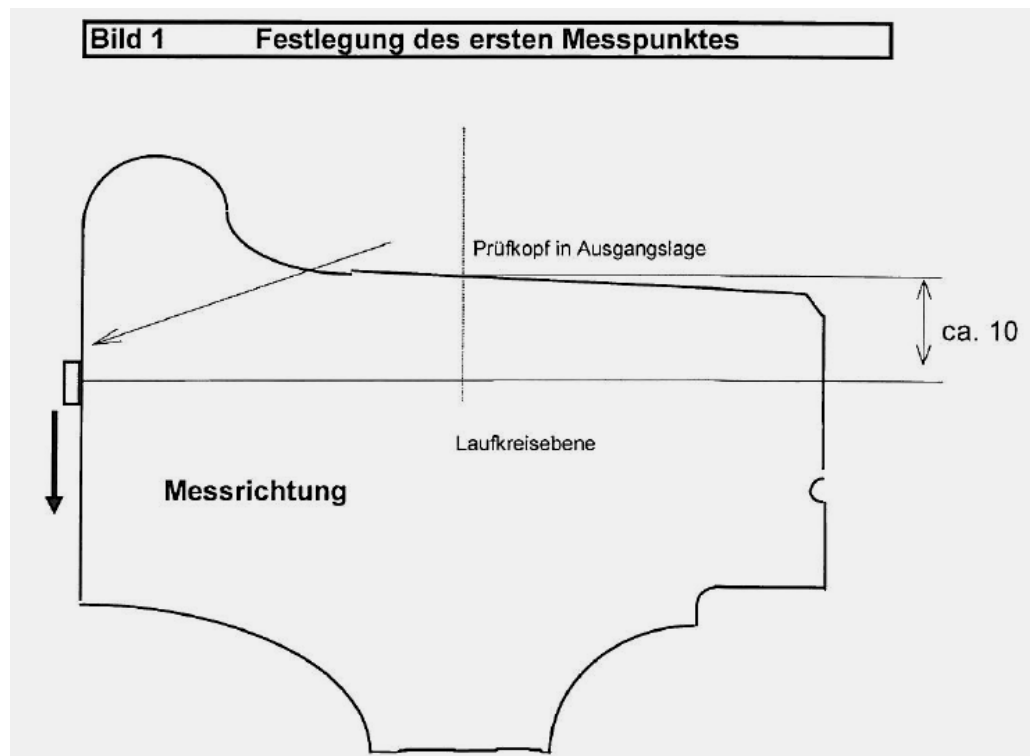


Abbildung 40 RIL 907.0801 (Auszug) Bild 1 - Festlegung des ersten Messpunktes

**Prüfprotokoll** Spannungsmessung an Vollrädern

Gerätesystem: DEBBIE Datum: .....Prüfer: .....

Tabelle der Einzelmeßwerte					
Radsatz Bauart	Radsatz-Nr.	Meßpunkt Nr.	Meßwerte MPa linkes Rad    rechtes Rad		Bemerkungen
		1			
		2			
		3			
		20			
		30			
		Max-Wert*			

Max-Wert\* in Spalte  $\sigma_{\max}$  auf Vordruck 907.0801.01 übertragen

Abbildung 41 RIL 907.0801 (Auszug) 907.0801.02 Tabelle der Einzelmesswerte mit Gerät DEBBIE



<b>Prüfprotokoll</b> Spannungsmessung an Vollrädern Gerätesystem: ..... Datum: ..... Prüfer: ..... Mittelwert der Kalibrierung: ..... MPa						
Radsatz Bauart	Radsatz- Nr.	Meßergebnisse				Bemerkungen (z. B. Punktmessung mit Angabe der Tiefe)
		linkes Rad		rechtes Rad		
		Stahl sorte	Wert $\sigma_{max}$	Stahl- sorte	Wert $\sigma_{max}$	

**Abbildung 42 RIL 907.0801 (Auszug) 907.0801.01 Prüfprotokoll - Spannungsmessung an Vollrädern**

#### TRF.9521 Ultraschallprüfung (UT) Radsatz (Auszug in Anlage A)

Diese von der TRF-Geschäftsstelle der DB AG verlaublichen Regelwerke wurden am 1. Juni 2006 in die DIN 27201-1 bis -7 überführt.

In TRF.9521 Ultraschallprüfung (UT) Radsatz (siehe Anlage A) wurde unter anderem festgelegt:

#### *Punkt 8 Prüfprotokoll*

*Absatz 1 Entsprechend der Prüfanweisung ist für jede Ultraschallprüfung von Rad, Radsatzwelle ein Prüfprotokoll aufzustellen.*

*Absatz 2 Im Prüfprotokoll müssen mindestens folgende Punkte dokumentiert werden:*

- *Betrieb/Prüfer/Datum*
- *Bauteilart/Nr.*
- *Ultraschallprüfgerät (Fabrikat)*
- *Gerätenummer*
- *Prüfkopf (Bezeichnung/Nr.)*
- *Grundverstärkung*
- *Registrierverstärkung*
- *Prüfergebnisse*
- *Bewertung (mit/ohne Befund: zulässig/unzulässig)*
- *Unterschrift/Prüfer*
- *Unterschrift/Prüfaufsicht*

#### 9.8.7. Stellungnahme der DB AG zu den Radscheiben (Auszug aus Anlage A)

Durch die DB AG, TZF 23 wurde am 18. Jänner 2008 zu den im entgleisten Wagen verwendeten Radsätzen folgende Stellungnahme abgegeben:

*Die Radsätze der BA 180 sind mit nicht thermisch hochbelastbaren Vollräder (Radform ähnlich BA 002) ausgerüstet.*

*Behandlung Radsätze mit thermischer Überhitzung:*

*Feststellung durch den Wagenmeister im Betrieb:*

*RIL 936 .1311*

*Cod 1.2 thermische Überbeanspruchung bei nicht thermisch hochbelastbaren Rädern ==> Wagen bezetteln bzw. Aussetzen (Ausschalten der Bremse und Ausbau der Radsätze zur weiteren Untersuchung)*

*Untersuchung in den Servicestellen gemäß RIL 98426 B5, Anlage 5:*

*Ausbaugrund: Merkmale einer thermischen Überhitzung an nicht thermisch hochbelastbaren Rädern. ==> Radsatz ausbauen Durchführung einer Eigenspannungsprüfung und Rissprüfung*

*Untersuchung in der Radsatzwerkstatt gemäß RIL 98404 BK4*

*- Anhang 6: Die in den Übersichten des Anhanges 1 angegebenen Stahlsorten sind die überwiegend vorkommenden ..... Aus früheren Beschaffungen sind auch andere Stahlsorten vorhanden . Diese Räder sind zu verschrotten. "*

*- Anhang 1: RS BA 180 ==> R7*

*Bei Radsätzen, deren Vollräder den z Eigenspannungswert nach RIL 907.0801 nicht entsprechen, sind zu verschrotten, bzw. wenn für die betreffende Radsatzbauart erlaubt einer Regenerierung zuzuführen. Die Radsatzbauart 180 darf nicht regeneriert werden.*

#### 9.8.8. Kennzeichnung der Radsätze bei der ehemaligen Deutschen Reichsbahn (DR) aus Stellungnahme der DB AG (Auszug aus Anlage A)

*Ab 01.03.1991 Kennzeichnung nach Fw 0000.02..001.00.01 ==> auf der inneren Stirnfläche der Nabe (kalt eingeschlagen):*

- Herstellerwerk*
- Nr. Schmelze*
- Werkstoffkennzeichnung*
- Monat/Jahr Herstellung*

*Ab 1995 Kennzeichnung nach TL 918 277 jetzt BN 918277:*

- *Nr. Schmelze*
- *Hersteller*
- *lfd.Nr. des Vollrades*
- *Monat/Jahr Herstellung*
- *Werkstoffkennzeichnung*
- *Vollradbauart*
- *Prüfstempel*
- *HP-Prüfung*
- *Restunwucht*
- *Zusatzinformation*

*Nachträgliche Werkstoffkennzeichnung auf der inneren Stirnfläche der Nabe der Räder ab 02.90:*

- *2 Senkungen : Material nach UIC (R7, R1, R6, BV1)*
- *1 Senkungen : Material nicht nach UIC (GOST20, R2, R3, R8, R9)*

*Ausmusterung/Verschrottung der Vollräder aus Werkstoff GOST 20, R2, R3, R8, R9, BV2 bei DB Cargo/Railion lt. Anweisung vom 27.02.1998.*

*Entsprechend Rundschreiben 3/93 vom 08.1998 wurden die Radsätze mit den vorgenannten Werkstoffen bei P- Güterwagen nicht verschrottet .*

*Diese Radsätze wurden der Radkategorie d3 (Kategorie d3 bedeutet:*

*Ermittlung der Eigenspannung bei jeder Instandhaltungsstufe, unabhängig davon, ob Merkmale einer hohen thermischen Beanspruchung vorhanden sind) zugeordnet und mit der zusätzlichen Radwerkstoffmarke am Radsatzlager versehen und entsprechen behandelt.*

Laut Rundschreiben 3/93 der DB AG dürfen Radsätze mit Radscheiben aus Werkstoff GOST 20, R2, R3, R8, R9 und BV2 bei „P“ – Güterwagen unter Einhaltung bestimmter Vorgaben weiter eingesetzt werden.

#### 9.8.9. Letzte planmäßige Instandhaltung im Februar 2004

Die letzte planmäßige Instandhaltung erfolgte im Februar 2004 bei NedTrain Waggonreparatur – Betrieb Duisburg GmbH die Anschrift erfolgte folgendermaßen:

4	REV	Intervall / Revisionsanschrift
	213	NedTrain Waggonreparatur – Betrieb Duisburg GmbH
	27.2.04	

Dabei wurden an den Radscheiben des gebrochenen Radsatzes im Zuge einer Aufarbeitungsstufe „IS2“ folgende Messungen durchgeführt:

- Radkränze auf Eigenspannung – gemäß RIL 907.0801 (Ultraschallprüfung mittels Gerätesystem DEBBIE im Radkranz von Vollrädern)
- Radkränze auf Querrisse – gemäß RIL 907.0402 (Ultraschallprüfung der Radkränze von Vollrädern)

In der nachstehenden Abbildung wird rechnungstechnisch dokumentiert, dass im Februar 2004:

- die Radsätze thermische Schäden hatten,
- Radsatzuntersuchung IS 2 (incl. Lageraufarbeitung)
- eine thermische Farbe aufgebracht wurde und
- eine Radsatz-Eigenspannungsprüfung BA 80/88 ff durchgeführt wurde.

Dokumentation der durchgeführten Untersuchungen (Auszug):

VTG Leistungsverzeichnis VTG									
NedTrain: WBD GmbH		NED TRAIN						Rg.-Nr.: 20040536	
WBD Steuernr.: 109/5920/0136. Finanzamt Duisburg		Waggonreparatur-Betrieb Duisburg GmbH, 47058 Duisburg						Rg.-Dat.: 30.03.2004	
VTG-Lehnkering AG Abt. SL-CO Nagelsweg 34 20097 Hamburg		Wagen-Nr. 3380 787 4 385-7		Zulassung: HU G4-8 4Achs. KE Y-Drg.		Kd.Nr. 431563		Typ: A524585D	
		Bemerkung: <b>Achtung: Radsätze haben Thermische Schäden !!!</b>				Eingang: 04.02.2004		Ausgang: 27.02.2004	
Pos.	Katalog	Bezeichnung	LA	AZK-Grp.	Stück	Zeitminuten	Lohn Wert	Material	
1	498	Radsatzuntersuchung IS 2 ( incl. Lageraufarbeitung )	05	04	4,00	1.184,00	947,20		
2	762101	Radsatzlagerfett ETG1219N	05	04	6,00			25,02	
3	310814	Filzstreifen BA80 12x12x560mm	05	04	8,00			6,34	
4	310820	Deckeldichtung BA88 237x243x3	05	04	8,00			4,27	
5	368016	Snorkantringe T.6 16mm St.	05	04	24,00			3,43	
6	700010	Thermische Farbe RAL8019	05	04	0,80			3,54	
7	506	Radsatz- Eigenspannungsprüfung BA 80 / 88 ff	05	04	4,00	0,00	92,04		
8	1892	Aufnahme und Servicepauschale je Fahrzeug	21	01	1,00	40,00	32,00		
9	1911	Pauschale HU G4.8, Bremse KE, 4-Achser ( Y-DG )	21	01	1,00	564,00	451,20		
10	1923	Häufigkeitsarbeiten bei HU G4.8, 4 Achs er ( Y- DG )	21	01	1,00	235,00	188,00		
11	120770	Bremssohle 320mm mit Dehnfuge	21	01	16,00			114,40	
12	1938	Pauschale Kleinmaterial bei HU G4.8, 4- Achser ( Y- DG )	21	01	1,00	0,00	7,67		

Abbildung 43 Auszug aus Leistungsverzeichnis aus 2004

Über den Umfang der durchgeführten Arbeiten im Zuge einer IS 2 wurde vom Fahrzeughalter das Dokument „KR-Anweisung“ übermittelt (siehe Anlage A). In der nachstehenden Abbildung ist der Umfang beschrieben.

498	IS 2: Radsatzuntersuchung IS 2 ( incl. Lageraufarbeitung )	
1927	Radsatz incl. Welle reinigen und vermessen	X
1907	Umrißbearbeitung pro Radsatz (Profilierung)	X
543	Rollenachslagergehäusedeckel ab, an	X
521	Radsatz- Datenring neue Daten einschlagen	X
504	Radsatz- Ultraschallprüfung lt. DS 984 04	X
507	Radsatz- Ultraschallprüfung ( Welle )	X
538	Rollenachslager de- und montieren je Radsatz	X
540	Rollenachslager aufarbeiten je Radsatz	X
542	Rollenachslagergehäuse reinigen und prüfen	X
526	Radsatzscheibe von außen mit Alkydharzeinschichtfarbe einstreichen	X
1659	Achslagergehäuse reinigen und streichen	X
1908	Radsatzwellenschaft reinigen und streichen	X
497	Radsatz- Transport	X

Abbildung 44 Auszug aus "KR-Anweisung" des Fahrzeughalters

Zur Durchführung der Arbeiten wurden vom Fahrzeughalter folgende Dokumente übermittelt:

Radsatznummer	099631	Radsatzdurchmesser	864 mm
Lager Bauart	180 (Y)	Radsatz Bauart	180
Wagennummer	338078743857	Achslast	21,0 to
		Anz. der Schnitte	1

Ultraschallprüfung durchgeführt ?	Ja	Lagerprüfung durchgeführt ?	Ja
Eigenspannungsprüfung durchgeführt ?	Ja	Magnetpulverprüfung durchgeführt ?	Nein

Bemerkung

	Links	Rechts
1 Radreifendicke (nur bei bereiften Radbänzen)		
2 Radreifenbreite	A: P: 134,2	A: P: 134,2
3 Messkreisdurchmesser	A: 874 P: 864	A: 873 P: 864
4 Rundlaufabweichung	0,1	0,1
5 Planlaufabweichung	0,2	0,2
6 Ar 1 u. Ar 2 Mass oder Ersatzmass	224,5	224,5
7 Ar- Mass (zur Kontrolle)		1361,71
8 Rundlaufabweichung der Wellenmitte		0,3
9 Spurmass SR		1422,71

A: Aufmass      P: Prüfmass

Abbildung 45 Messblatt 1 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug)

**Prüfbericht zur Eigenspannungsmessung (P)**

Prüfart :	NedTrain WBD GmbH
Datum der Eigenspannungsmessung :	20. Feb. 04
Prüfer :	
Radsatzbauart :	180
Radsatzwerkstoff :	R7
Radsatznummer :	099631
Prüfbedingung erfüllt ?	Ja

Unterschrift Prüfer

Lfd Nr Vorgang 5226 Eingangsdatum: 04.02.04

+97 MPA +246 MPA

L R

Abbildung 46 Messblatt 2 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug)

Gemäß Prüfbericht zur Eigenspannungsmessung erfüllt der Radsatz die Bestimmungen der DB AG (zulässiger Grenzwert 300 MPa) und die Bestimmungen gemäß Merkblatt UIC 510-2 (zulässiger Grenzwert 250 MPa)

**In diesem Prüfbericht lässt sich das verwendete Prüfgerät für die Eigenspannungsprüfung nicht nachvollziehen!**

**Die übermittelten Prüfprotokolle für die Eigenspannungsmessung entsprachen nicht den Mindestforderungen gemäß TRF und RIL 907.0801.**

Gemäß RIL 907.0801 der DB AG „Zerstörungsfreie Prüfung; Ermittlung der Eigenspannungen im Radkranz von Vollrädern mit Ultraschall“, Seite 1, Punkt 1, Absatz 3 vom 1. April 1998 waren folgende Gerätesysteme als Prüfsysteme zugelassen:

- Ultraschallprüfgerät UER; UER-T (Frauenhofer-Institut Saarbrücken)
- DEBBIE (DEBRO UMS Warschau, Polen)



Laut Fragebeantwortung des Fahrzeughalters, eingelangt am 20. Mai 2009, erfolgte eine Prüfung der „Radkränze auf Eigenspannung – gemäß RIL 907.0801 (Ultraschallprüfung mittels Gerätesystem DEBBIE im Radkranz von Vollrädern)“

Ultraschall Prüfprotokoll der Radscheibe (P)	
Radsatz Nr. :	099631
Eingangsdatum :	04.02.04
Radsatzbauart :	180
Achseigentümer :	VTG Lehnkering
Prüfart :	NedTrain WBD GmbH
Prüfgerät :	Echograph 1080
Hersteller :	Karl Deutsch Wuppertal
Bemerkung :	ohne Befund
Software Version :	1.0 G
WBD Auftrags Nr. :	11161,002
Lfd Nr Vorgang :	5226
Verschiebung :	14 mm
Messlänge :	250 mm
Schallgeschwindigkeit :	3255 m/s
Prüfkopftyp :	WB45-2/WG70P2
Einschallwinkel :	45° u. 70°
Verstärkung :	48,5 dB
Schwelle :	3%
Frequenzbereich :	0,5-6Mhz
Sendeleistung :	Leistung
Senderdämpfung :	ohne
Prüfer :	
Datum der Prüfung :	20. Feb. 04

Abbildung 47 Messblatt 3 aus 2004 des gebrochenen Radsatzes (Auszug)

Laut Fragebeantwortung des Fahrzeughalters, eingelangt am 20. Mai 2009, handelt es sich hierbei um die „Prüfung der Radkränze auf Querrisse – gemäß RIL 907.0402 (Ultraschallprüfung der Radkränze von Vollrädern)“.

#### 9.8.10. Nachweis der Eigenspannungsprüfung mittels Gerätesystem DEBBIE

Von der Instandhaltungswerkstätte „WRS Westdeutsche Rail Service GmbH“ dem Rechtsnachfolger des Reparaturwerkes der NedTrain B.V. in Duisburg, seit 19. Juli 2004 wurde eine Dokument übermittelt, dass die Eigenspannungsmessung am Radsatz 099631 nach den damals gültigen Prüfverfahren und –geräten bestätigt

**WRS Westdeutsche Rail Service GmbH** 

---

Westdeutsche Rail Service GmbH – Wintgensstraße 91 - 47058 Duisburg

<b>Firma</b> VTG Aktiengesellschaft Instandhaltungssysteme und Sicherheitsmanagement [Redacted] Nagelsweg 34 D - 20097 Hamburg	<b>Datum</b> : 05.06.2009 <b>Es schreibt Ihnen</b> Abteilung Telefon Telefax Mobil E-Mail Internet
--	---

Sehr geehrter [Redacted]

hiermit bestätigen wir, dass die Eigenspannungsmessungen an Radsatz 099631 nach den damals gültigen ZFP-Verfahren 907.0801 bzw. 907.0402 durchgeführt wurden.


Zur Prüfung der Eigenspannung wurden in diesem Zeitraum Geräte von Debro UMS s.c. verwendet.

- Debbie Gerät Nr. 39
- Debbie Gerät Nr. 27

Mit freundlichen Grüßen

  
[Redacted]  
WRS Westdeutsche Rail Service GmbH



Telefax +49 203 30 500-77

---

WRS Westdeutsche Rail Service GmbH Telefon +49 203 30 500-0 Telefax +49 203 30 500-99 E-Mail <a href="mailto:info@wrs- Duisburg.de">info@wrs- Duisburg.de</a> Internet <a href="http://www.wrs- Duisburg.de">www.wrs- Duisburg.de</a>	Geschäftsführer: Volker Gassenmann Handelsregister: Duisburg HR B 16612 USt- ID DE 233704091 Steuer-Nr. 156/25305435	Sparkasse am Niederrhein BLZ: 364 600 00 Konto 1 101 188 490 SWIFT WELA DE 33 MOR IBAN DE 45 3545 0000 1101 1694 80	Dresdner Bank AG Leipzig BLZ: 860 800 00 Konto 010 734 44 00 SWIFT DRES DE 33 160 IBAN DE 16 3603 0000 0070 724 44 00
---	--	---	---

**Abbildung 48 Bestätigung der Prüfverfahren und -geräte**

Im Zuge der Übermittlung des zuvor abgebildeten Schreibens wurde folgendermaßen Stellung genommen: „.... beiliegend übersenden wir Ihnen, wie besprochen einen Nachweis, dass die genannten Geräte zum Zeitpunkt der Prüfung 2004 im Eigentum der WBD (nachfolgend WRS) waren.

Da weder Kauf- noch Lieferunterlagen (Eigentümerwechsel) vorhanden sind, senden wir Ihnen die vom Hersteller ausgestellten Kalibrierungsbescheinigungen vor und nach dem Prüfungszeitpunkt.“ Beilage zwei Kalibrierblätter aus 2003:

**DEBRO UMS** ultrasonic measurement of stresses

Warsaw, 22.08.2003

**Accuracy Test**  
Quality control form 2

Instrument type: DEBBIE  
Unit number: 27  
Probehead type: Birefringence  
Probehead number: P27  
Date of release: 22.08.2003  
Validity: 22.08.2004

**Results:**

No.	Stress	Error	Settings	Block
001	-056 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-50
002	+048 MPa	E= 1 +000 -079	: STANDARD	+50
003	-130 MPa	E= 3 +000 -079	: STANDARD	-130
004	-248 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-235
005	-004 MPa	E= 1 +000 -079	: DEBRO 0 STND.	

Maximum Error: 12 MPa  
Maximum Scatter: 22 MPa

Measurements Responsible: *[Signature]* Quality Control Responsible: *[Signature]*

DEBRO UMS s.c. Nowosolipsowska 1, 02-385 Warsaw, POLAND  
Bank Pekao SA II O/Warszawa, Kredytowa 3, 00-950 Warsaw  
Account No: 75 12401024197800002684332  
fax: (+48) 22 88 112 88

**DEBRO UMS** ultrasonic measurement of stresses

Warsaw, 23.08.2004

**Accuracy Test**  
Quality control form 2

Instrument type: DEBBIE  
Unit number: 27  
Probehead type: Birefringence  
Probehead number: P27  
Date of release: 23.08.2004  
Validity: 23.08.2005

**Results:**

No.	Stress	Error	Settings	Block
001	-043 MPa	E= 1 +000 -079	: STANDARD	-50
002	+043 MPa	E= 1 +000 -079	: STANDARD	+50
003	-120 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-130
004	-240 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-235
005	-004 MPa	E= 1 +000 -079	: DEBRO 0 STANDARD	

Maximum Error: 10 MPa  
Maximum Scatter: 24 MPa

Measurements Responsible: *[Signature]* Quality Control Responsible: *[Signature]*

DEBRO UMS s.c. Nowosolipsowska 1, 02-385 Warsaw, POLAND  
Bank Pekao SA II O/Warszawa, Kredytowa 3, 00-950 Warsaw  
Account No: 75 12401024197800002684332  
fax: (+48) 22 88 112 88

Abbildung 49 Kalibrierblatt für Gerät 27

**DEBRO UMS** ultrasonic measurements of stress

Warsaw, 19 May 2003

**Accuracy Test**  
Quality control form 2

Instrument type: DEBBIE  
Unit number: 39  
Probehead type: Birefringence  
Probehead number: P39  
Date of release: 19 May 2003  
Validity: 18 May 2004

**Results:**

No.	Stress	Error	Settings	Block
001	-048 MPa	E= 1 +000 -079	: STANDARD	-50
002	+053 MPa	E= 3 +000 -079	: STANDARD	+50
003	-123 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-130
004	-219 MPa	E= 3 +000 -079	: STANDARD	-220
005	-001 MPa	E= 2 +000 -079	: CALBLOCK NO 0	

Maximum Error: 7 MPa  
Maximum Scatter: 21 MPa

Measurements Responsible: *[Signature]* Quality Control Responsible: *[Signature]*

DEBRO UMS s.c. Nowosolipsowska 1, 02-385 Warsaw, POLAND  
Bank Pekao SA II O/Warszawa, Kredytowa 3, 00-950 Warsaw  
Account No: 75 12401024197800002684332  
fax: (+48) 22 88 112 88

**DEBRO UMS** ultrasonic measurement of stresses

Warsaw, 19 July, 2004

**Accuracy Test**  
Quality control form 2

Instrument type: DEBBIE  
Unit number: 39  
Probehead type: Birefringence  
Probehead number: P39  
Date of release: 19 July 2004  
Validity: 18 July 2005

**Results:**

No.	Stress	Error	Settings	Block
001	-038 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	-50
002	+040 MPa	E= 2 +000 -079	: STANDARD	+50
003	-115 MPa	E= 3 +000 -079	: STANDARD	-130
004	-232 MPa	E= 3 +000 -079	: STANDARD	-235
005	+001 MPa	E= 2 +000 -079	: CALBLOCK NO 0	

Maximum Error: 15 MPa  
Maximum Scatter: 23 MPa

Measurements Responsible: *[Signature]* Quality Control Responsible: *[Signature]*

DEBRO UMS s.c. Nowosolipsowska 1, 02-385 Warsaw, POLAND  
Bank Pekao SA II O/Warszawa, Kredytowa 3, 00-950 Warsaw  
Account No: 75 12401024197800002684332  
fax: (+48) 22 88 112 88

Abbildung 50 Kalibrierblatt für Gerät 39

### 9.8.11. Fahrzeuglauf in Österreich

Auf Grund der zur Verfügung gestellten Daten zur Fahrzeughistorie konnte der Fahrzeuglauf erst ab dem 30. November 2006 bis zum Entgleisungszeitpunkt rekonstruiert werden. Für die Zeiträume vor dem 30. November 2006 wurden keine Daten vorgelegt.

Der Wagen verkehrte:

- 32 mal im beladenen Zustand von Bf Brückl (in Kärnten) nach Bf Lenzing (in Oberösterreich) und unbeladen zurück (vorwiegend über die Tauernstrecke). Längere Aufenthalte in bestimmten Bf bzw. andere Zugläufe sind durch Laufänderungen an bestimmten Wochenenden und Feiertagen erklärbar.
- einmal im beladenen Zustand von Bf Brückl nach Bf Arnoldstein und unbeladen zurück
- einmal im beladenen Zustand von Bf Brückl nach Bf Usti Nad Labem Zapad (in Tschechien) und unbeladen zurück (über Tauernstrecke und Staatsgrenze nächst Summerau).

Zwei außerplanmäßige Instandhaltungen in Salzburg Gnigl erfolgten:

- 3. bis 6. Jänner 2007 und
- 3. bis 4. Juli 2007.

### 9.8.12. Außerplanmäßige Instandhaltungen

Arbeitsauftrag zum Schadensprotokoll vom 16. März 2006 (Auszug). Die Ursache des Schadens ist nicht bekannt:

Schadensprotokoll für innerbetriebliche Verständigung				
Nr.: 06-165-AT - intern		Bahnhof <u>Attnang Puchheim</u>		
ID: 46.609	vom <u>16.03.2006</u>		von <u>Lenzing</u>	nach <u>Brueckl</u>
SendungsNr.: <u>81</u>   <u>02123-</u>   <u>757096</u>				
angekommen in: <u>Attnang Puchheim</u>	am <u>16.03.2006</u>	mit Zug <u>67837</u>	<input checked="" type="checkbox"/> leer	<input type="checkbox"/> beladen
Wagen Nr.: <u>33 80 787 4 385-7 D-DB AG</u>	Heimatbahnhof	letzte Revision	Eigengewicht	
		<u>27.02.2004</u>	<u>20.760</u>	
Einsteller: <u>VTG-Lenkering AG Hamburg</u>		Fax Nr.: <u>+49 4023 542 330</u>		
Übergangsbahnhöfe (Leitungsweg)				
so von	<input type="checkbox"/> AVV-EVU	<input checked="" type="checkbox"/> Anschlußbahn	<input type="checkbox"/> Firma	<input type="checkbox"/> nicht AVV-EVU
				<u>ÖBB - Österreich</u> übernommen
UIC_Code	Anzahl	Schadensbeschreibung	L3	Ladung
3.2.1	16	Bremssohlen, Graugussbremssohle - so abgenutzt, dass die Dicke x im Bereich des Bremsklotzschuhs < 10mm beträgt.		
5.6.1	1	Zug- und Stoßeinrichtungen, Teil fehlt, ist beschädigt oder unbenutzbar. Kuppelbügel aufgezogen		
5.6.2	1	beschädigter oder unbenutzbarer Aufhängehaken.		

Abbildung 51 Schadensprotokoll vom 16.03.2006

Dokumentation der außerplanmäßige Instandhaltungen in Salzburg Gnigl vom 3. bis 6. Jänner 2007:

**Schadensprotokoll für innerbetriebliche Verständigung**

Nr.: 07-7-BTM Sb - intern  
ID: 160.965

Bahnhof Salzburg Gnigl Einfgr

SendungsNr.: 81 03781-2 000000 vom 02.01.2007 von Brueckl nach Lenzing

angekommen in: Salzburg Gnigl Einfgr am 03.01.2007 mit Zug 54352 ☐ leer ☒ beladen

Wagen Nr.: 33 80 787 4 385-7 D-DB Heimatbahnhof Maschen letzte Revision 27.02.2004 Eigengewicht 20.760

Einsteller: VTG - Lenkering AG Hamburg Fax Nr.: +49 4023 542330

Übergangsbahnhöfe (Leitungsweg)

so von ☒ AVV-EVU ☐ Anschlußbahn ☐ Firma ☐ nicht AVV-EVU RCA - Österreich übernommen

UIC_Code	Anzahl	Schadensbeschreibung	L3	Ladung
4.8.2	<u>1</u>	<u>Gleitstückfeder gebrochen.</u>		

Abbildung 52 Schadensprotokoll vom 02.01.2007

Dokumentation der außerplanmäßige Instandhaltungen in Salzburg Gnigl vom 3. bis 4. Juli 2007:

**Schadensprotokoll für innerbetriebliche Verständigung**

Nr.: 07-770-SR - intern  
ID: 231.556

Bahnhof Salzburg Gnigl Einfgr

SendungsNr.: 81 02012-3 000000 vom 03.07.2007 von Lenzing nach Brueckl

angekommen in: Salzburg Gnigl Einfgr am 03.07.2007 mit Zug 54384 ☒ leer ☐ beladen

Wagen Nr.: 33 80 787 4 385-7 D-DB Heimatbahnhof Maschen letzte Revision 27.02.2004 Eigengewicht 20.760

Einsteller: VTG Lenkering AG - Hamburg Fax Nr.: +49 4023 542330

Übergangsbahnhöfe (Leitungsweg)

so von ☒ AVV-EVU ☐ Anschlußbahn ☐ Firma ☐ nicht AVV-EVU RCA - Österreich übernommen

UIC_Code	Anzahl	Schadensbeschreibung	L3	Ladung
4.8.2	<u>1</u>	<u>Gleitstückfeder gebrochen.</u>		

Abbildung 53 Schadensprotokoll vom 03.07.2007

### 9.8.13. Prüfung des Steuerventils

Am 7. Dezember 2007 wurde von den ÖBB Technische Services GmbH das Steuerventil der pneumatischen Bremsanlage überprüft.

Bei einer Fehlfunktion könnte eine permanente Bremsung bewirkt werden.

Das der UUB vorliegende Bremsprüfprotokoll zeigt eine ordnungsgemäße Funktion des Steuerventils.



## 9.9. Untersuchung der Radsätze

Die Radsatzwelle des Radsatzes mit der gebrochenen Radscheibe weist eine Verbiegung auf, die als Folgeschaden des Unfalls anzusehen ist.



**Abbildung 54 Verbogene Radsatzwelle**

### 9.9.1. Gebrochene Radscheibe

Gemäß den vorliegenden Unterlagen handelt es sich bei der gebrochenen Radscheibe um Radkategorie 2 aus Radwerkstoff R7.

Die gebrochenen Teile der Radscheibe wurden in diesem Bericht folgendermaßen bezeichnet:

Radscheibenrest



**Abbildung 55 Radscheibenrest**





**Abbildung 56** Bruchstücke der Radscheibe Außenseite

Die Bruchstücke 1 und 2 wiesen an den Bruchstellen korrodierte Stellen auf, dies sind Anzeichen für einen Ermüdungsbruch. Ein Teil der Bruchlinie weist die Form der Bogenlinie eines Kreisabschnittes auf. In diesem Bereich liegt mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit die Rissausgangsstelle.



**Abbildung 57** Bruchlinie in Form der Bogenlinie eines Kreisabschnittes



**Abbildung 58** Bruchstück 1 unmittelbar nach dem Unfall



**Abbildung 59** Bruchstück 1



**Abbildung 60** Bruchstück 1 - Bruchfläche zu Bruchstück 2



**Abbildung 61** Bruchstück 2 unmittelbar nach dem Unfall



**Abbildung 62 Bruchstück 2**



**Abbildung 63 Bruchstück 2**

Bruchstück 3 zeigt Gewaltbrüche und ist als Folge der Entgleisung anzusehen.



**Abbildung 64 Bruchstück 3 unmittelbar nach dem Unfall**

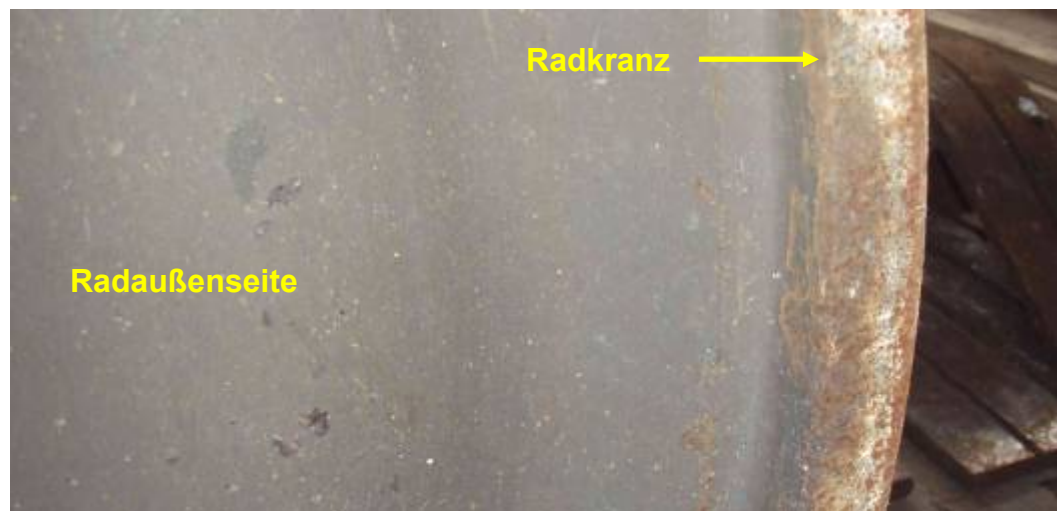




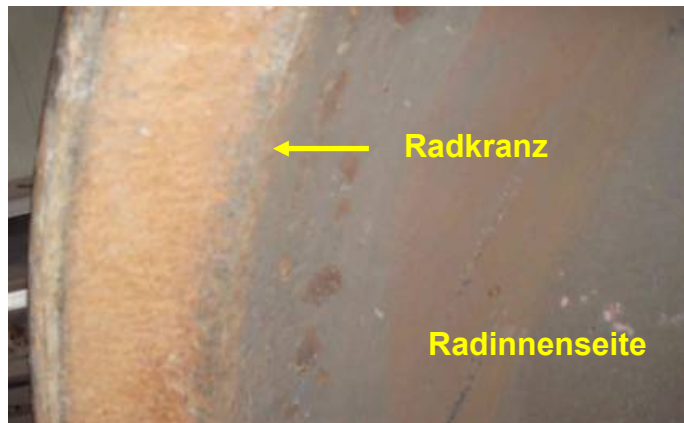
**Abbildung 65 Bruchstück 3**

9.9.2. Untersuchung auf Spuren thermischer Überhitzung beim Radsatz mit der gebrochenen Radscheibe (3R)

Die gebrochene Radscheibe weist infolge der Entgleisung große Lackschäden auf. Da das Bremsgestänge die Kraft des Bremszylinders gleichmäßig auf alle acht Räder aufteilt wurde zur Beurteilung einer vorhergehenden thermischer Überhitzung das nicht gebrochene Rad 3L als Referenz zur Untersuchung herangezogen.



**Abbildung 66 Radaußenseite 3L bei der Überprüfung auf Farbabbbrand**



**Abbildung 67 Radinnenseite 3 L bei der Überprüfung auf Farbabbrand**

Gemäß AVV, Anlage 9, Anhang 1 Punkt 1.2.2 ist eine thermische Überbeanspruchung durch die Bremse durch folgende Kriterien definiert:

- Neuer Farbabbrand an der Radkranzverbindung **von 50 mm und mehr**
- Oxidationsspuren am Radkranz (Radscheibe nicht gefärbt)
- Angeschmolzene Bremssohlen
- Beschädigung der Lauffläche mit Metallauftragung

**Ein frischer Farbabbrand durch eine thermische Überbeanspruchung durch die Bremse konnte auf der Referenzradscheibe 3L nicht festgestellt werden.**

Der Halter des Fahrzeuges und das RU sind seit 1. Juli 2006 Vertragsparteien des AVV.

### 9.9.3. Untersuchung der nichtentgleisten Radsätze auf thermische Überbeanspruchung

Die nichtentgleisten Radsätze wurden im Zuge der Eigenspannungsprüfung am 19. Dezember 2007 im TS-Werk abgebildet.



**Abbildung 68 Nichtentgleister Radsatz 035033 linke Radscheibe**



**Abbildung 69 Nichtentgleister Radsatz 035087**

**Ein auf der Außenseite sichtbarer Farbabbrand von 50 mm und mehr konnte nicht festgestellt werden. Im Radkranzbereich darf die Stirnfläche nicht mit Anstrichstoffen versehen sein (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.3.7).**

Durch das RU wurden auch Bilder von thermisch überhitzten Radsätzen zur Verfügung gestellt. Diese Radsätze wurden gemäß AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.2.2 vom Wagendienst ausgesondert.



**Abbildung 70 Unbekannter Radsatz mit thermisch geschädigter Radscheibe**



#### 9.9.4. Daten der Radsätze

Folgende Radsätze waren zum Zeitpunkt des Unfalls im entgleisten Güterwagen 33 80 787 4 385-7 eingebaut:

Position	Radsatz- nummer	Radsatz- last	Material	Schadens- bild	Kennzeichnung an der inneren Nabenstirnfläche
1	035033	21 t	R1/7	nicht entgleist	2 Senkungen
2	035087	21 t	R1/7	nicht entgleist	2 Senkungen
3	099631	21 t	R1/7	gebrochen, entgleist	keine Senkung, gebrochenes Rad „46C“ anderes Rad „C64“ und gelbe Farban- schrift „180 864 21t“ (siehe [3], Seite 5)
4	865452	20/21 t	R1	entgleist	keine Senkung

Anmerkungen:

RSL 20/21 t: Bei der Zahl 20 t ist die Ziffer 0 mit einer Ziffer 1 überstempelt

Material R1/7: Bei der Zahl R1 ist die Ziffer 1 mit einer Ziffer 7 überstempelt

**Abbildung 71 Tabelle Angaben Radsatz-Datenband**

Die Anbringung von zwei Senkungen als Kennzeichnung auf der inneren Stirnfläche der Nabe der Räder (ab 02.90), dass der Radwerkstoff aus Material nach UIC (R7, R1, R6 und BV1) besteht konnte nur an den nicht entgleisten Radsätzen festgestellt werden.

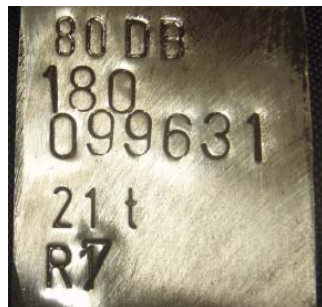


**Abbildung 72 Radsatz 035087 Kennzeichnung Radwerkstoff nach UIC**

**Die gebrochene Radscheibe wies keinerlei erkennbare Kennzeichnung bezüglich des verwendeten Radwerkstoffes auf.**

#### 9.9.5. Radsatz-Datenband des Radsatzes mit der gebrochenen Radscheibe

Radsatz-Datenband (Banderole) der Achse 3 mit der gebrochenen Radscheibe  
(siehe auch RIL 984.04, Anhang 3 in der Anlage A):



UIC-Code-Nr./einstellende Bahn,

Radsatz-BA 180

Radsatznummer

Radsatzlast

Radwerkstoff R1 oder R7 ?

**Abbildung 73 Radsatzdatenring Achse 3 - Grunddaten**

**Der Räderwerkstoff ist von R1 auf R7 überstempelt.**

**Bei BA 180 dürfen gemäß RIL 984.04, Anhang 1 die Räder nur aus Radwerkstoff R7 bestehen.**

Eine EBA-Kennnummer (gilt bei Neuzulassung ab 01. Jänner 1995) war auf Grund der Erstzulassung vor 1995 nicht erforderlich.

Die Instandhaltungen erfolgten im jeweils Jänner der Jahre 1996 und 2000



**Abbildung 74 Radsatz-Datenband der Achse 3 - Instandhaltungen 1996 und 2000**



Kurzzeichen Fahrzeugwerk, Februar 2004

Instandhaltungsstufe IS 2

Lager- und Käfigbauart, Lagerfettqualität

ZfP-Kennzeichnung

**Abbildung 75 Radsatzdatenring Achse 3 - Instandhaltung 2004**

ZfP-Kennzeichnung am Radsatz-Datenband gemäß RIL 984.04:

Ultraschallprüfung am Radkranz durch „US“ in der 4. Zeile

Eigenspannungsprüfung durch „E“ in der 4. Zeile gemäß Anhang 3, Seite 308  
oder durch „D“ gemäß Anhang 6, Punkt 3.4.3

Das Ergebnis der Magnetpulverprüfung muss folgendermaßen in der Zeile 4 gekennzeichnet werden:

- ohne Oberflächenfehler mit „E“ (früher „M“)
- mit tolerierbaren Oberflächenfehlern bis 50 mm in den zulässigen Radscheibenbereichen mit „E1“ (früher „M1“)

Die DB Schenker Rail Deutschland AG hat zur Kennzeichnung der Radsatz-Datenbänder folgende Erläuterung in der Stellungnahme übermittelt:

Der vermeintlich identifizierte Widerspruch resultiert aus einer Umstellung im Regelwerk. Mit der Bekanntgabe 3 der Ril 984 04 enthielt der Anhang 6 (Tabelle) nur die ZfP-Kennbuchstaben. Die Kennzeichnung auf dem Datenband war im Anhang 03 geregelt. Damals galten folgende Angaben:

Kennzeichen Datenband	ZfP-Kennbuchstaben	Bedeutung
US	b	Ultraschallprüfung am Radkranz
E	d	Eigenspannungsmessung
M	e	Magnetpulverprüfung
M1	e	Magnetpulverprüfung (zulässige Fehler)

Mit Herausgabe der Bekanntgabe 4 der Ril 984 04 zum 01.06.2003 wurde die Kennzeichnung auf dem Datenband auch in Anhang 06 (Tabelle Spalte „2“) übernommen und den ZfP-Kennbuchstaben angepasst. Seither gelten folgende Angaben:

Kennzeichen Datenband	ZfP-Kennbuchstaben	Bedeutung
A	a1	Radsatzwelle auf Querrisse (Ultraschallprüfung)
B	b1	Radkränze auf Querrisse (Ultraschallprüfung)
D	d1-3	Radkränze auf Eigenspannung
E	e	Magnetpulverprüfung Radkörper / Radscheibe
E1	e	Magnetpulverprüfung Radkörper / Radscheibe (zulässige Fehler)

Die Radsätze, die noch nach der Bekanntgabe 3 aufgearbeitet waren, behielten ihre Angaben auf dem Datenband bis zur nächsten Instandhaltungsstufe. Damit die Angaben auf dem Datenband auch für die zurückliegenden Radsatzinstandhaltungen richtig zu deuten waren, wurde in der Bekanntgabe 4, im Anhang 03 „Kennzeichnung der Radsatzdatenbänder“ die Bemerkung „3“ (Seite 308) eingearbeitet, die zur Information die alte Kennzeichnung mit Stand der Bekanntgabe 3 enthielt. Erst mit einer weiteren Instandhaltungsmaßnahme erfolgte ab diesem Zeitpunkt die entsprechende neue Kennzeichnung auf dem Radsatzdatenband. So erklären sich die Angaben.

**Abbildung 76 Erläuterung zu den ZfP-Kennbuchstaben**

**Die richtige Kennzeichnung hätte somit „B“ und „D“ lauten müssen.**

Die Frist zwischen den Überprüfungen im Jänner 2000 und Februar 2004 betrug mehr als 4 Jahre.

#### 9.9.6. Radsatz-Datenbänder der anderen Radsätze

Radsatz-Datenbänder der Achsen 1 und 2 - Grunddaten:



**Abbildung 77 Radsatz-Datenband Achse 1 - Grunddaten**



**Abbildung 78 Radsatz-Datenband Achse 2 - Grunddaten**

**Bei den Achsen 1 und 2 waren auf den Radsatz-Datenbänder die Materialangaben zum Räderwerkstoff von R1 auf R7 überstempelt.**

Radsatz-Datenband der Achse 4 - Grunddaten:



UIC-Code-Nr./einstellende Bahn

Radsatz-Bauart 080 ?

Radsatznummer

Radsatzlast 20 oder 21 t ?

Materialgüte R1

**Abbildung 79 Radsatz-Datenband Achse 4 - Grunddaten**

Radsatz-BA 080 darf gemäß RIL 984.04, Anhang 1 aus Räderwerkstoff R1 oder R7 bestehen.

### 9.9.7. Historie der Radsätze:

Aus den vorliegenden Unterlagen der durchgeführten planmäßigen Instandhaltungen wurde festgestellt:

Jahr	Radsatznummer			
	Achse 1	Achse 2	Achse 3	Achse 4
1996	035033	035087	099631	04127
2000	Kein Radsatztausch dokumentiert			
2004	035033	035087	099631	865452

**Abbildung 80 Tabelle Radsatzhistorie**

Der Radsatz der Achse 4 wurde undokumentiert zwischen 1996 und 2004 ausgetauscht. Siehe auch [1], Punkt 3.1.

### 9.9.8. Untersuchung der Radsätze:

Die Ergebnisse der Eigenspannungsmessung im TS Werk Knittelfeld wurden der UUB zur Verfügung gestellt (Werte in MPa):

Position	Radsatznummer	Schadensbild	Eigenspannungsprüfung Charakteristik	17. 12. 2007		19.12.2007	
				links	rechts	links	rechts
1	035033	nicht entgleist	möglich Werte streuen von "gut" auf "schlecht"	24 5	83 56	335 14	87 450 463
2	035087	nicht entgleist	möglich Werte streuen von "gut" auf "schlecht" oder nicht möglich	-106 285	n. p. 512 354	312 423	435 401
3	099631	gebrochen, entgleist	bei der nicht gebrochenen Radscheiben nicht möglich	n. p.	n. p.	n. p.	n. p.
4	865452	entgleist	nicht möglich	n. p.	n. p.	n. p.	n. p.

**Abbildung 81 Tabelle Eigenspannungsprüfungen**

n. p. .... nicht prüfbar

Der Grenzwert gemäß RIL 907.0801 beträgt 300 MPa für Radwerkstoffe R1 und R7 der Radkategorie 2 und 3.

### 9.9.9. Begutachtung der gebrochenen Radscheibe

Bruchstück 1 wurde dem Gutachter der Versicherung des Fahrzeughalters übergeben und untersucht. Untersuchungsbericht des Sachverständigen Dipl.-Ing. Dr.techn. Wolfgang Gaubinger (Zivilingenieur für Maschinenbau, allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger) [1]. Gutachten eingelangt am 18. April 2008.

Nach der Sicherstellung durch die UUB wurde Dipl.-Ing. Wolfgang Allertshammer (Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger) beauftragt. Gutachten eingelangt am 9. Oktober 2009 [5]. Die Materialproben und nicht für die Untersuchung verwendeten Teile wurden bei der UUB sichergestellt.

Bruchstück 2 wurde im Auftrag des beteiligten RU zur Begutachtung an das Institut für Schadensanalytik übergeben – Gutachten eingelangt am 3. März 2009 [4]. Die Materialproben und die nicht für die Untersuchung verwendeten Teile konnten nicht an die UUB zur Sicherstellung übergeben werden.

Der Radsatz mit dem Radscheibenrest, dem Bruchstück 3 und der entgleiste Radsatz 4 wurde im Auftrag des beteiligten RU an die DB AG, DB Systemtechnik - Brandenburg-Kirchmöser übergeben. Untersuchungsbericht eingelangt am 3. März 2009 [3].

Die Materialproben und nicht für die Untersuchung verwendeten Teile wurden bei der UUB sichergestellt.

#### 9.10. Analyse der beiliegenden Gutachten

##### 9.10.1. Gutachten Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Gaubinger (Auszug) [1]

Allgemeines:

Der Gutachter stellt fest, dass keinerlei Daten bezüglich der in Knittelfeld durchgeführten Eigenspannungsmessungen zur Verfügung gestellt wurden. Allerdings wurden die ermittelten Werte beim Lokalausgang durch den Gutachter detailliert aufgezeichnet.

**Weiters weist der Gutachter auf die laut telefonischer Auskunft nun fehlenden Bremsklötze aus dem verunfallten Drehgestell hin**



## Radsatzgeschichte:

Aus den vorliegenden Dokumenten gehen folgende Radsatzeinbauten hervor:

	Radsatz			
1996	099631	35033	35087	04127
2000	Kein Radsatztausch dokumentiert			
2004	099631	35033	35087	865452
2007	099631	35033	35087	865452
	verunfallt			

Der Gutachter weist auf den nicht dokumentierten Tausch des Radsatzes 4 zwischen 1996 und 2004 hin.

*Dieser Tausch muss 2004 bei Nedtrain gemacht worden sein, da hier bereits der Radsatz 865452 vorkommt, auffällig allerdings mit einem Prüfdatum 17.07.2003. Eine Dokumentation darüber liegt nicht vor. Dieser Zusammenhang wird der Vollständigkeit halber angeführt, da der verunfallte Radsatz 099631 bereits 1996 eingebaut war und alle anderen Radsätze nicht kausal sind.*

Zu den außerplanmäßigen Instandhaltungsarbeiten wurde vom Gutachter nachstehende Tabelle zusammengestellt:

	Datum	Schadenprotokoll	Standort	Umfang
1	16.03.06	06-165-AT	Attnang-P.	* Zugeinrichtung * Bremse
2	03.01.07	07-7-BTMSb	Salzburg Gnigl	* Drehgestellrahmen, Unter- gestell * Lauffähigkeit herstellen-LH
3	03.07.07	07-770-SR	Salzburg Gnigl	* Kastenabstützfeder gebro- chen * Bedarfsschmierung
	16.07.07	Rechnung TR/TW 514787-B-160707	Salzburg	• Überstellgebühr • Verschubkosten Werkstatt • Kleinmaterial • Wagen heben und senken • Kastenabstützung seiti. Federn ersetzen • Wartung Zug-Sto Dazugehöriges Schadenpro- tokoll 07-770-SR.
4	05.11.07	07-235-SBM	Salzburg mobil	* Sonstiges * Zuführung zur Verfügung des Halters-ZVH

*Erst mit 19.12.2007 (Eingang bei VTG am 02.01.08), dem Tag an dem die Eigenspannungsanalysen bei ÖBB-TS in Knittelfeld durchgeführt wurden, wurde hinsichtlich der Arbeiten im März 2006 eine Rechnung an den VN gestellt, aus der hervorgeht, dass im Zuge dieser Aussetzung sämtliche 16 Bremssohlen getauscht wurden.*

*Davor waren die Bremssohlen bei der Revision im Jahr 2004 getauscht worden.*

Schadenursache:

*Den Ausführungen ist voranzustellen, dass der VN nach den vorliegenden Erkenntnissen innerhalb seiner Verpflichtungen die erforderlichen Revisionen und Überprüfungen durchgeführt bzw. in Auftrag gegeben hat. Der VN legt dabei selbst nicht Hand an, sondern bedient sich dazu bestimmter Fachunternehmen, wie z.B. im Jahr 2004 der Fa. Nedtrain.*

*Die Ursache für die gegenständliche Entgleisung des Wagens Kesselwagens Nr. 33 80 787 4 385-7 liegt in einem Radscheibenbruch des Radsatzes 099631, der durch markante Rissbildung in Umfangrichtung aber auch in radialer Richtung im Scheibenbereich des Rades hervorgerufen wurde.*

*Die Rissbildung an der Lauffläche ist als ausgeprägt, aber als Folge des Rollkontaktes als üblich zu bezeichnen. **Das Bruchereignis ist nicht von Außen, von der Lauffläche ausgegangen, sondern stellt einen inneren Bruch, von der Scheibe ausgehend dar.***

*Der Zustand der Thermoschutzlackierung mit Ablösungen und starker Rissbildung deutet daraufhin, dass die Radsätze des gegenständlichen Wagens in der Zeit seit der letzten Revision im Jahr 2004, da wurde der Anstrich erneuert, einer erheblichen thermischen Belastung ausgesetzt waren. Diese hat dazu geführt, dass der Thermoschutzlack im Radkranzbereich aller 4 Radsätze aber auch im Scheibenbereich in weiten Bereichen abgelöst wurde.*

Anmerkung UUB: Ein auf der Außenseite sichtbarer Farbabbrand von 50 mm und mehr konnte nicht festgestellt werden (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.2.2). Im Radkranzbereich darf die Stirnfläche nicht mit Anstrichstoffen versehen sein (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.3.7).

*Zudem zeigten die Eigenspannungsanalysen an den nicht betroffenen Radsätzen zum Teil erhebliche Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte.*

*Die Bruchstückanalysen zeigen, dass es sich um das Material W. Nr. 1.1148 handelt und sich im Bereich der Scheibe, eine ausgeprägte Glockenradform ist nicht gegeben, Risse gebildet haben, welche sich mit zunehmender Dauer der Belastung aus der Wagennutzung ausgebreitet haben.*

*Derartige Rissansätze sind im Rahmen der Eigenspannungsprüfungen im Handmikroskop auch an den beiden nicht betroffenen Radsätzen zu erkennen gewesen.*

***Die Rissausbreitung ist deutlich an den Dauerbruchflächen der Radscheiben, aber auch im Übergangsbereich zum Radkranz zu erkennen. Schließlich waren die Dauerbruchflächen groß genug, dass das Rad den Belastungen nicht mehr standhalten konnte und gebrochen ist. Dieses Bruchereignis ist durch die Gewaltrestbruchflächen angezeigt.***

***Die Entstehungsgeschichte der Risse ist nicht eindeutig festzumachen, es ist allerdings aufgrund der sichtbaren Rastlinien und der Ausprägung der Korrosionswirkung an den Dauerbruchflächen und den Rissflanken der vorgefundenen und zum Teil durch einen Trennschnitt freigelegten Rissflächen davon auszugehen, dass diese bereits älter und nicht frisch sind.***

*Im Jahr 2004 wurde der Wagen einer IS2-Revision bei der Fa. Nedtrain unterzogen und dabei daraufhingewiesen, dass die Radsätze thermische Schäden aufweisen.*

*Aufgrund der von Nedtrain durchgeführten Ultraschallprüfung und Eigenspannungsprüfungen, diese sind bei passender Einschallrichtung und entsprechenden Prüfköpfen geeignet thermisch induzierte Belastungen und Anrisse sowie Volumenfehler zu verifizieren, haben sich jedoch keine Auffälligkeiten ergeben. Daraufhin wurden die Radsätze für den Betrieb wieder freigegeben.*

***Es ist allerdings nicht gänzlich auszuschließen, dass Anrisse bereits zu diesem Zeitpunkt vorhanden waren, welche bei Anwendung einer entsprechenden Rissprüfmethode (Gleichstrom-Magnetpulverprüfung ohne Oberflächenvorbereitung, Wirbelstromprüfung oder Farbeindringverfahren nach Prüfflächenreinigung) detektierbar gewesen wären.***

Anmerkung UUB: Die durchgeführte Ultraschallprüfung auf Risse erfolgt nur im Radkranz. Die Frist zwischen den Überprüfungen im Jänner 2000 und Februar 2004 betrug mehr als 4 Jahre. Da die letzte IS 2 länger als 4 Jahre zurückliegt (4 Jahre und 1 Monat), hätte gemäß RIL 984.04, Anhang 6 eine Magnetpulverprüfung der Radscheiben durchgeführt werden müssen.

*Es ist somit davon auszugehen, dass Nedtrain grundsätzlich im Sinne der laut VN damals **gültigen Vorschriften DB 984.04**, korrekt gehandelt hat. Nach dieser Vorschrift müssen Radsätze mit zu hohen Eigenspannungen ausgeschieden werden.*

*Herkömmliche Klotzbremsen ergeben bei den gestiegenen Anforderungen an Transporttempo und Belastung eine erhöhte Strapaze für Räder, da diese Systeme ursprünglich für niedrigere Geschwindigkeiten ausgelegt waren. Damit sind die Gefahren einer thermischen Überlastung der Räder stets vorhanden und ergeben sich im wesentlichen aus Überbremsungen der Radsätze und damit erhöhten Temperaturen in den Rädern. Überhöhte Temperaturen führen zu hohen Eigenspannungen, diese wiederum führen zu Rissen und diese letztendlich zum Radbruch.*

*Um das Auftreten von überhöhten Temperaturen erkennen zu können sind die Räder mit einer speziellen Thermoschutzbeschichtung versehen. Diese Beschichtung wird bei Temperaturen über 220 °C geschädigt und löst sich ab rd. 400 °C vom Substrat. Der Vorgang stellt sich mit vorerst punktuellen "Aufkochen" dar und weitet sich schließlich zu einer veritablen Flächenablösung der Lackschicht aus.*

*Abgeleitet aus den vorliegenden Erkenntnissen und dem äußerlichen Zustand der Radsätze ist davon auszugehen, dass der Wagen aufgrund des Erscheinungsbildes der Thermoschutzbeschichtung bereits vor dem Unfallereignis ausgesetzt und die Radsätze jedenfalls überprüft und/oder ausgeschieden hätten werden müssen.*

*Erkennbarkeit:*

*Für das Erkennen thermisch induzierter Belastungen der Radsätze verfügen diese über einen Thermoschutzanstrich der Fa. Wilkens. Dieser Anstrich ist für den Betriebsdienst ein Erkennungsmerkmal thermisch überbeanspruchter Vollräder bei klotzgebremsten Radsätzen.*

*Sämtliche Radsätze weisen sowohl im Radkranzrandbereich, als auch im Scheibenbereich massive Abblätterungen des Thermolackes auf. Dieses Abblättern ist ein deutlicher und eindeutiger Hinweis auf eine thermische Belastung der Radsätze. Zudem zeigt die Beschichtung starke Rissbildung, was ebenfalls die Anzeichen für eine thermische Überlastung darstellt.*

Anmerkung UUB: Ein auf der Außenseite sichtbarer Farbabbrand von 50 mm und mehr als Zeichen einer thermischen Überhitzung konnte nicht festgestellt werden (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.2.2).

Im Radkranzbereich darf die Stirnfläche nicht mit Anstrichstoffen versehen sein (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 1.3.7). In diesem Bereich wird durch Gleisbremsen auf Abrollbergen eine Bremskraft auf das Rad ausgeübt.

*Schichtstärkenanalyse:*

	<i>Schichtstärke innen</i>	<i>Schichtstärke außen</i>
<i>Radsatz I, 766497</i>	<i>µm</i>	<i>µm</i>
<i>Rad 1</i>	<i>190-260</i>	<i>320-510</i>
<i>Rad 2</i>	<i>200-350</i>	<i>300-520</i>
<i>Radsatz II, 35087</i>	<i>µm</i>	<i>µm</i>
<i>Rad 1</i>	<i>150-350</i>	<i>150-450</i>
<i>Rad 2</i>	<i>300-600</i>	<i>170-280</i>

Anmerkung UUB: Der als Radsatz I, 766497 bezeichnete Radsatz sollte richtig 035033 heißen.

*Die Analysen der Schichtstärken mit Werten zwischen 150 und 600 µm sind zusammen mit den mikroskopischen Aufnahmen ein deutlicher Hinweis darauf, dass in einigen Bereichen zumindest zwei Lackschichten, die Schichtstärke laut technischem Datenblatt sollte bei Airless-Auftrag 150 µm betragen, vorhanden waren. Dies lässt sich damit erklären, dass bei einem Neuaufrag von Lack bei Revisionen nur die losen Beschichtungsbereiche händisch bis Normreinheit St2 entfernt, und danach der Lack mittels Pinsel aufgetragen wurde.*

***Damit könnte allenfalls eine mangelhafte Beschichtungshaftung in einzelnen Bereichen gegeben sein, was aus manchen Bereichen der Radscheibe abzuleiten wäre, wo zwischen dem Kranzbereich und der Abblätterung auf der Scheibe der darunter liegende Lack zum Teil intakt ist.***

*Die thermische Belastung geht, induziert von den Bremsleistungen, bei der gegenständlichen Bremsenkonstruktion immer von Außen nach Innen, das bedeutet Abbrand zuerst im Radkranzbereich.*

*Wenn ÖBB - TS bez. RCA angeben, dass der gegenständliche Farbabbrand keinen Hinweis auf eine thermische Überlastung darstellt, sondern erst ab einer Breite von 50 mm dies relevant wäre, dann ist dies nicht nachvollziehbar.*

Anmerkung UUB: Im Radkranzbereich darf kein Thermoschutzanstrich aufgebracht werden. Die Breite des Abbrandes von 50 mm und mehr entspricht international anerkannten Regelwerken und Vereinbarungen (AVV).

*Unabhängig von der Einschätzung des Abbrandes der Radsätze am gegenständlichen Wagen, hätte dieser aufgrund des Erscheinungsbildes unverzüglich aus dem Verkehr gezogen und einer Überprüfung zugeführt werden müssen. Dabei hätte auch erkannt werden können, dass sich in der Radscheibe in Umfangrichtung Risse gebildet haben.*

Anmerkung UUB: Die mit der Überprüfung befassten Mitarbeiter haben sich an die international anerkannten Regelwerke und Vereinbarungen (AVV) zu halten.

*Dies wird auch durch die im Rahmen der Schadenuntersuchung durchgeführten Eigenspannungsmessungen an den nicht betroffenen Radsätzen bestätigt, da die festgestellten Werte deutlich außerhalb der Zulässigkeit liegen.*

*Aus den Unterlagen des VN zur zerstörungsfreien Überprüfung geht für eine **Radkategorie 2 und Radwerkstoff R7** ein zulässiger Bereich von -350 bis +300 MPa hervor.*

*Wenn laut ÖBB-TS Abbrandbreiten bis 50 mm und Eigenspannungswerte bis 340 MPa zulässig wären, dann müssten im Hinblick auf das Unfallereignis und die vorliegenden Ergebnisse und Erkenntnisse diese Kriterien kritisch hinterfragt werden.*

Anmerkung UUB: Die Prüfkriterien bei der Eigenspannungsmessung durch ÖBB-TS sind Teil einer Sicherheitsempfehlung.

Messwerte der Eigenspannungsprüfung:

	17.12.07	19.12.07
<i>Radsatz I, 766497</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
<i>Rad 1</i>	<b>24</b>	<b>335</b>
	<b>14</b>	<b>5</b>
<i>Rad 2</i>	<b>83</b>	<b>87</b>
	<b>56</b>	<b>450</b>
		<b>463</b>
<i>Radsatz II, 35087</i>	<i>MPa</i>	<i>MPa</i>
<i>Rad 1</i>	<b>-106</b>	<b>nicht prüfbar</b>
	<b>285</b>	<b>512</b>
		<b>354</b>
<i>Rad 2</i>	<b>312</b>	<b>435</b>
	<b>423</b>	<b>401</b>

Anmerkung UUB: Der als Radsatz I, 766497 bezeichnete Radsatz sollte richtig 035033 heißen.

*Der Grenzwert für die Eigenspannungen liegt für ÖBB-TS bei 340 MPa, für den VN bei 300 MPa.*



*Jedenfalls aber zeigen die Prüfungen der nicht betroffenen Radsätze deutliche Anzeichen von Farbabbrand (auch > 50 mm) und Eigenspannungswerte bis zu 512 MPa, die erheblich über den zulässigen Grenzen liegen, womit sogar die nicht zu Schaden gekommenen Radsätze dieses Wagens bei den laufenden Kontrollen durch den Betriebsdienst hätte ausgesetzt und überprüft werden müssen.*

Anmerkung UUB: Ein Farbabbrand von 50 mm und mehr konnte von der UUB nicht nachvollzogen werden.

*Warum die am 19.12.07 gemeinsam festgestellten Werte so deutlich von den am 17.02.07 durch ÖBB-TS festgestellten Werten abweichen ist nicht nachvollziehbar. Es wurde aber übereinstimmend festgehalten, dass die Werte vom 19.12.07 die tatsächlich repräsentativen darstellen.*

*Zusätzlich ist festzuhalten, dass mit einer Einrichtung zur Erkennung von Entgleisungen es möglich gewesen wäre, den Schadenumfang erheblich zu reduzieren. Derartige Einrichtungen kontrollieren auch das Zugende bzw. ggf. entstandene Schäden am Gleiskörper.*

#### 9.10.2. Gutachten Dipl.-Ing. Ernst Kapfer [2]

*Die Entgleisung wurde durch den Bruch eines der acht Monoblockräder verursacht. Der rund 21 t schwere bei der DB registrierte vierachsige Kesselwagen war mit 63 t RID-Gut (Natriumhydroxyd) beladen. Wie berichtet, wurden am Radkörper alte Anrisse festgestellt. Weiters ist aufgrund der Revisionsdaten von ordnungsgemäßer Erhaltung auszugehen.*

*Ich halte den Bruch eines Monoblockrades ohne eine unmittelbar vorhergegangene (d.h. etwa 20 bis 30 km vorher / Abkühlzeit  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{2}$  Stunde) thermische Überbeanspruchung durch Dauerbremsung bei einer langen Gefällefahrt oder eine längere Verbremung für ein unabwendbares Ereignis. Unfälle bei Verkehrssystemen infolge Materialversagen wird es immer geben. Man kann derartige Vorfälle durch vorbeugende und ordentliche Erhaltung nur so niedrig als möglich halten. Wenn die Vorfälle selten sind und kein Personalverschulden vorliegt, werden sich auch die Versicherungsprämien für die EVUs in Grenzen halten. Ich bin aufgrund meiner Beobachtungen in den letzten Jahren, ebenso wie befasste Fachleute der ÖBB-Bereiche der Ansicht, dass man von der rechtlichen Seite bei den Fahrzeugen konsequent auf die Eigentümerhaftung übergehen sollte. Die Schadenkostentragung aufgrund des Unfallortes und ordnungsgemäß übernommener Wagen bei den früheren Staatsbahnen wirkt irgendwie noch immer nach, funktioniert aber nicht mehr. Die privaten EVU bzw. die Einsteller oder EVU ohne Netz als Wageneigentümer nützen die neue Situation natürlich sofort aus.*

*In diesem Fall ist nicht einzusehen, warum ÖBB-Infra den Schaden an den Anlagen ohne Kostenersatz beheben sollte, und genau so wenig einzusehen, warum RCA den Schaden abdecken soll, nur weil der Wagen in einem Zug des EVU RCA verkehrte.*

*Eisenbahntechnische und eisenbahnbetriebliche Fragestellungen und ihre Behandlung sind hier nur Randerscheinungen. Erforderlich ist hier ein metallurgisches Gutachten zum Radbruch (in mehrere Teile) und ein werkstofftechnisches Gutachten zum Schutzanstrich des Rades, dessen Verfärbung als Indikator für eine etwaige vorangegangene thermische Überbeanspruchung herangezogen wird. Da ein Sachverständiger der VTG von einer früheren derartigen Beanspruchung anlässlich der Besichtigung gesprochen hat, halte ich das für sehr wichtig. Ich werde weiter unten auch darlegen, dass eine thermische Überbeanspruchung zumindest bei der Fahrt des Zuges ab Villach auszuschließen ist.*

*Die von Ihnen bereits eingeleiteten Maßnahmen, vor allem die Vergleichsuntersuchung des zweiten Rades des betroffenen Radsatzes, sind zweckmäßig. Weiters müssen alle Daten der Radsätze des Wagens bei der zertifizierten Erhaltungswerkstätte vorhanden sein. Wenn diese nicht zur Bekanntgabe von Daten bereit ist, kann die „Unfalluntersuchung Schiene“ als Organ der staatlichen Verkehrsaufsicht, neu etabliert, aber bereits aktiv, autorisiert zugreifen.*

*Zug 54352 hatte im Gvbf Villach Süd eine Ausgangsuntersuchung. Natürlich stellt sich die Frage, ob ein Wagenmeister am Radsatz Mängel wie die angegebenen Anrisse feststellen kann. Ich halte diese Möglichkeit aufgrund der Verhältnisse im Gelände, dem Verschmutzungszustand usw. für eingeschränkt. RCA verfügt über Mitarbeiter, die viele Jahre im Technischen Wagendienst tätig waren, und dieser Fragestellung kompetenter und fundierter begegnen können als ich. Auch TR-W, letztlich Ihr Dienstleister, ist äußerst kompetent und erfahren. Es ist auch anzumerken, dass TS, die normale Fahrparkerhaltung einmal ausgeklammert, gerade im Bereich der Komponentenerhaltung und –aufarbeitung über sehr viel spezielles Fachwissen und die entsprechenden Verbindungen verfügt, ein „Know-how“, das genützt werden kann. Ein Fachmann für Radsätze und Lager kann sicher eine Aussage darüber machen, bis zu welchem Aussehen oder bis zu welcher Größe feine Anrisse zulässig sind und wo sie bei welchen Untersuchungen bemerken und darüber entscheiden muss.*

*Zu der Nebenfrage, ob eine thermische Überbeanspruchung unmittelbar vor dem Unfallereignis auszuschließen ist, kann ich als Gutachter mit der nachstehenden Stellungnahme beitragen:*

*Ich schließe eine thermische Überbeanspruchung des Radsatzes auf der Fahrt vom Gvbf Villach Süd bis zur Unfallstelle im Tauerntunnel, also auf rund 90 km Fahrstrecke, aus folgenden Gründen aus:*

*Schädigung eines Einzelrades durch Verbremung ist nicht vorstellbar. Es müsste der ganze Radsatz, eher noch das ganze Drehgestell mit beiden Achsen verbremst sein (Lack an der zweiten Radscheibe?)*

*Es hat keine Heißläufer-Ortungsanlage angesprochen. HOA/FOA/SOA befinden sich in km 194,3 (Molzbichl bei Rothenthurn), km 74,9 (Lendorf, bei Pusarnitz), km 68,8 (Mühldorf, dzt. nur Gl. 1), und km 52,7 (Kaponig).*

*Die nachstehend beschriebene zugfördertechnische Analyse ist etwas umfangreicher ausgefallen als ursprünglich vorgesehen. Sie zeigt, dass die Traktion des Zuges in der dokumentierten Weise mit einem verbremsten Wagen im Zugverband nicht möglich gewesen wäre.*

#### *Schlussfolgerung*

*Auf den beiden untersuchten Abschnitten der Bergfahrt des Zuges 54352 vor dem Radbruch im Tauerntunnel waren die beteiligten Triebfahrzeuge sehr hoch und hinsichtlich der nachweisbaren Zukraftentwicklung zum Teil sogar grenzbeansprucht. Mit einem verbremsten Radsatz, ein verbremstes Drehgestell wäre bei einem vierachsigen Wagen plausibler, wäre die Zugfahrt weder mit der vollen erlaubten Geschwindigkeit, noch mit der entsprechend Steigung und Zuggewicht maximalen Beschleunigung möglich gewesen.*

*Aufgrund der Ergebnisse dieser traktionstechnischen Untersuchung ist eine Schädigung oder Beeinträchtigung des gegenständlichen Radsatzes durch thermische Überbeanspruchung bei der Fahrt des Zuges vom Ausgangsbahnhof Gvbf Villach Süd bis zur Unfallstelle auszuschließen.*

*Es kann noch angemerkt werden, dass ein verbremster Radsatz in seiner Auswirkung auf einer Steilrampe ungefähr einem, eventuell sogar zwei vierachsigen Wagen mit 80 t Gewicht gleichgehalten werden kann.*

*Ich hoffe, dass diese zugförderungstechnischen Nachrechnungen und Darlegungen zur Wahrung Ihrer Interessen beitragen können, auch wenn sie nur einen kleinen Teil des Problems abdecken. Von Bedeutung wird auf der technischen Seite jedenfalls das Ergebnis der werkstofftechnischen Untersuchungen sein. Ein kurzer Einblick in den AVV bei TR-W ergab bei mir den (oberflächlichen) Eindruck schwieriger rechtlicher Verhältnisse aus Sicht von Infrastrukturbetreibern oder Nachfolgeunternehmen der staatlichen Eisenbahnen.*

Anmerkung UUB: Zu den in Anlage B, Beilage Gutachten des Sachverständigen Dipl.-Ing. Ernst Kapfer durchgeführten Berechnung ist seitens der UUB anzumerken. Der Gutachter hat bei der Ermittlung des zurückgelegten Weges folgende Werte angewendet.

- a) Pusarnitz -> Penk von 14 500 m; tatsächlich beträgt der Weg unter Einbeziehung eines Fehlerprofils von 77m nur 14 410 m; dadurch verringert sich die mittlere Geschwindigkeit von 77,8 km/h auf 77,3 km/h.  
Anmerkung: Ein Fehlerprofil ist die Verkürzung einer Strecke nach Ausbaumaßnahmen wie eine Begradigung und ist im VzG angegeben. Fehlerprofile werden derart gelegt, dass der Bestand z. B. Bf die gleiche Kilometrierung beibehalten.
- b) Penk -> Sbl Mallnitz 1 von 9 500 m; tatsächlich beträgt der Weg unter Einbeziehung eines Fehlerprofils von 358 m nur 9 139 m; dadurch verringert sich die mittlere Geschwindigkeit von 100,9 km/h auf 97,1 km/h.  
Damit ist nachgewiesen, dass vom Tzfz die zulässige Geschwindigkeit von 100 km/h eingehalten wurde.

### 9.10.3. Untersuchungsbericht der DB AG, DB Systemtechnik [3]

Äußere Beurteilung Schadensbild:

*Der Unfallradsatz wies starke Beschädigungen an der Oberfläche aller Bauteile auf. Das gebrochene Rad war an der Oberfläche augenscheinlich stärker beschädigt als das intakte Rad. Bei diesen Schäden dürfte es sich um Sekundärschäden als Folge der Entgleisung handeln.*

Gebrochenes Rad : *Ob an der Oberfläche, insbesondere am Übergang von Radkranz zum Radsteg, Farbabbrand aufgetreten war, ist aufgrund der erheblichen Sekundärschäden nicht eindeutig festzustellen. **Lediglich an der Radaußenseite lag ein Bereich vor, in dem noch Reste der Farbbeschichtung vorhanden waren.***

***Das ungeschädigte Rad wies bis in den Übergang zwischen Radsteg und Radkranz die Farbbeschichtung auf, so dass davon auszugehen ist, dass dieses Rad nicht überbremst war.***

Zerstörungsfreie Prüfung:

Die Ermittlung der Eigenspannungen konnten auf Grund der geringen Radkranzdicke und der starken Verriefung der inneren Radkranzstirnseite an der intakten Radscheibe des Unfallradsatzes und des Radsatzes aus dem selben Drehgestell nicht durchgeführt werden.

Eine Magnetpulverprüfung über den Zustand der Laufflächen war auf Grund der starken Verriefung der Oberflächen (Unterscheidung zwischen Rissanzeigen und Scheinanzeigen) nicht möglich.

#### Werkstofftechnische Untersuchung:

Bei der Bruchflächenuntersuchung war an den vorliegenden Bruchstücken nur an einer Stelle im Radstegbereich ein Bereich mit Rastlinien vorhanden, die ein typisches Merkmal für Ermüdungswachstum sind.

Bei der makroskopischen Untersuchung zeigte sich das Makrogefüge bei beiden Rädern über den Querschnitt homogen. ***Unmittelbar an der Lauffläche wurde kein thermisch ungewandeltes Makrogefüge als Hinweis auf eine intensive thermische Beanspruchung durch die Klotzbremse (Überbremsung) festgestellt.***

Weiters erfolgten mikroskopische Untersuchungen im Radkranz und im Radsteg sowie eine Zugprobe mit Materialien aus den Radstegen der des Unfallrades und des intakten Rades.

*Beide Räder erfüllen die Vorgabe der UIC 812-3 für den Radstahl R6. Da die Proben jedoch aufgrund des nur noch geringen Verschleißvorrates der Räder nicht mehr an der laut Regelwerken vorgesehenen Position entnommen werden konnten, sondern bereits nahe der Verschleißgrenze ist, ist hier formal gesehen auch kein direkter Vergleich mit den Sollwerten möglich. da aber die Istwerte hier knapp unterhalb der Anforderungen für den Radstahl R7 liegen ist davon auszugehen, dass die **Räder im Neuzustand auch die Anforderungen an der Werkstoff R7 erfüllt haben.***

Bei der Härteprüfung wurde in den untersuchten Makroquerschliffen die geforderte Mindesthärte in der Betriebsgrenzmaßebeine gemäß DIN EN 13262 für Räder der Kategorie 1 und somit auch Kategorie 2 erreicht.

Die chemische Zusammensetzung entspricht bis auf den Schwefelgehalt beim intakten Rad den Forderungen der UIC 812-3 an die Radstahlgüte R7. Der ermittelte Kohlenstoffgehalt liegt bei beiden Rädern an der oberen zulässigen Grenze. Die ermittelten Phosphor- und Schwefelgehalte sind vergleichsweise hoch. Beim intakten Rad wird der maximal zulässige Schwefelgehalt überschritten. Die Gehalte an Phosphor und Schwefel sind mit Blick auf heute üblicherweise erreichten Werte generell sehr hoch. Dies korreliert mit dem schlechten Reinheitsgrad der beiden Räder.

#### Bewertung der Ergebnisse:

*In Verbindung mit den von der ÖBB beigestellten Bildern eines weiteren Bruchstückes ergab die Bruchflächenuntersuchung, dass das Rad durch Ermüdungsrisswachstum im Radsteg versagte. Der Ermüdungsriss verlief überwiegend in Umfangsrichtung durch den Radsteg, aber vereinzelt auch in radialer Richtung bis in den Radkranz. die hier an einer Stelle im Radsteg nachgewiesenen Rastlinien sind als ein klares Indiz für Ermüdungsrisswachstum anzusehen.*



*Der Bruch des Rades trat demnach durch Ermüdungsrissbildung und – wachstum im Radsteg ein. Die Anrissbildung erfolgte an der Radstegoberfläche an mehreren Stellen. Auch die Bilder der ÖBB ließen erkennen, dass der Ermüdungsriss offenbar an mehreren Stellen an der Radstegoberkante bis zu 80 µm tiefe Korrosionsgrübchen an der Radstegoberfläche festgestellt worden, die als Rissstarter anzusehen sind. Die tiefen Korrosionsgrübchen wirkten wie mechanische Kerben, an denen mit abnehmender Radkranzdicke der damit verbundenen Erhöhung der Beanspruchung im Radkranz eine zusätzliche Spannungskonzentration erfolgte, die letztlich zur Ermüdung des oberflächennahen Materials und zur Rissinitiierung an mehreren Stellen (Korrosionsgrübchen) im Radsteg führte.*

***Die an der Radstegoberfläche festgestellte Randentkohlung des perlitisch / ferritischen Mikrogefüges bis in eine Tiefe von 0,6 mm war zusätzlich mit einer Festigkeitsminderung verbunden, die sich begünstigend auf die Anrissbildung ausgewirkt haben dürfte, da ein entkohltes Gefüge eine deutlich geringere Festigkeit und damit auch einen deutlich geringeren Widerstand gegen Anrissbildung aufweist.***

***Die festgestellte schlechte Reinheitsgrad, insbesondere im Bereich des Radsteges, hat keinen Einfluss auf die Rissinitiierung gehabt, jedoch nachweislich auf die Rissausbreitung, wie die vereinzelte Längsorientierung der Risse im Radsteg gezeigt hat. Generell sind derartige Anhäufungen von nichtmetallischen Einschlüssen mit einer Schwächung des tragenden Querschnittes verbunden.***

***Eine Überbremsung als Ursache für die Rissbildung ist unwahrscheinlich, da hierfür keine deutlichen Hinweise vorliegen. An beiden Rädern des Unfallradsatzes lagen zumindest im Radsteg und beim nicht gebrochenen Rad bis in den Übergang zum Radkranz noch Reste der Farbbeschichtung vor, was darauf schließen lässt, dass hier kein Farbabbrand stattfand.***

*Die in den Laufflächen bei beiden Rädern festgestellten weisen Schichten und die sog. Krötenhautrisse sind typisch für klotzgebremste Räder. Der Schädigungsgrad in der Lauffläche in Messkreisebene war jedoch beim gebrochenen Rad höher.*

*Beide Räder wurden aus dem Werkstoff R7 gefertigt. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften nur geringfügig. Bis auf einen zu hohen Gehalt an Schwefel beim nicht gebrochenen Rad des Unfallradsatzes werden die Anforderungen des UIC-Merkblattes 812-3 an die mechanischen Eigenschaften (Härte und Kennwerte des Zugversuches) von beiden Rädern erfüllt. Bei beiden Rädern liegt aber der Gehalt an Schwefel an der oberen Toleranzgrenze der Anforderungen der heute üblicherweise verwendeten Regelwerke (DIN EN 13262 und BN 918277).*



#### *Zusammenfassung:*

*Es wurden die Räder eines Radsatzes (Radsatz 2) aus Wagen 33 80 787 4 385-7 werkstofftechnisch untersucht. Ein Rad war gebrochen.*

*Die Räder wiesen flächendeckend Abschürfungen, Riefen und fest anhaftenden weißen Staubbelaag auf. Bei diesen Schäden handelt es sich um Sekundärschäden als Folge des Unfalls, die Zerstörungsfreie Prüfung und die Bruchflächenuntersuchung erschwerten. Die Magnetpulverprüfung und die Eigenspannungsprüfung mussten ergebnislos abgebrochen werden.*

***Wie die werkstofftechnischen Untersuchungen gezeigt haben, ist der Bruch des Rades auf einen Dauerschwingbruch (Ermüdungsbruch) im Radsteg zurückzuführen. Der Ermüdungsriß ist vereinzelt auch bis in den Radkranz gewachsen und hat zum Herausbrechen von Teilen des Radkranzes geführt. Die Anrissbildung erfolgte an Korrosionsgrübchen an der Außenseite des Radsteges. Zusätzlich wurde die Anrissbildung durch eine ausgeprägte Randentkohlung an der Oberfläche des Radsteges begünstigt. Die Rissausbreitung wurde durch zahlreiche nichtmetallische Einschlüsse im Radsteg forciert.***

***Hinweise auf eine Überbremsung des Rades als Ursache für die Rissbildung gab es nicht. Die Anforderungen des UIC-Merkblattes 812-3, Ausgabe 1984, an die Qualität des Rades wurden von dem gebrochenen Rad im Wesentlichen erfüllt.***

#### 9.10.4. Untersuchungsbericht des Institut für Schadensanalytik [4]

##### *Untersuchungen:*

In den makroskopischen und stereomikroskopischen Untersuchungen werden die Bruchlinien mit Hinweis auf den Bildteil des Untersuchungsberichtes beschrieben.

In der Beschreibung der mechanischen Eigenschaften wird auf die zu UIC 812-3 abweichende Probenentnahme der Proben für die Zugversuche beschrieben.

<i>Probe Nr.</i>	<i><math>R_{eH}</math> [N/mm<sup>2</sup>]</i>	<i><math>R_m</math> [N/mm<sup>2</sup>]</i>	<i><math>A_{30mm}</math> [%]</i>	<i><math>Z</math> [%]</i>
1	390	739	18,8	37,8
2	412	744	20,0	38,9
3	398	743	20,7	39,2
$\mu \pm \sigma$	<b>400 ± 11</b>	<b>742 ± 3</b>	<b>19,6 ± 1,3</b>	<b>38,6 ± 0,7</b>

**Es liegt ein Rad der Festigkeitsklasse R2 entsprechend der Tabelle 1 der UIC 812-3 vor.**

#### *Lichtmikroskopische Untersuchungen*

*Es wurde ein metallografischer Längsschliff durch den Steg des Rades angefertigt.*

*Die Abbildungen ..... geben das Grundgefüge des Rades wieder. Es liegt ein ferritisch-perlitisches Mischgefüge mit einer Korngröße zwischen 10 und 50 µm vor. Das Gefüge ist als fein anzusprechen. Der Ferrit ist häufig als Korngrenzenferrit ausgebildet, teilweise ist er entlang von Seigerungsstreifen zeilig ausgeprägt. In den ferritischen Seigerungsstreifen befindet sich ein für einen derartigen Stahl üblicher Gehalt von Mangansulfid-Einschlüssen.*

*Die Außenoberfläche des Radsteges weist eine massive Entkohlung auf, wie dies in den Abbildungen ..... zu sehen ist. Die Entkohlungstiefe beträgt ca. 0.3 mm. An der Außenoberfläche ist ein rein ferritisches Gefüge gegeben, teilweise ist ein narbiger Korrosionsangriff vorhanden.*

#### *Härteprüfungen*

*Es wurden Härteprüfungen nach Vickers HV1 an dem angefertigten Schliff des Radsteges durchgeführt. Die Härte des ferritisch-perlitischen Grundgefüges liegt zwischen 211 und 217 HV1, was einer Zugfestigkeit von ca. 700 N/mm<sup>2</sup> entspricht.*

*Diese Ergebnisse stimmen gut mit jenen des Zugversuches überein.*

*Die Härte der entkohlten Stegoberfläche liegt deutlich darunter und beträgt lediglich zwischen 170 und 180 HV1. Dies entspricht einer Zugfestigkeit von maximal 570 N/mm<sup>2</sup>.*

#### *Beurteilung*

*Der Hergang des Schadens ist aufgrund des von uns untersuchten Bruchstückes nicht eindeutig zu klären., Fest stehen folgende Fakten:*

- **Der Radwerkstoff entspricht einem Stahl der Festigkeitsklasse R2. Wenn während des Bruchgeschehens eine thermische Beeinträchtigung des Rades stattgefunden hat, so könnte der Stahl auch aus einem höheren Festigkeitsniveau durch „Anlassen“ auf das Festigkeitsniveau R2 gebracht worden sein.**

- *Der tangentialer Umfangriss unterhalb des Radsatzes im Stegbereich ist ein Biegewechselsriss im Zug-Schwellbereich. Dieser ging an einer Seite des Ausbruchstückes von der Spurkranzseite aus, an einer anderen von der gegenüberliegenden Radseite. Um ein solches Bruchgeschehen zu erzeugen muss das Rad entweder im Betrieb überaus hoch beansprucht werden (Knickung) bzw. mit einem Querschlupf beaufschlagt gewesen sein (Verdrehung). Derart beansprucht kann Knickung unterhalb des Radkranzes auftreten, welche in der Folge zu dem beobachteten Bruchgeschehen geführt haben konnte. Da zwischen den beiden Zonen mit gegenüberliegenden Bruchausgängen ein annähernd radial verlaufender Riss vorliegt, konnte auch dieser die primäre Schadensursache dargestellt haben und in der Folge zur Knickung geführt haben. Die Entstehung eines derartigen Risses in radiale Richtung im Steg weit entfernt vom Radkranz ist jedoch aus üblichen Beanspruchungen nicht erklärlich.*

Anmerkung UUB: Die Gutachten [1], [3] und [5] gehen von einem in Umfangsrichtung verlaufenden Rissausgang im Steg aus.

- ***Der Stegquerschnitt ist an der Oberfläche entkohlt. Dort ist die Festigkeit massiv verringert, so dass bei einer allenfalls früher stattgefundenen thermischen Beanspruchung die Schwingrissbildung infolge veringerteter Festigkeit und früher stattfindender Plastifizierung leicht erklärlich wäre. Entweder war das Rad bereits bei der Fertigung oder im Zuge eines thermischen Ereignisses (Brand oder blockierende Bremscheiben, so diese am Steg wirken) oder nach dem Schadenseintritt entkohlt worden. In den beiden ersten Fällen wäre die Entkohlung als wesentliche Ursache für den Radbruch anzusehen, im letzteren Fall als Folge dessen.***
- *Ein radialer Riss ist ein Schwingbruch. Dieser konnte Ursache oder Folge für den tangentialen Hauptriss gewesen sein. Die Lage des Risses und seine Rissfortschrittsrichtung sprechen eher für eine Folgewirkung. Das Entstehen eines radialen Risses, der ausgehend vom Steg in den Radkranz wandert ist derzeit nicht zu erklären.*

Anmerkung UUB: Die Gutachten [1], [3] und [5] gehen von einem in Umfangsrichtung verlaufenden Rissausgang im Steg aus.

- *Die Schwingrisse waren bereits längere Zeit vor Schadenseintritt im Rad vorhanden und hätten bei entsprechenden periodischen Überprüfungen entdeckt werden müssen. Die Entstehung von Schwingbrüchen benötigt Zeit und bei z.B. halbjährlichen Inspektionsintervallen wären Anrisse im Radsteg bereits vor Schadeneintritt feststellbar gewesen. Schwingbrüche entstehen nur dann in sehr kurzer Zeit, wenn drastisch zu hohe Lasten gefahren werden und diese zu einer ausgeprägten örtlichen Plastifizierung des Werkstoffes bereits bei den ersten Lastwechseln führen.*

Anmerkung UUB: Die derzeitigen Überprüfungsfristen beziehen sich auf international angewendete Regelwerke und Stand der Technik. Zu diesem Thema wurde von der ERA eine Task Force „Maintenance of Freight Wagons“ initiiert.

#### 9.10.5. Gutachten von Dipl.-Ing. Wolfgang Allertshammer [5]

Bei der Befundaufnahme am 24.04.2009 beschreibt der Gutachter Problematik mit den bei der Bundesanstalt für Verkehr vorhandenen Bruchstücken auf ihre Eignung zur Untersuchung. Durch die UUB konnte das Bruchstück 1 vom Gutachter des VN (siehe [2]) zur Untersuchung übergeben werden.

##### *Befund aus der vorhandenen Dokumentation*

*Nach dem Vorliegen der zur Untersuchung geeigneten Bruchprobe, eines etwa 450 mm langen Bruchabschnittes mit dem Radkranz, konnte aus diesem Teil und der zur Verfügung gestellten Bilddokumentation das gesamte Bruchbild nachvollzogen werden. Die zur Verfügung gestellten Bilder zeigen das ursprüngliche und weitgehend komplette Schadensbild. Demnach sind im Zuge des Schadens 3 außen liegende Bruchteile mit Radkranzteilen abgebrochen, was in der Folge zur Entgleisung des Wagens geführt hat.*

*Die mit Teil 1 bezeichnete Probe konnte für eine Untersuchung zur Verfügung gestellt werden. Teil 2 wurde von der Montanuniversität Leoben untersucht und unverständlicherweise entsorgt, sodass hier nur mehr auf die vorliegende Fotodokumentation zurückgegriffen werden kann. Teil 3 befindet sich bei der Bundesanstalt für Verkehr, ist für eine Auswertung aber unbrauchbar.*

*Zu Herkunft und Vorgeschichte der Radsätze konnten seitens der UUB folgende Fakten ermittelt werden: Die Radscheiben wurden im Bereich der Scheibenfläche durch Schmieden in Form gebracht und anschließend durch Drehen nachbearbeitet. Die Herstellung erfolgte für die Deutsche Reichsbahn, somit also in der DDR und damit jedenfalls vor mehr als 20 Jahren. Der nicht gebrochene Radsatz des Unfall Drehgestells ist mit alten Scheibenrädern bestückt gewesen.*

*Bei der letzten Revision des Güterwagens im Jahr 2004, bei einem deutschen Instandhalter, wurde alle Radsätze dieses Wagens wegen Verdachts auf thermische Überbeanspruchung mittels Eigenspannungsprüfung geprüft und für in Ordnung befunden. Für diese Prüfung wurde seitens des Instandhalters das verwendete Gerät nicht angeführt.*

*Im Gutachten von Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Gaubinger [1] wird ausgeführt: „Der Zustand der Thermoschutzlackierung mit Ablösungen und starker Rissbildung deutet darauf hin, dass die Radsätze des gegenständlichen Wagens in der Zeit seit der letzten Revision im Jahr 2004, da wurde der Anstrich erneuert, einer erheblichen thermischen Belastung ausgesetzt war. Diese hat dazu geführt, dass der Thermoschutzlack im Radkranzbereich aller 4 Radsätze aber auch im Scheibenbereich in weiten Bereichen abgelöst wurde. Zudem zeigen die Eigenspannungsanalysen an den nicht betroffenen Radsätzen zum Teil erhebliche Überschreitungen der zulässigen Grenzwerte.“*

*Und weiter an anderer Stelle: „Um das Auftreten von überhöhten Temperaturen erkennen zu können, sind die Räder mit einer speziellen Thermoschutzbeschichtung versehen. Diese Beschichtung wird bei Temperaturen über 220 °C geschädigt und löst sich ab rund 400 °C vom Substrat ab.“*

*Visueller Befund der Teile*

***Die übergebene Probe, Teil 1, weist auf drei Seiten Schwingbrüche auf, die sehr unterschiedlich ausgebildet sind. Die beiden Seitenflächen zeigen nach außen zum Radkranz hin immer rauer werdende Bruchflächen mit mehreren Rastlinien und jeweils ganz außen auch bereits Gewaltbruchanteile. Hierbei handelt es sich eindeutig um zuletzt entstandene Brüche. Die innenseitig liegende Bruchfläche liegt etwa im dünnsten Bereich der Radscheibe und verläuft über etwa 280 mm genau in Umfangsrichtung. Dies lässt sich an einigen Stellen, wo der Lack entfernt wurde, anhand hier sichtbarer Drehriefenstrukturen deutlich nachvollziehen.***

*Aus der Zusammenstellung der Bruchstücke war zu erkennen, dass ein großer Teil der Rissbildung in der Radscheibe in Umfangsrichtung verläuft. Die makroskopische Auswertung des überbrachten Bruchstücks zeigte am linken Rand der Bruchfläche eine stark verquetschte und verschlagene Oberfläche, aus der sich jedoch noch die makroskopische Bruchentwicklung des Ermüdungsrissses anhand deutlich ausgeprägter Rastlinien rekonstruieren ließ, indem diese Linien mit Filzstift nachgezogen wurden. **Der Riss startet von der Außenseite der Radscheibe in Umfangsrichtung nach innen und geht dabei in sehr breiter Front über vermutlich etwa 200 mm im Bereich einer Drehriefenstruktur aus, sodass die außenseitige Rissspur hier exakt entlang einer Drehriefe verläuft. Die Rissbildung ist zunächst sehr langsam erfolgt, sodass sich zahlreiche Nebenrisse bilden konnten, die alle parallel zum Hauptriss genau in Umfangsrichtung entlang von Drehriefen orientiert sind.***

*Außerhalb des genau in Umfangsrichtung orientierten Risses wird die Bruchfläche zunehmend rauer und die Rissausbreitungsrichtung wechselt von ursprünglich die Radscheibe quer durchdringend in eine Ausbreitungsrichtung in Umfangsrichtung und hier zunächst schräg nach außen. Diese Rissentwicklung, die zuletzt in dem nach außen wachsenden Bruchanteil endet, macht deutlich, dass der Rissausgang in der geglätteten und verquetschten, in Umfangsrichtung verlaufenden Bruchfläche liegen muss.*

*An der Außenoberfläche des Radteiles war der Lack bereits etwas abgeschliffen, was eine grobe Drehriefenstruktur zum Vorschein gebracht hat. Hier und am linken Rand der Probe konnten unter dem Stereomikroskop mehrere Nebenrisse erkannt werden, die alle parallel zur Richtung der Drehriefen verlaufen. In diesen Bereichen wurden daher Proben zur weiteren metallographischen und rasterelektronenmikroskopischen Untersuchung entnommen.*

#### *Rasterelektronenmikroskop*

*Das Rasterelektronenmikroskop ermöglicht die Abbildung von Ober- und Bruchflächen mit einer Schärfentiefe, die zumindest 100-fach über jener des Lichtmikroskopes liegt. Abgesehen davon sind in der Vergrößerung keine optischen Grenzen gesetzt. Aus diesem Grund eignet sich das Gerät bestens zur Untersuchung von Oberflächen- und Rissstrukturen.*

*Zur deutlicheren Dokumentation des Ergebnisses wurden die entnommenen Proben 5 bis 7 nochmals im Rasterelektronenmikroskop untersucht. Mit Hilfe der höheren Auflösung und Schärfentiefe sind die genau entlang der Drehriefenstrukturen entstandenen Risse gut erkennbar. Dabei ist auch zu erkennen, dass es örtlich zur Unterwanderung des Lackanstrichs und zu muldenförmiger Korrosion gekommen ist. Alle mitunter auch nebeneinander liegenden Risse sind genau in Umfangsrichtung orientiert.*

#### *Metallographische Untersuchung*

*Metallographische Schliffe wurden aus den Proben 1, 3, 5 und 6 angefertigt. Sie wurden sowohl im Bruchausgangsbereich als auch im Bereich der deutlich sichtbaren Drehriefen in radialer Schliffebene entnommen.*

*Der Rissausgangsbereich an der Außenseite zeigt an den Proben 1 und 3 deutliche Verquetschungen). Daran anschließend sind wenige mm entfernt, parallel zum Hauptriss, Nebenrisse ausgebildet, die im Rissausgangsbereich meist etwas klaffen. Der Werkstoff besteht aus einem Ferrit- Perlitgemisch mit etwa 15 % Ferrit (helle Phase), wobei überraschend deutlich ein sekundäres Zeilengefüge mit Seigerungsstreifen auftritt, wie es bei Walzmaterial typisch ist. Im außenseitigen Randbereich ist über 200 bis 400 µm eine gewisse Abkühlung zu beobachten.*



*Probe 3, etwa 30 mm von Probe 1 entfernt entnommen, zeigt ein weitgehend gleiches Erscheinungsbild. Im abgekohlten Randbereich wird die Zeilenstruktur deutlicher und lässt an einigen Stellen einen welligen Verlauf erkennen, der in tieferen Zonen wieder völlig geradlinig ausgebildet ist. An der Oberfläche hat teilweise bereits Korrosion den Lack unterwandert. Im Gegensatz zur Innenseite weist die Außenseite eine wesentlich stärkere Entkohlung auf, sodass im Randbereich ein rein ferritisches Gefüge vorhanden ist.*

***Die im Bereich der sichtbaren Drehriefen entnommenen Proben 5 und 6 weisen am Außenrand denselben Gefügezustand auf, zeigen aber deutlicher einen Randbereich mit wellenförmiger Zeilenstruktur. Die beobachtete, sich regelmäßig wiederholende Wellenform entspricht der Kaltverformungsstruktur, wie sie durch ein stumpfes Drehwerkzeug erzeugt werden kann. An der wieder stark entkohlten Innenseite des Rades auf der gegenüber liegenden Seite des Schliffes ist hingegen eine geradlinig verlaufende Zeilenstruktur ausgebildet.***

#### *Gutachten*

##### *Interpretation wesentlicher Ergebnisse*

*Nach der Auswertung der Fotodokumentation aus verschiedenen Gutachten und Untersuchungen und einer makroskopischen Untersuchung des überbrachten Bruchstückes konnte erstmals das gesamte Bruchgeschehen bewertet werden. Die vor mir befassten Gutachter hatten entweder eine andere Zielsetzung oder jeweils nur einzelne Teile bewertet, sodass sich nun erstmals ein Gesamtbild der Schadensentstehung entwickeln ließ.*

***Aus der Zusammenstellung der Bruchstücke war zu erkennen, dass ein großer Teil der Rissbildung in der Radscheibe in Umfangsrichtung verläuft, auch alle beobachteten Nebenrisse weisen dieselbe Orientierung auf. Der Rissausgangsbereich liegt demnach in der hier untersuchten Radkranzbruchprobe 1 und in der danebenliegenden Bruchprobe 2, die leider entsorgt worden ist.***

***Die im Randgefüge festgestellte, wellige Struktur passt gut mit den deutlich sichtbaren Drehriefen zusammen, sodass diese sicher einen zusätzlichen Einfluss auf das Bruchgeschehen gehabt haben. Die blasenförmigen Lackablösungen, wie sie von Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Wolfgang Gaubinger mehrfach beschrieben wurden, sind ein deutliches Anzeichen für eine mehrfache Überhitzung des Rades. Dehnt sich der Radkranz bei starker Erwärmung durch die Bremsen aus, entstehen thermisch induzierte Zugspannungen in radialer Richtung. Die höchsten Spannungen treten dabei automatisch in radialer Richtung und im Scheibenbereich mit der geringsten Wanddicke auf.***

### *Bewertung und Schadensmechanismus*

*Bei der Bewertung müssen weitere, im Zuge der Recherchen festgestellte Fakten berücksichtigt werden:*

- Im Zuge einer zurückliegenden Untersuchung, die während der Betriebszeit des Kesselwagens vorgenommen wurde, war eine thermische Beeinflussung der Räder durch Überbremsen festgestellt worden.*
- Es wurde eine Eigenspannungsmessung vorgenommen, die aber nicht zum Ausscheiden der Räder geführt hat.*
- Der erstuntersuchende Sachverständige, Hr. Dr. Gaubinger, hat in seiner Untersuchung eine örtliche Überhitzung des sogenannten Thermolacks festgestellt, was als Zeichen einer unzulässigen Erwärmung der Räder zu werten ist.*

*Die Erwärmung der Räder erfolgt durch die Klotzbremsen, die zu einer wesentlichen Temperatursteigerung im Radkranz führen können. Der hier verwendete Thermolack wirft ab 220 °C Blasen, was auch beobachtet werden konnte (Aussage im Gutachten Dr. Gaubinger). Zwischen Radkranz, Radscheibe und Radnabe entstehen daher bei starken, bremsbedingten Erwärmungen Temperaturgradienten, die automatisch zu Spannungsgradienten führen. Die Ausdehnung des wärmeren Radkranzes bewirkt Zugspannungen in radialer Richtung, also genau quer zu der beobachteten Rissbildung.*

***Der Riss hat sich etwa an der Stelle des dünnsten Querschnitts der Radscheibe gebildet, also an einer logischen Stelle der Rissbildung. Neben der thermisch induzierten Zugspannung wirken noch Zugeigenspannungen infolge der spanabhebenden Bearbeitung im oberflächennahen Bereich und durch Korrosionsvorgänge haben sich kleine Korrosionsgrübchen unter dem Lack gebildet.***

***Der Riss ist zunächst außenseitig im oberflächennahen Bereich entstanden, der durch Eigenspannungen beeinflusst war, und weiter quer durch die Radscheibe von außen nach innen in Richtung Radkranzseite gelaufen. Erst ab einer gewissen Tiefe ist der Riss in den Randbereichen in Umfangsrichtung umgeschwenkt und hat den Gesamtriss zunehmend verbreitert. Möglicherweise haben sich durch Lastumlagerung dann auch auf anderen Stellen Rissausgänge in Umfangsrichtung gebildet.***

***Die restlichen Bruchflächen, die von der Umfangsrichtung abweichen, sind zuletzt durch relativ rasches Wachstum in der bereits stark geschädigten Radstruktur entstanden. Dazu gehören auch die Risse, die nach außen in den Radkranz abgezweigt sind und den völligen Radbruch und die Entgleisung verursacht haben.***

***Der erste in Umfangsrichtung verlaufende Anriss muss vergleichsweise langsam gelaufen sein und hatte ausreichend Zeit, die Bruchfläche in diesem Bereich stark zu verquetschen, sodass sie völlig glatt und prägepoliert wirkt.***

#### *Erforderliche Maßnahmen*

*Nach über 20-jährigem Betrieb sollte ein Eisenbahnrad sicher deutlich über der Schwingenspielzahl für einen dauerfesten Zustand liegen. Der aufgetretene Bruch ist daher ein deutlicher Beweis dafür, dass im Zuge des Fahrbetriebes Veränderungen aufgetreten sind, die zu einer Beanspruchungserhöhung geführt haben. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit können hier folgende mögliche Einflüsse genannt werden:*

- 1. Thermische Überlastung und zyklische thermische Überlastung beim Bremsen mit Klotzbremsen,*
- 2. Zunahme der Wärmeeinbringung durch Änderungen an den Bremsbacken*
- 3. Spannungserhöhung durch Verringerung der Wanddicke des Radkranzes,*
- 4. Kerbwirkung durch Korrosionsgrübchen*
- 5. höhere Achslast,*
- 6. höhere Fahrgeschwindigkeit*

*Wie vom Auftraggeber berichtet wurde, handelt es sich beim gegenständlichen Radbruch nicht um den ersten Schadensfall dieser Art. Es scheint daher sinnvoll, die bisher ermittelten Daten mehrerer Radbrüche gemeinsam auszuwerten und daraus die sinnvollsten Verbesserungsmaßnahmen zur Vermeidung weiterer Radbrüche ableiten zu können. Natürlich können auch aus den Erkenntnissen dieses Unfalles alleine bereits Maßnahmen abgeleitet werden, doch besteht bei der Zugrundelegung eines einzelnen Unfalls die Gefahr, dass besondere Wechselwirkungen eines Einzelfalles überbewertet werden. Ziel muss es aber sein, die Gesamtheit der Einflüsse über mehrere Betreiber und Beanspruchungssituationen hinweg zu erkennen und hier eine international abgestimmte Vorgangsweise zur Verbesserung des Regelwerkes zu erzielen. Die Bahnunfälle der vergangenen Monate scheinen auch den Boden dafür bereitet zu haben, der hier für Verbesserungen zu nutzen wäre.*

*Die bisher vorgenommenen Eigenspannungsmessungen scheinen eine gute Basis für die Risikoerkennung zu liefern, doch stellt sich im gegenständlichen Fall die Frage, wieso ihre Anwendung und Interpretation offensichtlich ungenügend erfolgt ist, um den Eintritt des Schadens zu verhindern. Immerhin war bereits bei der letzten Revision eine Anzeige erfolgt, die aber als zulässig bewertet worden ist und erst die Nachmessung nach dem Unfall hat extreme Eigenspannungen nachgewiesen. Aus meiner Sicht konnte nicht geklärt werden, ob die Eigenspannungen nicht auch im Zuge des Unfallgeschehens, also des langsamen Risswachstums im Rad, in so hohem Maße entstanden sind. Das rissbehaftete Rad weist im Betrieb sicher völlig andere Verformungen auf als dies im Normalbetrieb der Fall wäre.*

*Die zahlreichen Anrisse der Radscheibe in Umfangsrichtung sind wahrscheinlich auch im zweiten Rad bereits vorhanden. Eine zusätzliche Prüfung könnte durch die Rissprüfung dieser Bereiche an weiteren Rädern erfolgen, was vor allem dann hilfreich sein könnte, wenn die Eigenspannungsmessung bereits Hinweise auf eine thermische Überbeanspruchung geliefert hat. Dies könnte zum Beispiel bei allen Rädern sinnvoll sein, an denen der Thermolack bereits Blasen geworfen hat, womit eine Überbeanspruchung nachgewiesen ist.*

*Die Ausarbeitung von Maßnahmen, mit deren Hilfe Unfälle dieser Art in Zukunft vermieden werden können, sollten jedenfalls unter Mitarbeit aller Beteiligten erfolgen. Nur dadurch können Betriebserfahrungen und wissenschaftliche Erkenntnisse gemeinsam so umgesetzt werden, dass auch entsprechend administrierbare Maßnahmen beschlossen und umgesetzt werden.*

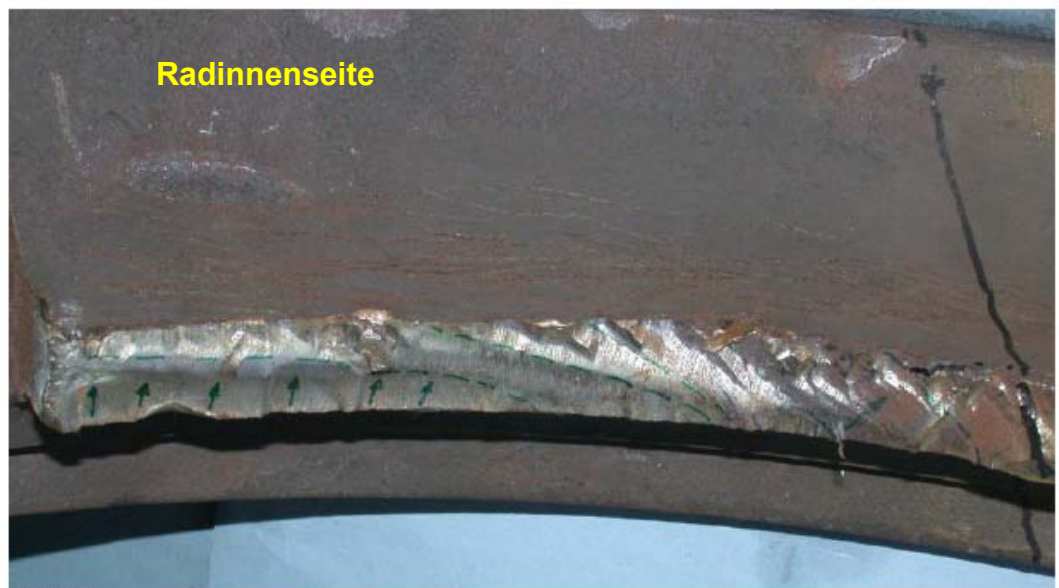
#### *Zusammenfassung*

***Der Radbruch ist durch die Bildung eines Ermüdungsrisses im dünnsten Bereich der Radscheibe ausgelöst worden, der sich genau in Umfangsrichtung entlang einer Drehriefe an der Außenseite des Rades gebildet hat. Die bereits aus mehreren Voruntersuchungen vorliegenden Daten lassen darauf schließen, dass eine thermische Überbeanspruchung der Räder durch Überbremsen wesentlich zur Schadensentstehung beigetragen hat. Als weiterer Einflussfaktor konnten Kaltverformungen im Gefüge an der Außenseite des Rades nachgewiesen werden, die im Zuge des Grobdrehens der Radscheiben eingebracht worden sind und anhand einer wellenförmigen Verformung des Zeilengefüges zu erkennen sind.***

***Obwohl somit der Schadenshergang klar nachvollzogen werden konnte, ist das Ergebnis der Analyse noch unbefriedigend, da es bislang unmöglich war, aus den vorliegenden Daten dieses Einzelfalles die prinzipielle Problematik der aufgetretenen Belastung herauszuarbeiten. Diese muss, nach bereits mehreren Radbrüchen dieser Art, jedoch dringend erkannt werden, um daraus eine entsprechende Verbesserung des Regelwerkes ausarbeiten und umsetzen zu können. Nur durch eine solche Vorgangsweise wird es möglich sein, Unfälle wie den gegenständlichen, in Hinkunft sicher vermeiden zu können.***

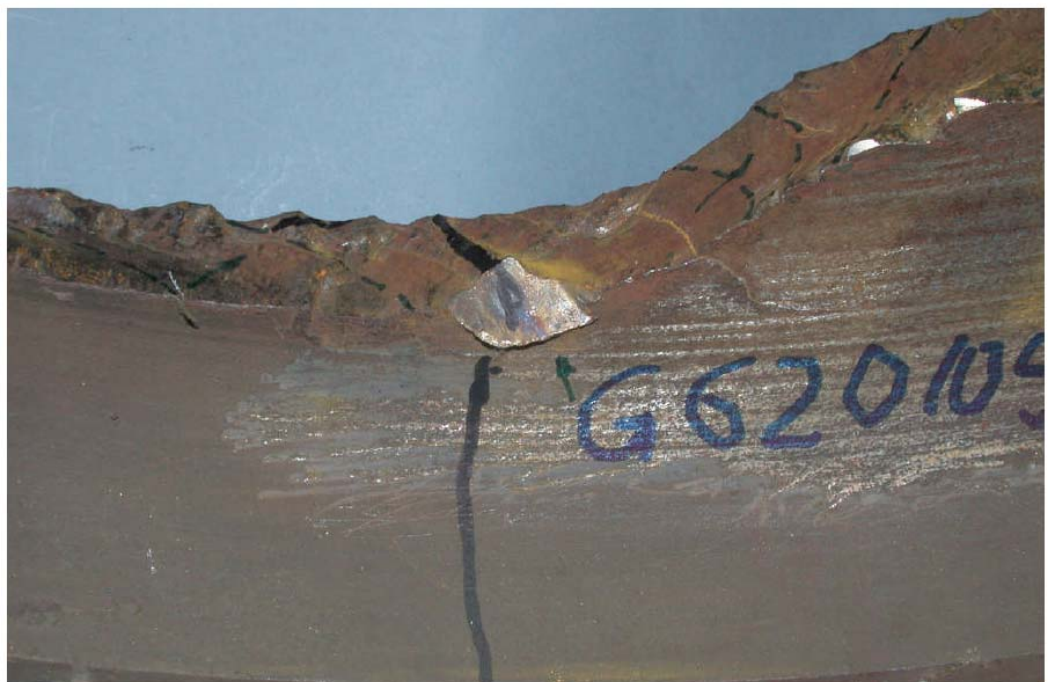
*Der Bericht wurde auf Wunsch des Auftraggebers auch in elektronischer Form erstellt und enthält in dieser Form daher keine Unterschrift. Die Prüfergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben. Die Schlussfolgerungen resultieren aus den mir zur Verfügung gestellten Unterlagen und den Untersuchungsergebnissen. Sollten wesentliche zusätzliche Fakten bekannt werden, so behalte ich mir eine entsprechende Neubewertung vor.*





**Bild 5:**  
stark verschlagener Rissausgangsbereich mit eingezeichneten Rastlinien, die die Rissfront zu verschiedenen Zeiten markieren.

**Abbildung 82 Bruchstück 1 mit Rastlinien und intaktem Thermoschutzlack –**  
**Quelle Gutachten [5]**



**Bild 7:**  
Bereich in der Mitte des Bruchstückes, in dem grobe Drehriefenstrukturen erscheinen; das Teil wurde mit entferntem Lack in diesem Zustand überbracht.

**Abbildung 83 Bruchstück 1 mit Drehriefen und intaktem Thermoschutzlack-**  
**Quelle Gutachten [5]**

#### 9.11. Vorgereichter 6. Wagen 33 80 787 4 399-8

Der vorgereichte Kesselwagen war nicht entgleist, jedoch kam es durch Einwirkung des entgleisten 7. Wagens zu einem geringfügigen Austritt von Gefahrgut NATRIUMHYDROXIDLÖSUNG, Gefahrennummer 80, UN Nr. 1824, II, 8.

Auf der Kesselaußenseite im Bereich des Domdeckels waren ca. 0,5 m<sup>2</sup> benetzt.

Durch die mit dem Rettungszug in den Tunnel gebrachten örtlichen Feuerwehren wurde der Kesselwagen mittels Sprühstrahl vom ausgetretenen Ladegut gereinigt

#### 9.12. Nachgereichter entgleister 8. Wagen 31 81 537 5 105-8

Die Achse 4 des 7. Wagens wurde aus dem nachlaufenden Drehgestell gerissen, verkeilte sich unter dem vorlaufenden Drehgestell des 8. Wagens (Eanos, 31 81 537 5 105-8) und brachte dadurch den nachgereichten 8. Wagen mit ersten Achse des vorlaufenden Drehgestells zum Entgleisen.



Abbildung 84 Nachgereichter entgleister 8. Wagen 31 81 537 5 105-8

### 9.13. Untersuchung des Fahrweges

Die Streckenklasse beträgt „D4“. Gleis 1 ist ein Hauptgleis mit der Schienenform „UIC 60“, im Tauerntunnel sind die längsverschweißten Schienen auf einer festen Fahrbahn (System Feste Fahrbahn ÖBB PORR) verlegt. Gemäß Stellungnahme des IM wurde das Gleis 2003 erneuert und in regelmäßigen Abständen mit dem Oberbaumesswagen EM250 vermessen. Bei der letzten Messfahrt vor der Entgleisung am 26.06.2007 wurden keine Mängel festgestellt.

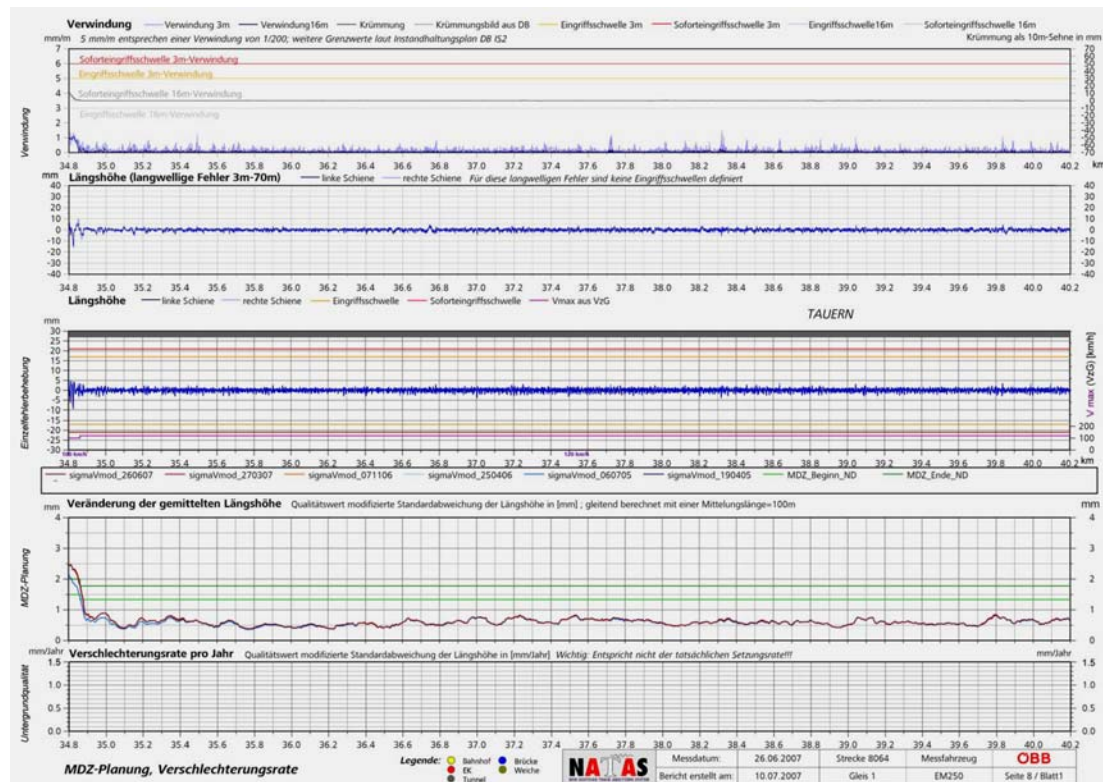


Abbildung 85 Gleismessschriebe der Messfahrten vom 26. Juni 2007 (Auszug)

## 10. Zusammenfassung der Erkenntnisse

### 10.1. Fahrgeschwindigkeit

Die zulässigen Geschwindigkeit wurden in jedem Bereich eingehalten.

### 10.2. Verhalten der Tzfz

Die Tzfz haben sich vorschriftenkonform und umsichtig verhalten

### 10.3. Fahrweg

Im Zuge der letzten Messfahrt wurden keine Regelwidrigkeiten festgestellt, die einen Soforteingriff erforderlich bedingt hätten.



#### 10.4. Beteiligte Fahrzeuge

Der Kesselwagen 33 80 787 4 385-7 ist durch den Radbruch des in Fahrtrichtung dritten Radsatzes, linke Radscheibe der Verursacher für die Entgleisung von Z 54352.

Die Entgleisung des nachgereihten achten Wagen 31 81 537 5 105-8 ist als Folge der Entgleisung anzusehen.

Die Instandhaltung des zuerst entgleisten Kesselwagens 33 80 787 4 385-7 im Februar 2004 wurden wie folgt dokumentiert:

- Der Wagen wurde dem Hinweis „Achtung: Radsätze haben thermische Schäden“ dem Instandhalter zugeführt.
- Am Wagen wurden laut Aufstellung des Fahrzeughalters im Zuge der Instandhaltungsstufe IS 2 (Radprofile und Lageraufarbeitung) folgende Arbeiten an jedem der vier Radsätze durchgeführt:
  - *Radsatz incl. Welle reinigen und vermessen*
  - *Umrissbearbeitung pro Radsatz (Profilierung)*
  - *Achslagergehäusedeckel ab, an*
  - *Radsatz- Datenring neue Daten einschlagen*
  - *Radsatz- Ultraschallprüfung lt. DS 984 04 (=RIL 984.04)*
  - *Radsatz- Ultraschallprüfung (Welle)*
  - *Rollenachslager de- und montieren je Radsatz*
  - *Rollenachslager aufarbeiten je Radsatz*
  - *Rollenachslagergehäuse reinigen und prüfen*
  - *Radsatzscheibe von außen mit Alkydharzeinschichtfarbe einstreichen (Thermische Farbe aufbringen !)*
  - *Achslagergehäuse reinigen und streichen*
  - *Radsatzwellenschaft reinigen und streichen*
  - *Radsatztransport*

Folgend Arbeiten wurden dem Fahrzeughalter auch in Rechnung gestellt (siehe Abbildung 43):

- Thermische Farbe RAL 8019
- Radsatz- Eigenspannungsprüfung

Durch die UUB wurde festgestellt:

- Die Angaben in den Grunddaten an den Radsatz-Datenbändern der Achsen 1, 2 und 4 ist von Räderwerkstoff R1 auf R7 überstempelt (für diese Radsatzbauart dürfen nur Räderwerkstoffe R7 verwendet werden).
- Die übermittelten Prüfprotokolle entsprachen nicht den Bestimmungen gemäß RIL 907.0801 und den Mindestforderungen der TRF. Zu den Radsätzen mit der nicht gebrochenen Radscheibe wurden keine Prüfprotokolle übermittelt.
- Vom Rechtsnachfolger des Instandhalters (ab 19. Juli 2004 gemäß Homepage [www.wrs-duisburg.de](http://www.wrs-duisburg.de)) wurde mit Schreiben vom 5. Juni 2009 die Verwendung eines gemäß RIL 907.0801 zugelassenen Prüfgerätes für die Messung der Eigenspannung im Februar 2004 bestätigt.

Durch das Bearbeiten der Radprofile im Zuge der IS 2 im Februar 2004 wurden die zuvor geschädigten Zonen an der Lauffläche (thermisch ungewandeltes Makrogefüge) mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit beseitigt.

Eine thermische Schädigung des Radsatzes mit der gebrochenen Radscheibe kann zwischen der letzten planmäßigen Instandhaltung und dem Unfall ausgeschlossen werden und zwar:

- *Bei der makroskopischen Untersuchung zeigte sich das Makrogefüge bei beiden Rädern über den Querschnitt homogen. Unmittelbar an der Lauffläche wurde kein thermisch ungewandeltes Makrogefüge als Hinweis auf eine intensive thermische Beanspruchung durch die Klotzbremse (Überbremsung) festgestellt [3].*
- *Das ungeschädigte Rad wies bis in den Übergang zwischen Radsteg und Radkranz die Farbbeschichtung auf, so dass davon auszugehen ist, dass dieses Rad nicht überbremst war [3].*
- *Eine Überbremsung als Ursache für die Rissbildung ist unwahrscheinlich, da hierfür keine deutlichen Hinweise vorliegen. An beiden Rädern des Unfallradsatzes lagen zumindest im Radsteg und beim nicht gebrochenen Rad bis in den Übergang zum Radkranz noch Reste der Farbbeschichtung vor, was darauf schließen lässt, dass hier kein Farbabbrand stattfand [3].*
- Die Bremse dieses Güterwagens ist derart ausgelegt, dass die Kraft des Bremszylinders gleichmäßig auf alle Räder wirkt.
- Ordnungsgemäß vorhandener Thermoschutzanstrich auf der intakten Radscheibe des Radsatzes mit der gebrochenen Radscheibe.

Bezüglich einer Wärmeeinbringung vom Radbruch, während des Entgleisungsvorganges bis zum Stillstand, kann keine objektive Aussage gemacht werden.

Eine Farbabblätterung an den nicht entgleisten Radsätzen ist durchaus möglich.

Die gebrochene Radscheibe wies keinerlei erkennbare Kennzeichnung bezüglich des verwendeten Radwerkstoffes auf. Bei beiden Rädern der Radsatzwelle mit der gebrochenen Radscheibe sind aus dem vorgesehenen Radwerkstoff R7 [3] gefertigt. Die unterschiedlichen Angaben zur Werkstoffqualität [3] und [4] lässt sich aus der unterschiedlichen Position der Probenentnahme erklären.

Der Radbruch ist durch die Bildung eines Ermüdungsrissses im dünnsten Bereich der Radscheibe ausgelöst worden, der sich genau in Umfangsrichtung entlang einer Drehriefe an der Außenseite des Rades gebildet hat. Die bereits aus mehreren Voruntersuchungen vorliegenden Daten lassen darauf schließen, dass eine thermische Überbeanspruchung der Räder durch Überbremsen wesentlich zur Schadensentstehung beigetragen hat. Als weiterer Einflussfaktor konnten Kaltverformungen im Gefüge an der Außenseite des Rades nachgewiesen werden, die im Zuge des Grobdrehens der Radscheiben eingebracht worden sind und anhand einer wellenförmigen Verformung des Zeilengefüges zu erkennen sind [5].

## 11. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten

### 11.1. Befahren von Gefällestrecken > 15 ‰

Für das Befahren von Gefällestrecken > 15 ‰ gelten am Netz der ÖBB folgende Regelwerke:

- a) ÖBB-DV M22 „Dienst auf Triebfahrzeugen“, Neuauflage 1994, Anlage 06 „Talfahrt mit alleinverkehrenden Triebfahrzeugen ohne dynamische Bremse“ legt  $v_{\max} = 50 \text{ km/h}$  fest.
- b) ÖBB-DV M26 „Bremsvorschrift“, Anweisung zur DV M26, Abschnitt V-Bremsbedienung „2.P-Züge ohne E-Bremse bei Talfahrten auf längeren Rampenstrecken“ (Verlautbart durch Anweisung 089-02-2008, gültig bis 12.12.2010) legt auf definierten Rampenstrecken  $v_{\max} = 60 \text{ km/h}$  fest.
- c) ÖBB-DV M26 „Bremsvorschrift“, Zusatzbestimmung zur DV M26, Abschnitt V: Bedienung, Erstausgabe vom 22. Dezember 1999 durch den ÖBB-Traktionsleister (Verlautbart durch Anweisung 089-02-2008, gültig bis 12.12.2010):  
„1.Fahrten im Gefälle (Rampen, Steilstrecken) mit nP-Zügen“:



Bei nP - Zügen sind auf Teilstrecken grundsätzlich Triebfahrzeuge mit tauglicher dynamischer Bremse einzusetzen. Die Grenzwerte sind in der DV M22, Anlage 05 geregelt. Ohne dynamische Bremse bzw. wenn die dynamische Bremse nicht ausreicht, ist grundsätzlich nach der Sägezahnmethode zu fahren: Unterschreitung der Fahrplangeschwindigkeit um mind. 20km/h, abhängig von Wagenzuggewicht und Zuglänge.

**Grundsatz: zwischen Lösebeginn und erneuter Bremsung mind. 90 Sekunden; Lösen nur in der Fahrtstellung!**

**Ausnahme:**

In Bereichen mit einer zulässigen Geschwindigkeit von 40km/h und weniger (La, Signal) ist die Sägezahnmethode nicht erforderlich!

Auf folgenden Rampen/Teilstrecken gilt bei Ausfall der E-Bremse bzw. ohne E-Bremse v<sub>max</sub> 60km/h – Sägezahn.

Semmering –	Payerbach/Reichenau
Semmering –	Mürzzuschlag
Eben im Pongau –	Bischofshofen
Hochfilzen –	Saalfelden
Hochfilzen –	St. Johann i. T.
Westendorf –	Hopfgarten
Brennero/Brenner –	Innsbruck Hbf
Langen –	Bludenz
St. Anton –	Landeck
Mallnitz/Obervellach –	Pusarnitz
Böckstein –	Bad Hofgastein
Dorfgastein –	Schwarzach/St. Veit

Zusätzlich ist aufgrund der hohen Fahrplangeschwindigkeit und der damit verbundenen thermischen Überlastung der Bremsen in den Streckenabschnitten

Mallnitz/Obervellach –	Pusarnitz
Böckstein –	Bad Hofgastein
Dorfgastein –	Schwarzach/St. Veit

a) bei einer maximal verfügbaren E-Bremskraft von maximal 120kN im Zug, die v<sub>max</sub> entsprechend nachstehender Tabelle zu begrenzen:

**Begrenzung der Sägezahn-v<sub>max</sub> am Tauern bei einer E-Bremskraft von maximal 120kN im Zug**

Wagenzuggew.	Bremsleistung					
	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	110 %
1800 t	60	60	60	60	65	75
1700 t	60	60	60	60	70	80
1600 t	60	60	60	65	75	85
1500 t	60	60	60	70	80	90
1400 t	60	60	65	75	85	95
1300 t	60	60	70	80	90	100
1200 t	60	65	75	85	95	
1100 t	60	70	80	90	100	
1000 t	65	75	85	95		
900 t	70	80	90	100		
800 t	75	85	95			
700 t	80	90	100			
600 t	85	95				

Die v<sub>max</sub> wird nach den Bestimmungen des arithmetischen Rundens von Wagenzuggewicht und der Bh. vorh. ermittelt.  
1-4 abrunden  
5-9 aufrunden  
z.B. 73% = 70%

**Abbildung 86 Zusatzbestimmungen zur ÖBB-DV M26**

#### Beispiele für die Ermittlung der $v_{\max}$ Sägezahn

Bei 1100 t entspricht  $B_h$  vor. =  $v_{\max}$  des Sägezahns

Beispiel:  $B_h = 72\%$  bedeutet  $v_{\max} = 70$  km/h

$B_h = 78\%$  bedeutet  $v_{\max} = 80$  km/h

Für höhere Wagenzuggewichte sind pro 100 t 5 km/h abzuziehen (bis 60 km/h).

Beispiel:  $B_h = 78\%$  bei 1300 t  $v_{\max} = 70$  km/h (80-2x5)

Für kleinere Wagenzuggewichte sind pro 100 t 5 km/h dazuzurechnen.

Beispiel:  $B_h = 78\%$  bei 900 t  $v_{\max} = 90$  km/h (80+2x5)

b) bei einer maximal verfügbaren E-Bremskraft zwischen 120kN und maximal 200kN im Zug, die  $v_{\max}$  entsprechend nachstehender Tabelle zu begrenzen:

#### Begrenzung der Sägezahn- $v_{\max}$ am Tauern bei einer E-Bremskraft zwischen 120kN und maximal 200kN im Zug

Wagenzuggew.	Bremsleistung					
	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %	110 %
1800 t	60	60	60	65	75	85
1700 t	60	60	60	70	80	90
1600 t	60	60	65	75	85	90
1500 t	60	60	70	80	90	100
1400 t	60	65	75	85	95	100
1300 t	60	70	80	90	100	100
1200 t	65	75	85	95	100	
1100 t	70	80	90	100	100	
1000 t	75	85	95	100		
900 t	80	90	100	100		
800 t	85	95	100			
700 t	90	100	100			
600 t	95	100				

Geschwindigkeit in km/h

Die  $v_{\max}$  wird nach den Bestimmungen des arithmetischen Rundens von Wagenzuggewicht und der  $B_h$  vorh. ermittelt.  
1-4 abrunden  
5-9 aufrunden  
z.B. 73% = 70%

c) bei einer maximal verfügbaren E-Bremskraft von mehr als 200kN im Zug entfällt bis zu einem Wagenzuggewicht von 1500t die  $v_{\max}$  – Begrenzung – es gilt die Buchfahrplangeschwindigkeit; bei mehr als 1500t Wagenzuggewicht gilt Sägezahn- $v_{\max} = 90$  km/h.

**Abbildung 87 Zusatzbestimmungen zur ÖBB-DV M26 (Fortsetzung)**

Die Regelungen nach b) und c) sind auf der Internetseite des IB, zugänglich für RU veröffentlicht.

Durch den Streckenausbau der Tauernbahn erfolgte keine Verbesserung der maßgeblichen Neigung, jedoch wurde die Streckenhöchstgeschwindigkeit abschnittsweise bis auf 120 km/h angehoben.

## 11.2. Erfassung der Zugdaten

Im ÖBB-DB 610 („Dienstbehelf für die Erfassung der Zug- und Wagendaten“) ist geregelt:

§ 12, Absatz 3 (Ausgaben vom 17. Juni 2007 und 13. Dezember 2009): „Alle beim Zug aus Belastungsgründen erforderlichen Tzf müssen mit ihrer Dienstverwendung angegeben werden, und zwar als ...“

§ 20, Absatz 3 (Ausgabe vom 17. Juni 2007): „Züge werden grundsätzlich bis zum nächsten Behandlungsbahnhof – und so weiter – vorbereitet; Verschubgüterzüge ...“

§ 20, Absatz 3 (Ausgabe vom 13. Dezember 2009): „Grundsätzlich sind Züge vom Zugausgangsbahnhof bzw. Grenzeintrittsbahnhof, auch über mehrere Behandlungsbahnhöfe hinweg, bis zum Zugendbahnhof bzw. Grenzaustrittsbahnhof vorzubereiten.“

§ 20, Absatz 4 (Ausgabe vom 17. Juni 2007): „Als Behandlungsbahnhöfe gelten solche Bahnhöfe, wo Fahrzeuge abgestellt bzw. beigegeben werden oder der Zug gestürzt wird. ....“

§ 20, Absatz 4 (Ausgabe vom 13. Dezember 2009): „Als Behandlungsbahnhöfe gelten solche Bahnhöfe, in denen Fahrzeuge abgestellt bzw. beigegeben oder Züge gestürzt werden. ....“

Die nach der Entgleisung zur Verfügung gestellte Wagenliste zeigte die Reihung von Z 54352 ab Bf Villach Süd Gvbf. Für die Lokbeigaben im Bf Spittal-Millstättersee (Vorspann- und Nachschiebe-Tfz) und die Lokwegnahme im Bf Mallnitz-Obervellach (Vorspann-Tfz) konnte keine Wagenliste vorgelegt werden.

#### 11.3. Bewertung der G-gebremsten Wagen im Zugverband

Gemäß Anlage 3 Anrechnung des Bremsgewichtes von Fahrzeugen ist definiert: Fahrzeuge in Bremsstellung „G“ erfolgt die Anrechnung von 80 % des ermittelten G-Wertes. In der gegenständlichen Bremsberechnung (Wagenliste) wurde daher gemäß ÖBB DB 610, Anlage 3, für Fahrzeuge in Bremsstellung „G“ ein Faktor von 80 % angewendet.

Gemäß Merkblatt UIC 544-1 (Stand der Technik) errechnet sich das Bremsgewicht von „G“-gebremsten Fahrzeugen durch Multiplikation des in Bremsstellung „P“ angeschriebenen Bremsgewichtes mit dem Faktor 0,75 (= 75 %).

#### 11.4. Anwendung internationaler Regelwerke bei Zuglängen > 500 m

Die Bremsberechnung für Z 54352 erfolgte vorschriftenkonform gemäß den Bestimmungen der DV V3, § 28. Dabei werden die Berechnung der Brems Hundertel und gegebenenfalls Maßnahmen bei nicht Erreichen der erforderlichen Brems Hundertel festgelegt.

Diese Bestimmungen berücksichtigen jedoch nicht den Einfluss der Länge bei Güterzügen > 500 m. Die gemäß Merkblatt UIC 544-1 ermittelten Bremsgewichte der Fahrzeuge sind jedoch nur bis zu einer Güterzuglänge von 500 m gültig.

Bei Güterzuglängen von 501 m bis 700 m wird ein Korrekturkoeffizient  $\kappa$  (kappa) angewendet, um den das errechnete Bremsgewicht eines Zuges reduziert werden muss, um das für die betriebliche Nutzung vorhandene Bremsgewicht, abhängig von der Zuglänge, zu berücksichtigen (Stand der Technik).

### 11.5. Durchführung metallurgischer Untersuchungen durch Gutachter

Nach der Durchführung der metallurgischer Untersuchungen muss durch den Gutachter sichergestellt sein, dass die Prüfmuster nicht „entsorgt“ werden, sondern für allfällige weitere Untersuchungen zur Verfügung stehen.

### 11.6. Eigenspannungsprüfung im TS-Werk Knittelfeld

Vom Gutachter des VN wurde festgestellt (siehe Untersuchungsbericht [1]), dass bei der Prüfung der Eigenspannungen der Radscheiben am 19. Dezember 2007 für das verwendete Gerätesystem ein K-Wert von 135 angewendet wurde. K-Wert bedeutet Kalibrierwert des Gerätesystems für einen bestimmten Radwerkstoff.

Gemäß RIL 907.0801 „Zerstörungsfreie Prüfung Ermittlung von Eigenspannungen im Radkranz von Vollrädern mit Ultraschall“, Punkt 4 Prüfungsdurchführung mit Gerätesystem UER bzw. UER-T, Absatz 4 wurde festgelegt:

*Der K-Wert für den Radwerkstoff R7 beträgt: 135.*

*Der K-Wert aller anderen Radwerkstoffe (R1, R2, R3, BV2, BV2N, R6, R8, R9 u.a.) beträgt: 150.*

*Der Radwerkstoff GOST 20 gilt als „nicht prüfbar“.*

Weiters stellt der Gutachter des VN fest, dass bei den Eigenspannungsprüfungen bei den ÖBB 340 MPa als Grenzwert angewendet wurden.

Gemäß der zuvor genannten RIL, Punkt 6 Prüfungsentscheid, Absatz 1 gilt :

Radkategorie	Radwerkstoff	zulässiger Bereich
2	R1, R7	-350 bis + 300 MPa

## 12. Ursache

Die Ursache für die Entgleisung war eine gebrochene Radscheibe.

Auf Grund der vorliegenden Gutachten wurde nachgewiesen, dass die Radlauflächen der untersuchten Räder zum Zeitpunkt des Unfalls keine intensive thermische Beanspruchung aufwiesen. Somit ist als Ursache für die Rissbildung die thermische Überbelastung vor der letzten planmäßigen Instandhaltung im Februar 2004 anzusehen.

## 13. Berücksichtigte Stellungnahmen

Die eingelangten Stellungnahmen und deren Berücksichtigung sind in der Anlage F enthalten.

## 14. Sicherheitsempfehlungen

Gemäß EU Richtlinie 49/2004, Artikel 25 - Absatz 2 werden die Empfehlungen an die Sicherheitsbehörde und, sofern es die Art der Empfehlung erfordert, an andere Stellen oder Behörden in dem Mitgliedstaat oder an andere Mitgliedstaaten gerichtet. Die Mitgliedstaaten und ihre Sicherheitsbehörden ergreifen die erforderlichen Maßnahmen, um sicherzustellen, dass die Sicherheitsempfehlungen der Untersuchungsstellen angemessen berücksichtigt und gegebenenfalls umgesetzt werden.

Punkt	Sicherheitsempfehlung	richtet sich an
14.0	Sicherheitsempfehlung gemäß Schreiben BMVIT-795.087/0001-II/BAV/SCH/2008 bzw. BMVIT-795.087/0002-II/BAV/SCH/2008 gemäß UUG §16 Abs. 2 vom 31. März 2008: Fahrzeuge der Bauart Typ 5245.85 erst nach folgenden Überprüfungen betrieblich zu nutzen: 1. Überprüfung der Anschriften der Lastgrenze „CM“ und „D“ im Vereinbarungsrastrer in Bezug auf die Bauartzulassung 2. Überprüfung ob die Radscheiben dieser Wagenserie aus zugelassenem Material nach UIC bestehen. 3. Überprüfung, ob die Erhöhung der Gesamtmasse dem Stand der Technik der Fahrzeugkomponenten, insbesondere auf thermische Verträglichkeit der Radscheiben entspricht (z.B. bei längeren Fahrten im Gefälle > 15 ‰ und Fehlen/Ausfall der elektrodynamischen Bremse des Tfz).	RU (Betreiber)

Zu den Sicherheitsempfehlungen wurden bereit folgende Maßnahmen gesetzt bzw. folgende Kenntnisse erlangt:

- Die unter Punkt 1 genannte Sicherheitsempfehlung wurde vom Halter und RU umgesetzt. Zusätzlich wurde nach einer Entgleisung am 9. April 2009 durch die UUB eine Sicherheitsempfehlung GZ. BMVIT-795.135/0003-II/BAV/UUB/SCH/2009 ausgesprochen, diese wurde von der österreichischen NSA als „Sicherheitsempfehlung für bestimmte Radsatzwellen – Dauerfestigkeitsnachweis gemäß EN 13103“ mit GZ. BMVIT-224.067/0001-IV/SCH5/2009 am 2. Juli 2009 umgesetzt
- Der Nachweis zu Punkt 2, dass das zulässige Material der Radscheibe richtig ist wurde mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit durch den Untersuchungsbericht [3] nachgewiesen.
- Zu Punkt 3 wurde durch das EBA mit Schreiben 3519-35xba/002-0001#002 vom 3. November 2008 bestätigt, dass die Verwaltungsvorschrift des EBA für die Zulassung klotzgebremster Fahrzeuge, Nachweise über die thermische Verträglichkeit vorschreibt.

Die vorab ergangenen Sicherheitsempfehlung wird somit als erfüllt betrachtet und nachstehende Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen:

Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlungen unfallkausal	richtet sich an
14.1  <b>A-45/2010</b>	Sicherstellung, dass die Instandhaltung regelwerkskonform erfolgt.  Begründung: Bei der letzten planmäßigen Instandhaltung wurden Risse nicht erkannt.	<b>Fahrzeughalter VTG AG</b>
14.2  <b>A-46/2010</b>	Schaffung einheitlicher Regelwerke für die Instandhaltung.  Begründung: Dies wird durch die ERA Task Force Maintenance of Freight Wagons erarbeitet.	<b>NSA, ERA</b>
14.2a  <b>A-47/2010</b>	Überprüfung, ob bei bestimmten thermisch überhitzten Rädern zusätzlich zur Eigenspannungsmessung eine dem Stand der Technik entsprechende Prüfung der Radscheiben durchgeführt werden soll (z. B. Magnetpulverprüfung oder Eddy Current Test).  Begründung: Die zusätzliche Prüfung ergibt sich aus dem Umstand, dass bei der im Zuge der planmäßigen Instandhaltung im Februar 2004 durchgeführte Eigenspannungsmessung keine Schädigung der Radscheibe detektiert werden konnte.	<b>NSA, ERA, Fahrzeughalter</b>
14.3  <b>A-48/2010</b>	Überprüfung, ob Maßnahmen zur Kennzeichnung von bereits einmal thermisch auffällig gewordener Radscheiben erforderlich sind.  Begründung: Sensibilisierung der Mitarbeiter. Dies sollte z .B. im AVV geregelt werden.	<b>ERA, RU, Fahrzeughalter</b>
14.4  <b>A-49/2010</b>	Überprüfung, ob ein Anbau von Entgleisungsdetektoren an Güterwagen beim permanenten Einsatz für Gefahrguttransporte (z.B. Kesselwagen) erforderlich ist.  Begründung: Durch einen Entgleisungsdetektor wäre Z 54352 bedeutend früher angehalten worden und die Unfallfolgen wären dadurch geringer gewesen.	<b>NSA, ERA</b>



Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlungen nicht unfallkausal	richtet sich an
14.5  A-50/2010	Überprüfung, ob ortsfeste Entgleisungsdetektoren (z.B.: Prototyp der ÖBB-Infrastruktur AG) vor neuralgischen Stellen (wie Tunnel, Brücken, ...) eingesetzt werden sollten. Ein entsprechendes Konzept ist der zuständigen Behörde vorzulegen und durch diese zu genehmigen.  Begründung: Durch solche Anlagen können unter Umständen Mängel rechtzeitig erkannt werden.	IM
14.6  A-51/2010	Berücksichtigung des Multiplikationsfaktors für „G“-gebremste Fahrzeuge von 75 % des P-Wertes (gemäß Merkblatt UIC 544-1) anstelle des derzeit angewandten Faktors von 80 % in den normativen Grundlagen der Bremsberechnung.  Begründung: Gemäß Notifizierung TSI 2004 (Homepage BMVIT <a href="http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/recht/downloads/notifizierung_tsi2004.pdf">http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/recht/downloads/notifizierung_tsi2004.pdf</a> , Seite 11) ist das Merkblatt UIC 544-1 anzuwenden.	IM
14.7  A-52/2010	Prüfung, ob eine normative Grundlage zur Berücksichtigung des Korrekturkoeffizient $\kappa$ (Faktor kappa gemäß Merkblatt UIC 544-1, Anlage K2), bei der Ermittlung der Bremsleistung für Güterzüge mit Längen > 500 m erforderlich ist.  Begründung: Gemäß Notifizierung TSI 2004 (Homepage BMVIT <a href="http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/recht/downloads/notifizierung_tsi2004.pdf">http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/recht/downloads/notifizierung_tsi2004.pdf</a> , Seite 11) ist das Merkblatt UIC 544-1 anzuwenden.	IM
14.8  A-14/2010	Überprüfung, ob die Bestimmungen zum Konditionieren der Bremsen (Klotzbremsen mit K-Sohlen und Scheibenbremsen), bzw. ob die Bestimmungen vor Einfahrt in Gefällestrecken ausreichend sind.  Begründung: in der ÖBB-DV M26 wurde im § 55, Absatz 1 folgender Anstrich mit Wirksamkeit 13. Dezember 2009 gestrichen: - vor Einfahrt in eine maßgebende Neigung größer als 10 ‰ Dies ist von eminenter Bedeutung für die Konditionierung von K-Sohlen.	IM
14.9  A-53/2010	Überprüfung, ob Zusatzbestimmung zur DV M26 - „Fahrten im Gefälle (Rampen, Steilstrecken)“ auf Grund der Streckenausbaumaßnahmen evaluiert werden muss.  Begründung: Die Tauernsüdrampe wurde ausgebaut.	IM
14.10  A-54/2010	Überprüfung, ob die Sicherheitsempfehlung Punkt 14.9 in einem behördengenehmigungspflichtigen Regelwerk enthalten sein muss.  Begründung: Verhalten von Eisenbahnpersonal.	NSA

Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlungen nicht unfallkausal	richtet sich an
14.11  A-55/2010	Im Rahmen der Auftragsvergabe an einen Gutachter ist sicherzustellen, dass nach Durchführung der Untersuchungen die zur Untersuchung übergebenen Prüfmuster nach der Untersuchung nicht „entsorgt“ werden, sondern dem Auftraggeber rückzustellen sind.  Begründung: , Für allfällige weitere Untersuchungen sollen solche Beweisstücke zur Verfügung stehen.	ERA, RU
14.12  A-56/2010	Schulung der Mitarbeiter bei der Erstellung der Zugdaten, insbesondere das Beigeben und das Abstellen von Tzf zu berücksichtigen.  Begründung: Einhaltung von Regelwerken des IM. Sollte eine Neuausstellung der Wagenliste wegen Beigabe oder Abstellen von Tzf nicht unbedingt erforderlich sein, sollte dies im DB 610 geregelt werden.	RU
14.13  A-57/2010	Überprüfung des angewendeten K-Werts (Kalibrierwert des Messsystems zur Eigenspannungsprüfung) und der zulässigen Grenzwerte bei der Eigenspannungsprüfung.  Begründung: Für deutsche Radsätze gelten die Werte gemäß RIL 907.0801.	ÖBB- Technische Services
14.14	gestrichen und durch A-47/2010 ersetzt.	

*Die Sicherheitsbehörde und andere Behörden oder Stellen sowie gegebenenfalls andere Mitgliedstaaten, an die die Empfehlungen gerichtet sind, unterrichten die Untersuchungsstelle mindestens jährlich über Maßnahmen, die als Reaktion auf die Empfehlung ergriffen wurden oder geplant sind (EU Richtlinie 49/2004, Artikel 25 - Absatz 3).*

Dieser Untersuchungsbericht ergeht an:

<b>Unternehmen / Stelle</b>	<b>Funktion</b>
Tfzf Z 54352 Zug -Tfz	Beteiligter
Tfzf Z 54352 Nachschiebe-Tfz	Beteiligter
VTG AG	Fahrzeughalter
DB Schenker Rail Deutschland AG	Rechtsnachfolger des Einstellers des Fahrzeuges
ÖBB-Infrastruktur AG	IM
ÖBB-Rail Cargo Austria AG	RU
ÖBB-Produktion GmbH	Traktionsleister
ÖBB-Technische Services GmbH	Instandhalter von öster- reichischen Güterwagen
ÖBB-Konzernbetriebsrat	Personalvertreter
BMWFJ - Clusterbibliothek	Europäisches Dokumentationszentrum
European Railway Agency	Behörde (EU)
Eisenbahn-Bundesamt	Behörde (DE)
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	Behörde (AT)

Wien, am 25. Juni 2010

Der Untersuchungsleiter:

Ing. Johannes Piringer eh.