



ENTGLEISUNG DES ZUGES 41186

am 8. April 2009

**Österreichische Bundesbahnen
Strecke 17101
zwischen Leithabrücke und
Bf Ebenfurth**

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>

BMVIT-795.136-II/BAV/UUB/SCH/2009

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

Untersuchungsbericht

Inhalt

Seite

Vorbemerkungen	2
Verzeichnis der Abbildungen	3
Verzeichnis der Regelwerke	4
Verzeichnis der Abkürzungen	5
Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	5
1. Zusammenfassung	6
2. Allgemeine Angaben	6
2.1. Ort	6
2.2. Zeitpunkt	6
2.3. Witterung, Sichtverhältnisse	6
3. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt	7
4. Örtliche Verhältnisse	7
4.1. Auszug aus VzG Strecke 17101	10
4.2. Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2	10
4.3. Signalisierte Geschwindigkeit	11
5. Beschreibung des Vorfalls	11
6. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen	13
6.1. Verletzte Personen	13
6.2. Sachschäden	13
6.3. Betriebsbehinderungen	14
7. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen	14
8. Untersuchungsverfahren	14
9. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse	15
9.1. Aussage Tzfz Z 41186	15
9.2. Steuerung der elektrodynamischen Bremse (E-Bremse)	15
9.3. Auswertung der Registriereinrichtung des Tzfz	15
9.4. Spurkranzschmiereinrichtung des Tzfz laut ÖBB Traktion GmbH:	17
9.5. Zugbildung	17
9.6. Untersuchung des entgleisten Wagens	18
9.7. Untersuchung des Fahrweges	27
9.8. ORE B55/RP8	40
9.9. ÖBB DB IS 2	41
10. Zusammenfassung der Erkenntnisse	42
10.1. Fahrgeschwindigkeit	42
10.2. Handlung des Tzfz	42
10.3. Auswertung der Registriereinrichtung	42
10.4. Beteiligte Fahrzeuge	42
10.5. Ladung und Ladungssicherung	42
10.6. Zugbildung	42
10.7. Fahrweg	43
10.8. Anwendung internationaler Regelwerke	43
11. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten	46
11.1. Bremsgewichtsanschrift	46
12. Ursache	47
13. Berücksichtigte Stellungnahmen	47
14. Sicherheitsempfehlungen	47
Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen	50

Vorbemerkungen

Gemäß UUG, § 5 haben Untersuchungen als ausschließliches Ziel die Feststellung der Ursache des Vorfalles, 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.

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1	Skizze Eisenbahnenlinien Österreich	7
Abbildung 2	Auszug aus Schreiben GZ. BMVIT-220.043/0010-II/SCH2/2005	8
Abbildung 3	TEN-Streckennetz in Österreich - Niederösterreichischer Südostraum und Legende	9
Abbildung 4	Skizze Streckennetz im Bereich Bf Ebenfurth	10
Abbildung 5	Auszug aus ÖBB VzG Strecke 17101	11
Abbildung 6	Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2	11
Abbildung 7	Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2 - Muster 6070	12
Abbildung 8	Entgleisungsstelle nach der Räumung	13
Abbildung 9	Entgleister Wagen im km 116,000	13
Abbildung 10	Überpufferung des entgleisten Wagens	14
Abbildung 11	E-Bremsregelung - Quelle ÖBB	16
Abbildung 12	Auswertung der Registriereinrichtung 1 des Tfz – Quelle ÖBB	17
Abbildung 13	Auswertung der Registriereinrichtung 2 des Tfz - Quelle ÖBB	17
Abbildung 14	Tabelle Zug-/Bremskraftstufen - Quelle ÖBB	18
Abbildung 15	Vereinbarungsraster des entgleisten Wagens	19
Abbildung 16	Gebrochener aufgefundener Bremsklotz	20
Abbildung 19	Wiegetabelle des entgleisten Wagens	20
Abbildung 17	Dynamische Messung der Lastverteilung	21
Abbildung 18	Tabelle Lastverteilung des entgleisten Wagens	21
Abbildung 20	Auszug aus RIV- Beladetarif – Quelle ÖBB	22
Abbildung 21	Ladungskontrolle 1 im Wechselaufbau	23
Abbildung 22	Ladungskontrolle 2 im Wechselaufbau	23
Abbildung 23	Ladungskontrolle 3 im Wechselaufbau	24
Abbildung 24	Ladungskontrolle 4 im Wechselaufbau	24
Abbildung 25	Ladungskontrolle 5 im Wechselaufbau - Quelle ÖBB	25
Abbildung 26	Ladungskontrolle 6 im Wechselaufbau	25
Abbildung 27	Entgleister Radsatz	26
Abbildung 28	Merkblatt UIC 530-2, Anlage B, Seite 71	28
Abbildung 29	Gleislage im Bereich der Entgleisungsstelle	28
Abbildung 30	Oberbaubefund - Seite 1	29
Abbildung 31	Oberbaubefund - Seite 2	29
Abbildung 32	Oberbaubefund - Seite 5	30
Abbildung 33	Oberbaubefund - Seite 6	30
Abbildung 34	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 1. Teil	31
Abbildung 35	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 2. Teil	31
Abbildung 36	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 3. Teil	32
Abbildung 37	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 4. Teil	32
Abbildung 38	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 5. Teil	32
Abbildung 39	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 1	33
Abbildung 40	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 3	33
Abbildung 41	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 2	34
Abbildung 42	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 4	34
Abbildung 43	Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 5	35
Abbildung 44	Stellungnahme zur Anforderung von Unterlagen über Inspektionen vor dem 24. März 2009	36
Abbildung 45	Analyse Gleismessdaten Handmessung v. 9. April 2009 - Überhöhung	36
Abbildung 46	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – Überhöhung u. Pfeilhöhe	37
Abbildung 47	Vergleich Gleismessdaten 24. März und 9. April 2009 – Überhöhung u. Pfeilhöhe	37
Abbildung 48	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 - Längshöhen	38
Abbildung 49	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 - Querhöhen	38
Abbildung 50	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 3 m Verwindung	39
Abbildung 51	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 9 m Verwindung	39
Abbildung 52	Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 16 m Verwindung	40
Abbildung 53	Grenzwerte 5 m Verwindung - händische Messung - unbelasteter Zustand - Quelle ÖBB ...	40
Abbildung 54	ORE B55/RP8 - Figur 7 Zusammenhang Gleisverwindung, Bogenhalbmesser und Überhöhung	41

Verzeichnis der Abbildungen (Fortsetzung)

Abbildung 55	Tabelle Verwindung nach ÖBB DB IS 2 bei maschineller Messung	42
Abbildung 56	Tabelle gegenseitige Höhenlage nach ÖBB DB IS 2	42
Abbildung 57	Kräfte am Spurkranz gemäß EN 14363 – Bild A.1	45
Abbildung 58	Gleichung nach Nadal gemäß EN 14363	45
Abbildung 59	Zusammenhang Y/Q Reibungskoeffizient μ gemäß EN 14363 – Bild A.2	46
Abbildung 60	Fehlende rote Umrandung der Anschrift der bodenbedienbaren Handbremse	47
Abbildung 61	Bodenbedienbare Handbremse - Quelle ÖBB.....	47

Verzeichnis der Regelwerke

Richtlinie 2004/49/EG	„Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“
TSI WAG	TSI Teilsystem: Fahrzeuge Teilbereich: Güterwagen 2006/861/EG und 2006/920/EG geändert mit 2009/107/EG
TSI CR INFRA	Entwurf zur TSI Teilsystem: Teilsystem „Infrastruktur“ des konventionellen Eisenbahnsystems
EisbG	Eisenbahngesetz 1957, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2006, Teil I, 125. Bundesgesetz
UUG	Unfalluntersuchungsgesetz, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2005, Teil I, 123. Bundesgesetz
MeldeVO Eisb	Meldeverordnung Eisenbahn 2006, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 2005, Teil II, 279. Verordnung
3. HL-VO	3. Hochleistungsstreckenverordnung, österreichisches Bundesgesetzblatt aus 1994, 83. Verordnung
EN 14363	Bahnanwendung – Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen – Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche
RIV – BT - Band 1	Beladetarif - Grundsätze
AVV	Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen
Merkblatt UIC 530-2	Güterwagen – Fahrsicherheit
Merkblatt UIC 527-1	Reisezug-, Gepäck- und Güterwagen – Abmessungen der Pufferteller - Linienführung der S-Bögen
Merkblatt UIC 430-1	Technische Vorschriften für Güterwagen, die zwischen Normalspurbahnen und spanischen und portugiesischen Breitspurbahnen verkehren
ORE B55/RP8	Entgleisungssicherheit von Güterwagen in Gleisverwindungen
ÖBB-DV V2	Signalvorschrift
ÖBB-DV V3	Betriebsvorschrift
ÖBB-ZSB	Zusatzbestimmungen zur Signal- und zur Betriebsvorschrift
ÖBB DB IS 2-1	Instandhaltungsplan Oberbauanlagen

Verzeichnis der Abkürzungen

ARTIS	Austrian Rail Transport Information System
AS	Aufmerksamkeitsschwelle
Bf	Bahnhof
Bh	Bremshundertstel
Bsb	Betriebsstellenbeschreibung
DB	Dienstbehelf
DV	Dienstvorschrift
E-Bremse	Elektrodynamische Bremse des Tfz
ES	Eingriffsschwelle
ES „C“	Einfahrtsignal „C“
EVS „C“	Einfahrsvorsignal „C“
Fdl	Fahrdienstleiter
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
HL-Strecke	Hochleistungsstrecke
HLL	Hauptluftleitung
Hst	Haltestelle
IM	Infrastruktur Manager (Infrastrukturbetreiber)
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ORE	Forschungs- und Versuchsanstalt der UIC
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
RIV	Übereinkommen über den Austausch und die Benutzung von Güterwagen zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
ROeEE/Gysev	Raab-Oedenburg-Ebenfurter Eisenbahn AG
SES	Soforteingriffsschwelle
Tfz	Triebfahrzeug
Tfzf	Triebfahrzeugführer
TUE	ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG, Technische Überwachung
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UUB	Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
VzG	Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten
Z	Zug
ZSB	Zusatzbestimmungen zur Signal- und zur Betriebsvorschrift
Zvbf	Zentralverschiebebahnhof

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen

°	Index für Werte Gleis
+	Index für Werte Drehgestell
*	Index für Werte Fahrzeugkasten
2a ⁺	Achsstand im Drehgestell
2a*	Achsstand, Drehgestellmittenabstand des Güterwagens
a _q	unausgeglichene Seitenbeschleunigung
g	Verwindung
g*	Fahrzeugprüfverwindung
r	Radius, Bogenhalbmesser
D, u	Überhöhung
lim	Limes (Grenzwert)
zul	zulässig

1. Zusammenfassung

Am 8. April 2009, um 15:10 Uhr, erfolgte bei der Zufahrt von Z 41186 auf das „HALT“ zeigende ES „C“ des Bf Ebenfurth eine Entgleisung des sechsten Wagens im Zugverband.

Die Ursache für die Entgleisung war eine zu große Gleisverwindung.

Es wurden keine Personen getötet oder verletzt.

2. Allgemeine Angaben

2.1. Ort

IM ÖBB Infrastruktur Betrieb AG

- Strecke 17101 von Bf Ebenfurth bis zur Mitte Leithabrücke (Grenze zwischen IM ÖBB und IM ROeEE)
- zwischen EVS „c“ und ES „C“ des Bf Ebenfurth
- km 115,742

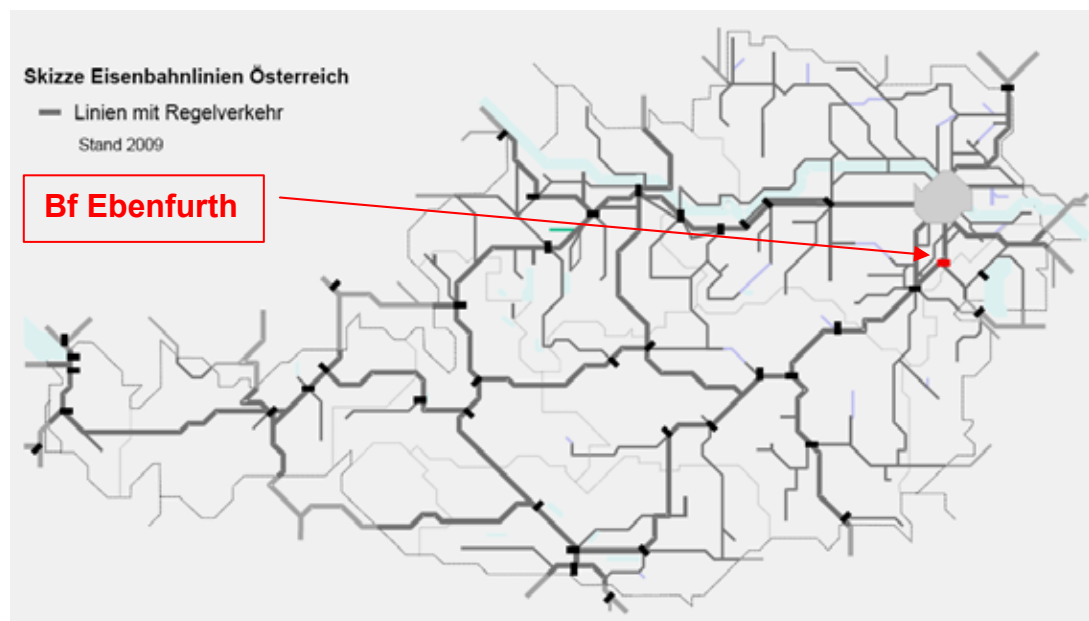


Abbildung 1 Skizze Eisenbahnenlinien Österreich

2.2. Zeitpunkt

Mittwoch, 8. April 2009, um 15:10 Uhr

2.3. Witterung, Sichtverhältnisse

sonnig, + 23 °C, keine Einschränkung der Sichtverhältnisse

3. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt

KGAG 41186 (KLV-Ganzzug des RU ÖBB–Rail Cargo Austria AG)

Zuglauf: von Bf Sopron über Bf Ebenfurth (Fahrtrichtungswechsel) nach Bf Passau

Zusammensetzung:

- 986 t Gesamtgewicht (Masse gemäß Maß- und Eichgesetz)
- 523 m Gesamtzuglänge
- Tzf 93 81 1116.059-5
- 16 Wagen
- Buchfahrplan Heft 1 und 2 / Fahrplanmuster M6070 der ROeEE
- Fahrplanhöchstgeschwindigkeit 90 km/h
- Bremsleistungsfaktor erforderlich 64 %
- Bremsleistungsfaktor vorhanden 97 % (laut Zugdaten)
- durchgehend und ausreichend gebremst

4. Örtliche Verhältnisse

Der Bf Ebenfurth liegt im km 38,074 auf der zweigleisigen elektrifizierten ÖBB Strecke 10601 von Bf Wien Meidling nach Wiener Neustadt Hbf. Die beidseitige Zufahrt in den Bf Ebenfurth erfolgt über die eingleisige elektrifizierte ÖBB Strecke 10611 von Bf Wampersdorf nach Bf Obereggendorf.

Der Bf Ebenfurth ist Beginn der eingleisigen elektrifizierten ÖBB Strecke 17101 vom Bf Ebenfurth zur Grenze IM ÖBB – IM ROeEE in der Mitte der Brücke über den Fluss Leitha. Die Fortsetzung der Strecke 17101 ist die eingleisige elektrifizierte Strecke des IM ROeEE zur Staatsgrenze nächst Baumgarten (Sopron). Alle Strecken sind Hochleistungsstrecken und somit Hauptbahnen gemäß EisebG, § 4, Absatz 1.

Die Strecke 17101 wurde gemäß 3. HL-VO zur HL Strecke erklärt. Dies wurde auch gemäß Schreiben GZ. BMVIT-220.043/0010-II/SCH2/2005 vom 2. September 2005 bestätigt:

Von der Änderung sind die Strecken bzw. Streckenabschnitte

- Ebenfurth – Wulkaprodersdorf – Staatsgrenze bei Baumgarten und
- Gramatneusiedl – Wampersdorf

betroffen, die von der gemäß der 3-ten Hochleistungsstrecken-Verordnung angeführten Strecke „Wien-Eisenstadt-Oberwart-Graz-Klagenfurt-Villach-Staatsgrenze Österreich/Italien“ umfasst sind und damit als Hochleistungsstrecken (blau dargestellt) gelten (daher liegt die Behördenzuständigkeit beim BMVIT).

Abbildung 2 Auszug aus Schreiben GZ. BMVIT-220.043/0010-II/SCH2/2005

Außerdem ist die Strecke 17101 laut Homepage des BMVIT <http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/interoperabilitaet/arbeitsgruppe/20040623/beilage2.pdf> als Hochgeschwindigkeitsstrecke ausgewiesen.

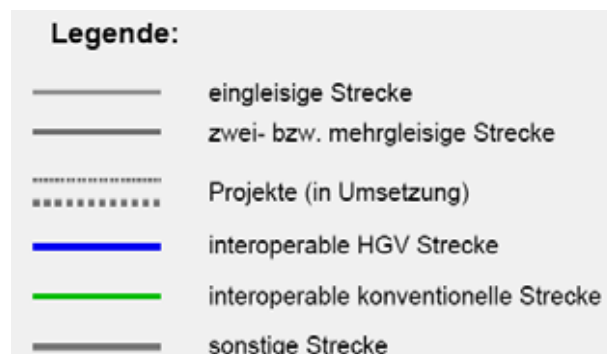
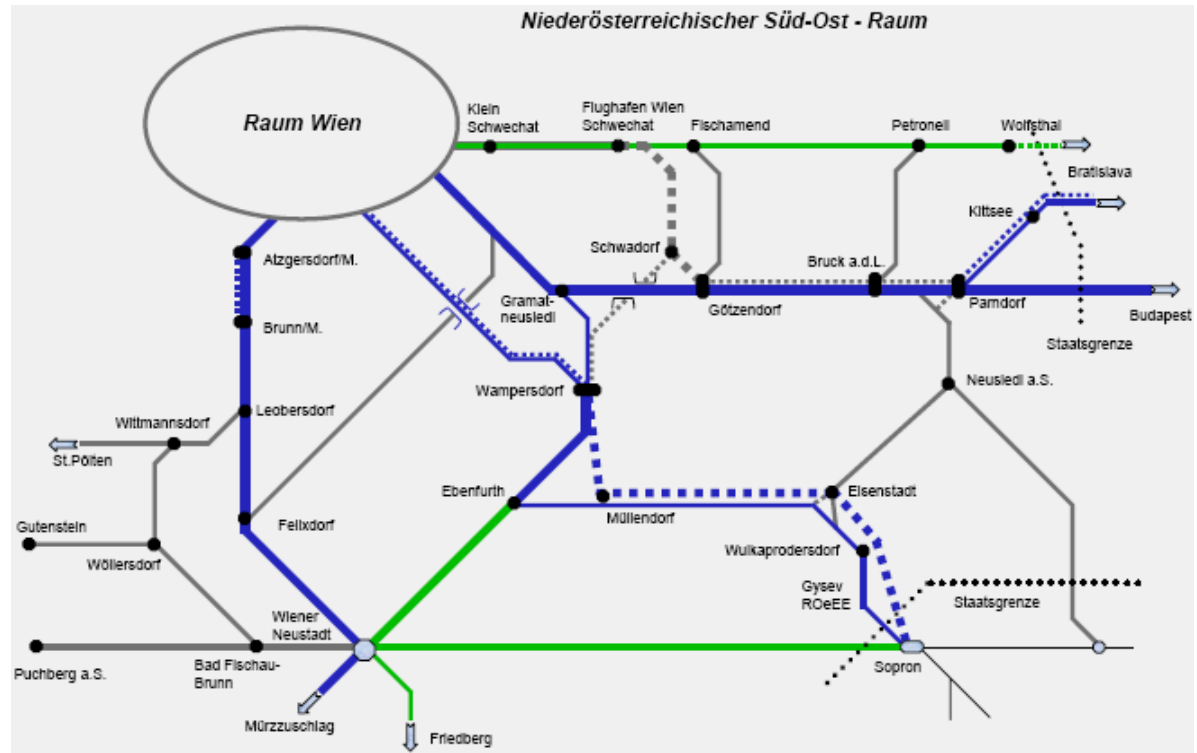


Abbildung 3 TEN-Streckennetz in Österreich - Niederösterreichischer Südostraum und Legende

Die Nennspannung der Oberleitung der Strecke 17101 und deren Fortsetzung am Netz des IM ROeEE beträgt 25 kV mit einer Frequenz von 50 Hz. Bei alle anderen Strecken beträgt die Nennspannung der Oberleitung 15 kV mit einer Frequenz von 16,7 Hz.

Die Betriebsabwicklung erfolgt gemäß den Bestimmungen und Vorgaben der ROeEE DV V2 , DV V3 und ZSB, sowie weiteren Regelwerken der ROeEE und ÖBB.

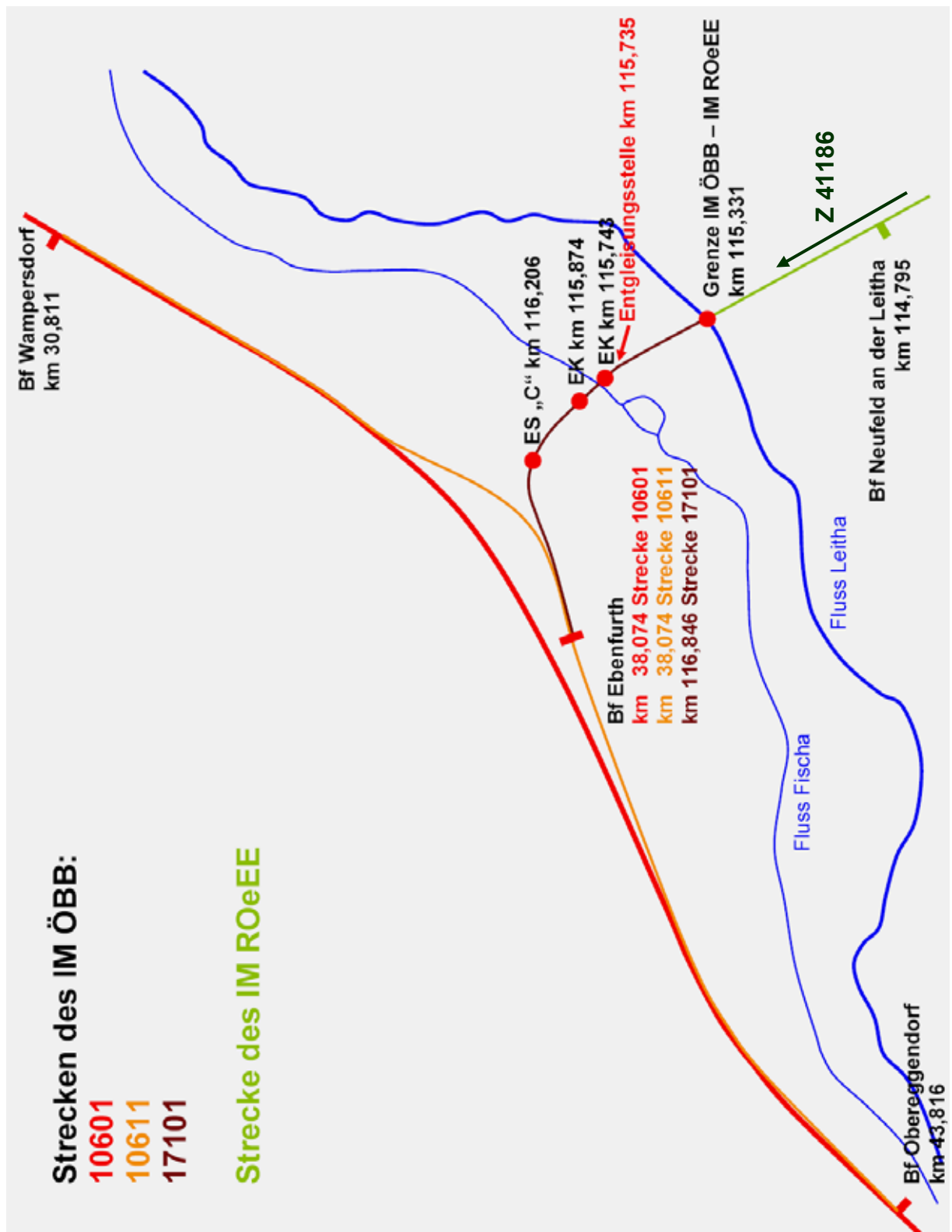


Abbildung 4 Skizze Streckennetz im Bereich Bf Ebenfurth

4.1. Auszug aus VzG Strecke 17101

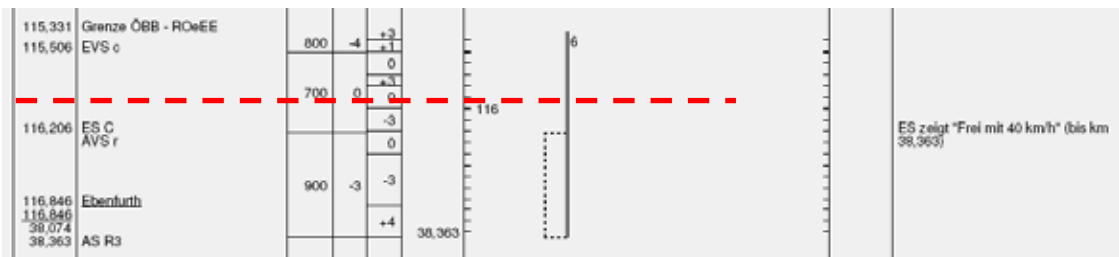


Abbildung 5 Auszug aus ÖBB VzG Strecke 17101

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt beträgt gemäß ÖBB VzG 60 km/h.

4.2. Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2



Abbildung 6 Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2

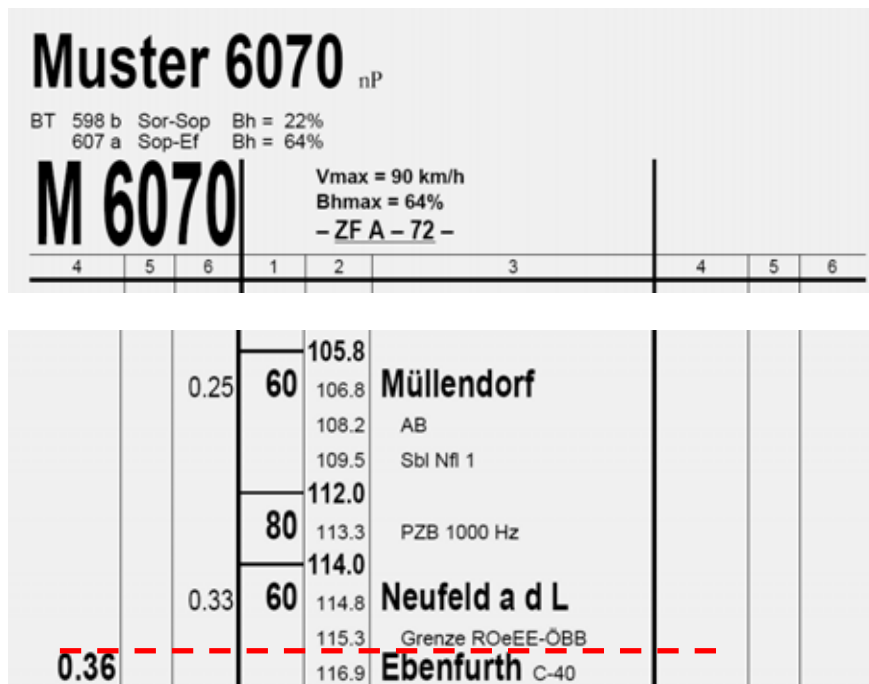


Abbildung 7 Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2 - Muster 6070

Die zulässige Geschwindigkeit laut Auszug aus ROeEE Buchfahrplan Heft 1 und 2, Muster 6070 beträgt 60 km/h

Gemäß La Ost 2009 Nr. 7 (gültig vom 6. – 19. April 2009) kabe es keine Einschränkungen der Fahrplangeschwindigkeit.

4.3. Signalisierte Geschwindigkeit

Bei der Fahrt von Z 41186 wurde signalisiert:

- EVS „c“ zeigte „VORSICHT“,
- ES „C“ zeigte „HALT“,

Die signalisierte Geschwindigkeit wurde von Z 41186 eingehalten.

5. Beschreibung des Vorfalles

Z 41186 befand sich auf der Fahrt zwischen Bf Neufeld an der Leitha und Bf Ebenfurth und hielt vor dem „HALT“ zeigenden ES „C“ (km 116,206) des Bf Ebenfurth an (das Tfz stand 21 m vor ES „C“).

Kurz zuvor (km 115,735) entgleiste der sechste Wagen im Zugverband (Laagrss 2 x 2 achsige Wageneinheit 43 71 437 8 460-5 beladen mit zwei Wechselaufbauten mit Materialteilen für die PKW-Fertigung) mit der vorlaufenden Achse (4) in Fahrtrichtung nach rechts (in diesem Bereich befindet sich zuvor ein Linksbogen mit einem Radius $r = 265$ m und einer maximalen Überhöhung $\ddot{u} = 99$ mm).



Abbildung 8 Entgleisungsstelle nach der Räumung

Erste Entgleisungsspuren waren am Schienenaußenstrang im km 115.735 erkennbar. Der entgleiste Wagen befuhr die Bedielungen der EK im km 115,743 und km 115,874 und kam im km 116.000 zum Stillstand.



Abbildung 9 Entgleister Wagen im km 116,000

Unmittelbar nach der Entgleisung bis zum Stillstand des Zuges wurde der entgleiste Wagen horizontal überpuffert gezogen, die HLL wurde dabei nicht getrennt.



Abbildung 10 Überpufferung des entgleisten Wagens

Ein Anrainer (ÖBB-Mitarbeiter im Ruhestand) beobachtete bei der EK im km 115,874 eine Staubwolke (auf Grund der Entgleisung) und meldete dies persönlich dem Tzfz von Z 41186. Unmittelbar darauf zeigte des ES „C“ einen Freibegriff. Der Tzfz von Z 41186 hielt sofort Nachschau und stellte dabei die Entgleisung fest.

6. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen

6.1. Verletzte Personen

Kein Personenschaden

6.2. Sachschäden

Der entgleiste Wagen verursachte Schäden am Oberbau, an der Brücke über den Fluss Fischa, sowie an sicherungstechnischen Einrichtungen der EK km 115.743 und der EK km 115.874 im Ausmaß von ca. € 55 000,-.

An Fahrzeugen entstand ein Schaden von ca. € 5 000,-.

6.3. Betriebsbehinderungen

Durch die Streckenunterbrechung konnten keine Fahrten zwischen Bf Ebenfurth und Bf Sopron von 15:00 – 20:55 Uhr erfolgen. Danach wurde eine Langsamfahrstelle mit $v_{\max} = 30$ km/h von km 116,6 bis km 116,8 eingerichtet.

7. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen

- IM ÖBB Infrastruktur Betrieb AG
- IM und RU ROeEE
- RU ÖBB Rail Cargo Austria AG
 - Tzfz Z 41186 (ROeEE)
- Unbekannter Anrainer (bahnfremde Person)

8. Untersuchungsverfahren

Der Untersuchungsbericht stützt sich auf folgende Aktionen der UUB:

- Untersuchung vor Ort nach dem Ereignis am 8. April 2009
- Untersuchung des entgleisten Wagens am 15. April 2009 in Wien Zvbf

Bewertung der eingelangten Unterlagen:

- Zwischenbericht zum Untersuchungsakt der ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, eingelangt am 8. Mai 2009
- Unterlagen bezüglich Untersuchung des entgleisten Güterwagens, eingelangt am 13. Juli 2009
- Unterlagen bezüglich Untersuchung eines baugleichen, an der Entgleisung vom 6. September 2008 in Rosenbach beteiligten Güterwagens, eingelangt am 13. Juli 2009
- Stellungnahme der ÖBB Infrastruktur AG zum Oberbau eingelangt am 8. Oktober 2009
- Stellungnahme der ÖBB Infrastruktur AG zur Anforderung von Unterlagen über Inspektionen die vor dem 24. März 2009 erfolgt sind, eingelangt am 27. Oktober 2009.

Allfällige Rückfragen wurden bis 12. Oktober 2010 beantwortet.

9. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse

9.1. Aussage Tzf Z 41186

Bei der Fahrt in Richtung Bf Ebenfurth wurde Z 41186 vor dem ES „C“ des Bf Ebenfurth angehalten. Eine betriebsfremde Person verständigte den Tzf von Z 41186 von der festgestellten Entgleisung bei der EK km 115,743, während das ES „C“ in die Signalstellung „FREI MIT 40 km/h“ kam. Der Tzf verständigte über Zugfunk den Zugvorbereiter des Bf Ebenfurth. Daraufhin wurde Z 41186 vom Tzf untersucht, die Entgleisung festgestellt und der Fdl des Bf Wulkaprodersdorf verständigt.

9.2. Steuerung der elektrodynamischen Bremse (E-Bremse)

Im DB 822 „Beschreibung für Triebfahrzeugreihen ÖBB 1016/1116, GySEV 1047.5,“, Punkt 4.6.11 E-Bremsregelung ist festgelegt:

Die E-Bremskraft beträgt maximal 150 kN. Unter 40 km/h wird sie auf 100 kN begrenzt.

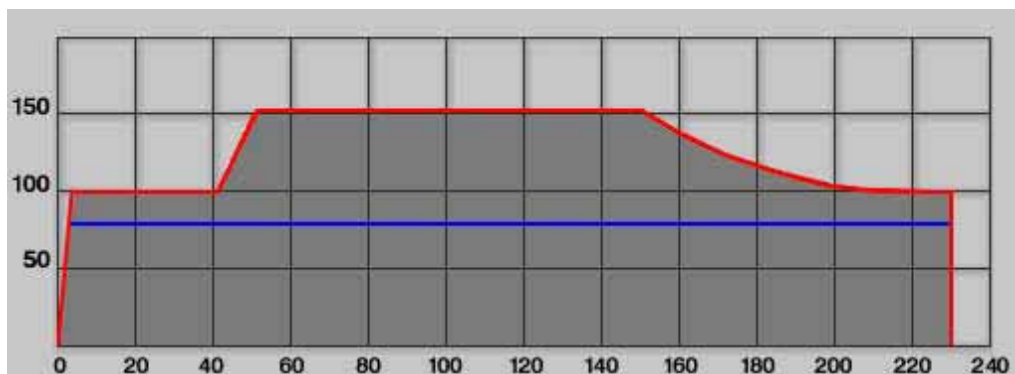


Abbildung 11 E-Bremsregelung - Quelle ÖBB

In der Bremsart 'P' und 'G' wird die E-Bremskraft bei Schnell-, Not- und Zwangsbremsungen auf maximal 80 kN begrenzt. Eine zu diesem Zeitpunkt bereits bestehende höhere E-Bremswirkung wird jedoch nicht reduziert.

9.3. Auswertung der Registriereinrichtung des Tzf

Die Auswertung der Registriereinrichtung des Tzf von Z 41186 (93 81 1116 059-5) wurde durch die ÖBB Traktion GmbH ausgewertet und die Auswertung der UUB zur Verfügung gestellt.

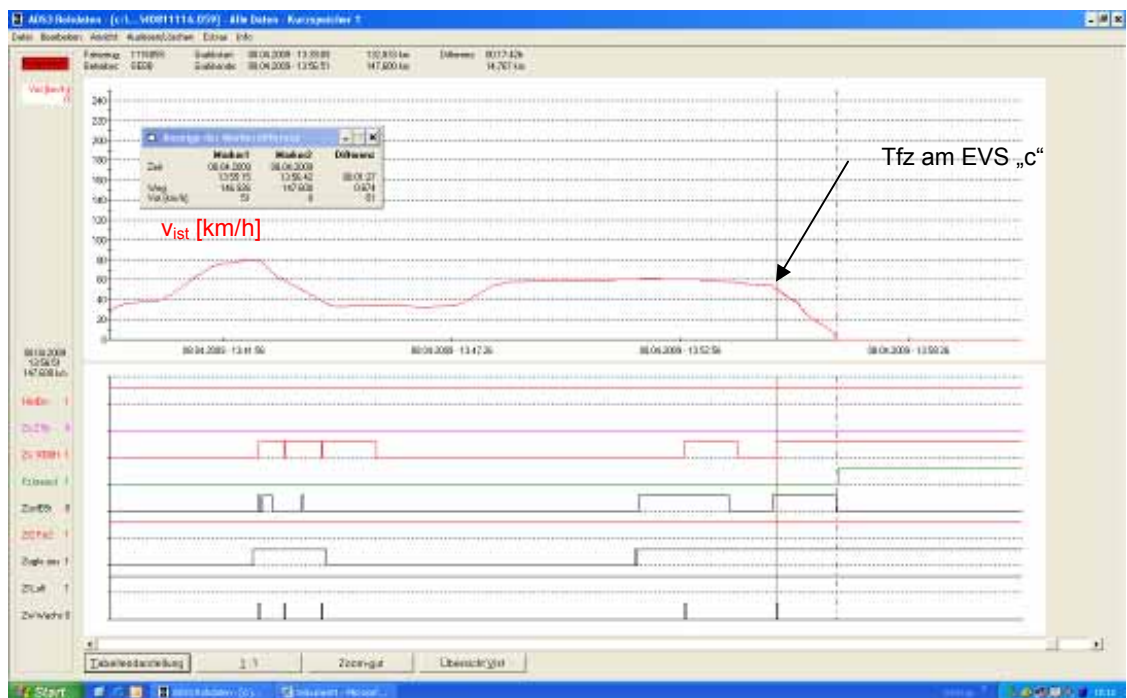


Abbildung 12 Auswertung der Registriereinrichtung 1 des Tzf – Quelle ÖBB

Die Auswertung der Registriereinrichtung zeigte vorschriftenkonformes Verhalten des Tzf. Die Fahrgeschwindigkeit zum Zeitpunkt der Entgleisung betrug 34 km/h.

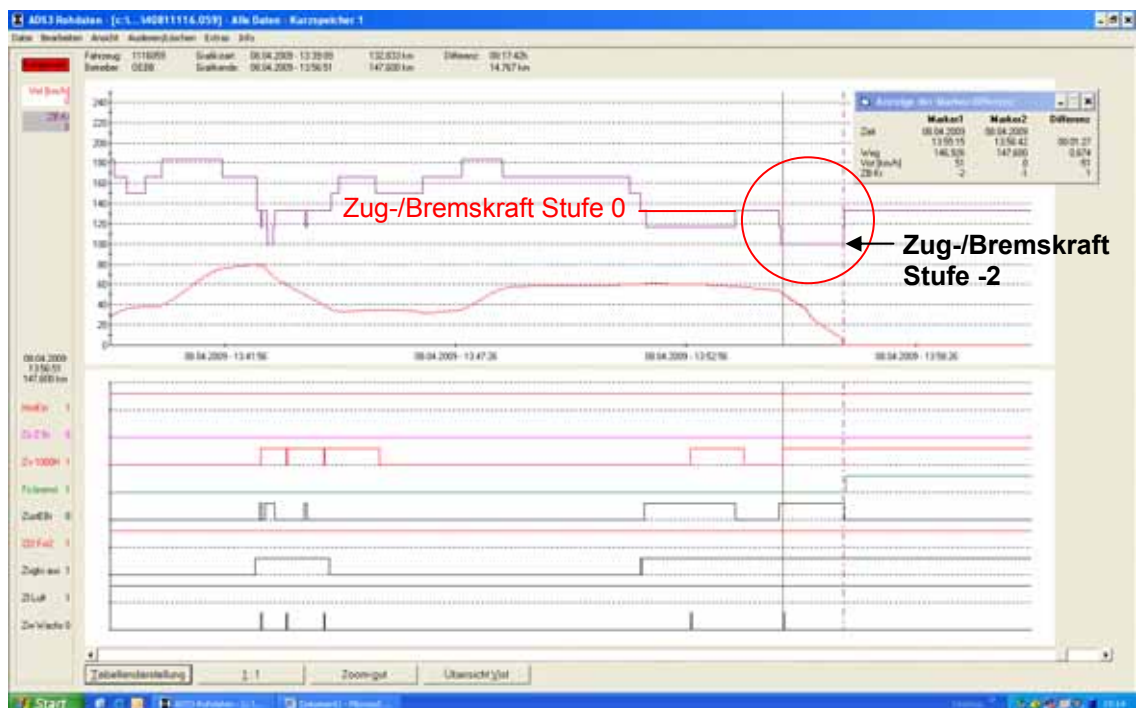


Abbildung 13 Auswertung der Registriereinrichtung 2 des Tzf - Quelle ÖBB

Die Stufen der Zug-/Bremskraft sind folgendermaßen festgelegt:

Zug-Brems-Kraft [kN]	
Stufe	Wert
7	> 480
6	401 bis 480
5	321 bis 400
4	241 bis 320
3	161 bis 240
2	81 bis 160
1	1 bis 80
0	0
-1	-1 bis -80
-2	-81 bis -160
-3	-161 bis -240

Abbildung 14 Tabelle Zug-/Bremskraftstufen - Quelle ÖBB

Aus der dargestellten Zug-/Bremskraftstufe konnte die Reduktion der E-Bremskraft von 150 kN bei $v > 50$ km/h auf 100 kN bei $v \leq 40$ km/h nicht abgelesen werden. Sowohl 100 kN als auch 150 kN liegen in der Bremsstufe „-2“.

9.4. Spurkranzschmiereinrichtung des Tfz laut ÖBB Traktion GmbH:

Im Zuge des Softwarereleases „M“ wurde die Spurkranzschmierung der Reihe 1016/1116 geändert. Die Abnahme der Funktion erfolgte im Februar 2004, seit Ende 2004 sind alle Taurus damit ausgerüstet.

Grundsätze der Regelung:

- 0 - 20 km/h: keine Spurkranzschmierung
- $v > 20$ km/h: normale Spurkranzschmierung
- wenn v länger als 2 Minuten im Bereich 73 - 90 km/h: erhöhte Spurkranzschmierung (Modus Berg 2)
- wenn v länger als 3 Minuten im Bereich 30 - 72 km/h: stark erhöhte Spurkranzschmierung (Modus Berg 1)

9.5. Zugbildung

Die Untersuchung durch ÖBB Infrastruktur Betrieb AG, Technische Überwachung ergab, dass der Kuppelzustand im Zugverband den Bestimmungen der DV V3, § 16, Abs. 4 nicht entsprach (loser Kuppelzustand). Dies war jedoch nicht unfallkausal.

Das Tfz von Z 41186 befanden sich gemäß DV V 3, § 27, Absatz 2 (Tabelle) in Bremsstellung „G“, alle Wagen befanden sich in Bremsstellung „P“.

9.6. Untersuchung des entgleisten Wagens

Bei dem entgleisten Wagen handelt es sich um einen Containertragwagen der Type „Laagrss“ mit der Nummer 43 71 437 8 460-5

Der entgleiste Wagen wies folgende Merkmale auf:

- 120 km/h (ss)
- in Streckenklasse „D“ 22,1 t Achslast
- Länge über Puffer 31,48 m
- Achsabstand 10,0 m + 4,98 m + 10 m
- Bremsanschrift KE-GP-A
- Eigenmasse 26 600 kg
- Der Wagen ist ein auf Normalspur umspurbarer Breitspurwagen
- 1850 mm horizontaler Puffermittenabstand (1750 mm bei herkömmlichen Normalspurwagen) gemäß Merkblatt UIC 527-1.
- 2170 mm Breitenabstand der Tragfedern (2000 mm bei herkömmlichen Normalspurwagen) gemäß TSI WAG (Merkblatt UIC 430-1).
- Letzte Revision 20.04.2007
- Wagen verkehrt gemäß Vereinbarungsraaster der RENFE mit Zustimmung der ÖBB (auszugsweise)



Abbildung 15 Vereinbarungsraaster des entgleisten Wagens

Die Untersuchung des entgleisten Wagens 43 71 437 8 460-5 stützte sich auf:

- Untersuchung vor Ort unmittelbar nach dem Ereignis am 8. April 2009
- Dynamische Messung der Lastverteilung am 13. April 2009
- Verwiegung am 14. April 2009
- Ladungskontrolle des entgleisten und vorgereichten Wagens am 15. April 2009 im Bf Wien Zvbf.

Eine Bremssohle des entgleisten Wagens war vermutlich als Folge der Entgleisung gebrochen und wurde im Entgleisungsbereich ca. km 115,850 aufgefunden.



Abbildung 16 Gebrochener aufgefundener Bremsklotz

Verwiegung und dynamische Messung der Lastverteilung

Eine Verwiegung des entgleisten Wagens auf einer geeichten Waage im Bf Wien Zvbf am 14. April 2009 zeigte folgende Ergebnisse:

Wagenteil	Masse Brutto [t]	Masse Tara [t]	Masse Netto [t]
vorlaufend	24,55	13,30	11,25
nachlaufend	24,35	13,30	11,05

Abbildung 17 Wiegetabelle des entgleisten Wagens

Die Masse Tara stimmt exakt mit der angeschriebenen Eigenmasse überein.

Eine dynamische Messung der Lastverteilung erfolgte am 13. April 2009 durch Befahren des Zuglauf-Checkpoints Himberg. In der nachfolgenden Abbildung stellen die rechten vier Balkengruppen die Radlastverteilung des entgleisten Wagen dar, wobei der entgleiste Radsatz ganz rechts liegt (Quelle ÖBB Infrastruktur Bau AG).

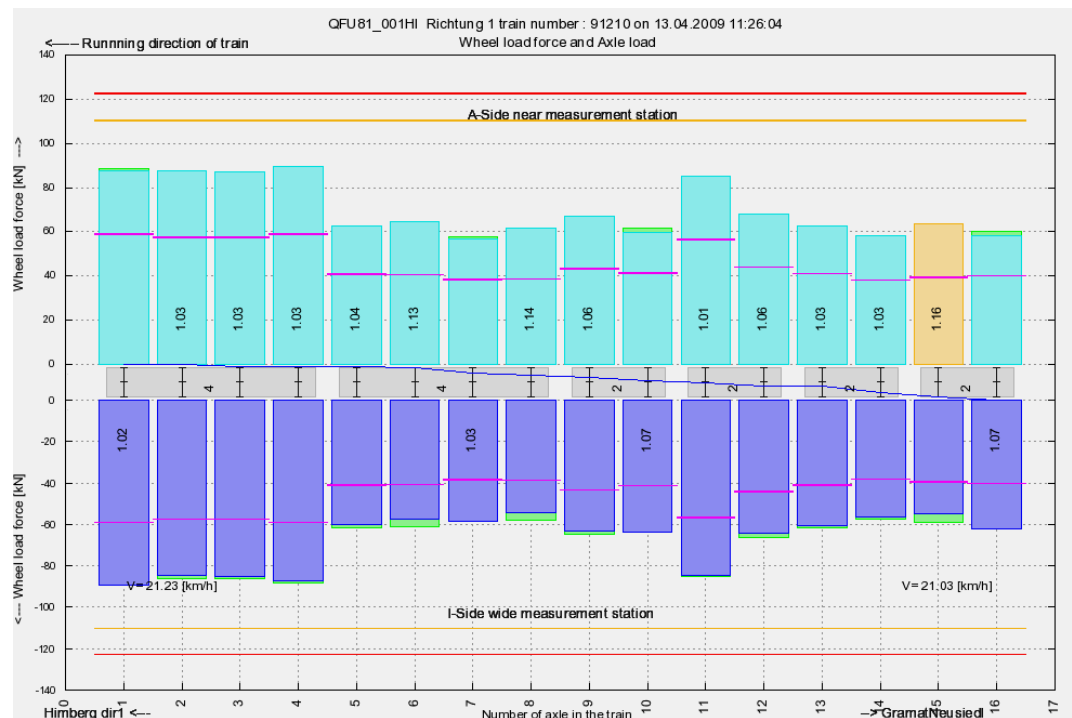


Abbildung 18 Dynamische Messung der Lastverteilung

Bezogen auf die Fahrt an der Entgleisungsstelle stellt sich die Lastverteilung folgendermaßen dar (Nummerierung der Radsätze fahrtrichtungsbezogen):

Radsatz	links	rechts
1	-	1,07
2	1,16	-
3	1,03	-
4	1,03	-

Abbildung 19 Tabelle Lastverteilung des entgleisten Wagens

Der Grenzwert des zulässigen Radlastverhältnis (links/rechts) von 1 : 1,25 gemäß RIV - Beladetarif, Band 1 - Grundsätze, Punkt 3.3 – Lastverteilung wurde bei allen Radsätzen eingehalten.

Die Messwerte zeigen keine unzulässigen Abweichungen der Wagen gemäß RIV-Verladerichtlinien Band 1, Punkt 3.3. „Lastverteilung“, sofern keine weiteren „korrigierenden“ Verschiebungen der Ladegestelle beim Zufahren der Wagen von der Entgleisungsstelle zum Zuglaufcheckpoint Himberg aufgetreten sind.

Ladungskontrolle am 15. April 2009 im Bf Wien Zvbf.

Bestimmungen des RIV- Beladetarif, Band 2 „Güter“, Verladeinformation 0,5 „Ladeeinheiten des kombinierten Ladungsverkehrs (KLV)“:

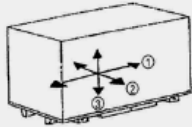
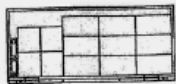


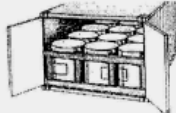
Verladeinformation 0.5	
Ladeeinheiten des kombinierten Ladungsverkehrs (KLV) (Großcontainer, Wechselbehälter, Sattelanhänger, Lastzüge)	
Ladegut Güter in Ladeeinheiten des KLV	
Transportbeanspruchungen / Maßgebende Beschleunigungen ① in Längsrichtung (nach vorne und hinten) etwa 1 g ② in Querrichtung bis 0.5 g ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) ③ Die senkrechten Transportbeanspruchungen begünstigen das Verschieben der Ladung.	
Zustand der Transportgefäße <ul style="list-style-type: none">- Boden sauber- Bordwände, Holme, Latten und Planen in gutem Zustand und vollständig- Verschlüsse von Türen und Bordwänden funktionsfähig	
Verladeart <ul style="list-style-type: none">- Güter ganzflächig und kompakt (ohne Zwischenraum) verladen oder einzeln gesichert- lose Güter werden gleichmäßig und kompakt auf der gesamten Ladefläche verteilt- Außenmaße der Fahrzeuge, Container und Wechselbehälter nicht überschritten- Lastverteilung gleichmäßig- Stapelung nur, wenn untere Schicht ganz ausgefüllt und als Standfläche geeignet.- weder das Ladegut noch die Verladeart dürfen die Transporteinheit derart beanspruchen, dass hieraus eine Betriebsgefahr entsteht	
Sicherung <p>Zur Bildung stabiler Ladungen gleichartige Einzelstücke oder Stapel zusammengefaßt, z.B. mit <u>Bindungen</u> oder durch Schrumpfen / Stretchen. Lose gestapelte Säcke kreuzweise geschichtet oder nach innen geneigt verladen.</p> <p>Güter, die nicht an festen Wänden oder Bordwänden anliegen, sind gegen Verschieben und Auseinanderfallen gesichert durch z.B.</p> <ul style="list-style-type: none">- <u>Festbindungen oder Niederbindungen</u>- Abstützungen- Luftkissen/Staupolster- hochgestellte Flachpaletten oder Bretter- reibwerterhöhende Unterlagen. <p>Abstützungen so ausgeführt, daß der Ladungsdruck auf eine möglichst große Fläche verteilt wird. An den Stirnwandtüren/Stirnbordwänden Abstützungen auf der gesamte Ladebreite, möglichst gegen die Ecksäulen.</p> <p>Sicherung nur durch Planen, Spriegel, Holme oder Latten ist ungenügend. Güter gegen Kippen gesichert, wenn Auflage nicht mindestens</p> <ul style="list-style-type: none">- 6/10 in Längsrichtung,- 5/10 in Querrichtung der Höhe beträgt (h). <p>durch Gestelle, Streben oder Bindungen, in etwa 3/4 der Höhe.</p> <p>Zylindrische Güter gegen Rollen verkeilt</p>	  

Abbildung 20 Auszug aus RIV- Beladetarif – Quelle ÖBB

Bei einem Lokalausgang in Wien Zvbf am 15. April 2009 wurde die Verladung in den Wechselaufbauten (Container) begutachtet.



Abbildung 21 Ladungskontrolle 1 im Wechselaufbau

Im Wechselaufbau über dem entgleisten Radsatz waren mehreren Blöcke zu je vier Ladegestellen situiert. In Längsrichtung war die Ladelänge nicht vollständig ausgenutzt. In Querrichtung waren die Blöcke ungefähr mittig positioniert.



Abbildung 22 Ladungskontrolle 2 im Wechselaufbau

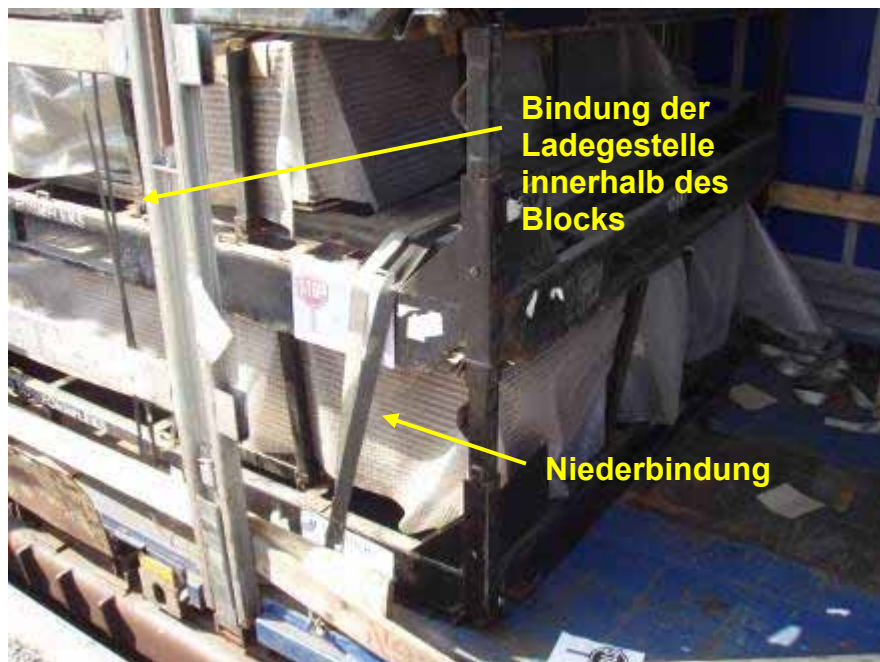


Abbildung 23 Ladungskontrolle 3 im Wechselaufbau

Bei jedem Block waren die unteren zwei Ladegestelle niedergebunden und dadurch gegen Verschieben in Längsrichtung gesichert.

Die vier Ladegestelle innerhalb eines Blockes waren durch Bindungen untereinander verbunden. Bei dem Block der sich in unmittelbarer Nähe zum entgleisten Radsatz befand waren diese Bindungen durch die aufgetretenen Kräfte in vertikaler Richtung infolge der Entgleisung gerissen.



Abbildung 24 Ladungskontrolle 4 im Wechselaufbau

Außerdem waren bei dem Block der sich in unmittelbarer Nähe zum entgleisten Radsatz befand die dritte und vierte Lage der Ladegestelle mit den Steckverbindungen der dritten Lage aus dem sich darunter befindlichen Ladegestell der zweiten Lage gesprungen. Diese Ladegestelle waren um ca. 5 cm verschoben. Dieses Herauspringen und die Verschiebung ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit erst durch aufgetretenen Beschleunigungen in vertikaler Richtung als Folge der Entgleisung entstanden.



**4. Lage
Ladegestelle**

**3. Lage
Ladegestelle**

**2. Lage
Ladegestelle**

Abbildung 25 Ladungskontrolle 5 im Wechselaufbau - Quelle ÖBB

Als Hinweis für die aufgetretenen Beschleunigungen in vertikaler Richtung infolge der Entgleisung waren die festgestellten Abdrücke des obersten Ladegestells an der Decke des Wechselaufbaues zu werten ($\ddot{z}^* > 9,81 \text{ m/s}^2$).

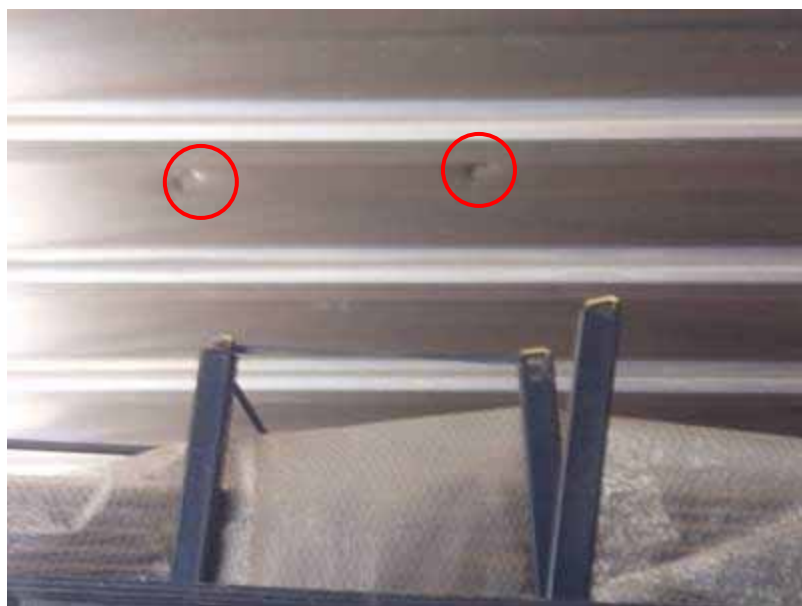


Abbildung 26 Ladungskontrolle 6 im Wechselaufbau

Durch eine Festbindung oder Abstützung in seitlicher Richtung wären Bewegungen der Ladegestelle in lateraler Richtung ausgeschlossen gewesen.

Die Ladegutsicherung im entgleisten Wagen 43 71 437 8 460-5 entsprach nicht den Bestimmungen des RIV- Beladetarif, Band 2 „Güter“, Verladeinformation 0,5 „Ladeeinheiten des kombinierten Ladungsverkehrs (KLV)“.

Eine Unfallkausalität aus dem davor genannten Mangel kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Die Ladegutsicherung im nachgereihten Wagen 43 71 437 8 509-9 entsprach den Bestimmungen des RIV- Beladetarif

Untersuchung durch ÖBB Technische Services GmbH:

- Die Vermessung der Radsätze (Innenabstand, „qR-Maß“, Spurkranzhöhe und –dicke) und Pufferstände ergab keine unzulässigen Abweichungen.
- Die durchgeführten Sicherheitschecks am Untergestell und am Laufwerk des entgleisten Wagens zeigten durch die Entgleisung bedingte Abweichungen. Ein verdrehtes Achslagergehäuse des entgleisten Wagens ist als Folge der Entgleisung anzusehen.



Abbildung 27 Entgleister Radsatz

Nachweis der Einhaltung der zulässigen Torsionshärte des Fahrzeuges

Durch die ÖBB-Technische Services GmbH wurde auf Veranlassung der UUB ein Nachweis der Einhaltung der Torsionshärte c_t^* an einem baugleichen Wagen durchgeführt (Entgleisung vom 6. September 2008 in Rosenbach).

Auf Grund des Versuches wurde eine maximale Torsionshärte gemäß ORE B55/RP8 eines leeren Fahrzeugrahmens des Wagens 43 71 437 8 391-2 einschließlich Federung ohne Radsätze von

$$c_t^* = 2,083 \text{ E}+10 \text{ kN mm}^2 / \text{rad}$$

im Versuch ermittelt (Versuchsbericht vom 29. April 2009 liegt vor).

Seitens des Fahrzeughalters wurde bestätigt, dass am ersten Wagen der Prototypen dieser Serie von Tragwagen die erforderlichen Versuche 1996 nach den Bestimmungen des Merkblattes UIC 530-2 durchgeführt wurden.

TSI WAG

Gemäß Punkt 4.2.3.4.2.2. können Güterwagen Gleisverwindungen befahren, wenn der Quotient (Y/Q) bei stationären Prüfungen den Grenzwert in Abschnitt 4.2.3.4.2.1 einhält für einen Gleisbogen mit Radius $R = 150 \text{ m}$ und für eine maßgebende Gleisverwindung von:

für die Längsbasis $1,3 \text{ m} \leq 2a^$*

— $g_{lim} = 7 \text{ ‰}$ für $2a^+ < 4 \text{ m}$

— $g_{lim} = 20/2a^+ + 2$ für $2a^+ > 4 \text{ m}$

— $g_{lim} = 20/2a^ + 2$ für $2a^* < 20 \text{ m}$*

— $g_{lim} = 3 \text{ ‰}$ für $2a^ > 20 \text{ m}$*

Die Längsbasis $2a^$ bezieht sich auf den Radsatzabstand bei zweiachsigen Wagen bzw. auf den Drehzapfenabstand bei Drehgestellgüterwagen. Die Längsbasis $2a^+$ stellt den Radsatzabstand innerhalb eines Drehgestells dar.*

Gemäß TSI WAG sind Güterwagen von den in Abschnitt 4.2.3.4.2.1 genannten stationären Prüfungen ausgenommen, wenn sie die Anforderungen des UIC Merkblattes 530-2 (Mai 2006) erfüllen (Änderung 2009/107/EG).

Gemäß Merkblatt UIC 530-2, Punkt 2.1 – *Grundlegende Bedingungen für Güterwagen unabhängig von der Art ihrer Kupplung, Punkt 2.1.3, müssen zur Beurteilung der Sicherheit gegen Entgleisung beim Befahren von Gleisverwindungen bei Neubaugüterwagen, der die konstruktiven Merkmale des Wagens kennzeichnende Punkt in den Diagrammen der Anlagen A, B und C oberhalb der Linie A-A (Grenzkurve für das Befahren von Gleisverwindungen) im zulässigen Bereich liegen. Wenn die Linie A-A im Diagramm nicht eingetragen ist (sind), gibt es keine Begrenzung der Verwindungssteifigkeit ct^* .*

Für Güterwagen, die mit den konstruktiven Merkmalen der Anlagen A, B und C nicht übereinstimmen, muss die Sicherheit gegen Entgleisung beim Befahren von Gleisverwindungen gemäß des im Bericht B55/RP8 dargelegten Berechnungs- und Prüfverfahrens beurteilt werden.

Merkblatt UIC 530-2,
Anlage B – Diagramm-
sammlung zur Beurteil-
ung der Fahrsicherheit
von Güterwagen mit
zwei Radsätzen mit
Blatttragfedern mit pro-
gressiver Kennlinie,
Teil 3 – Parabelfeder für
22,5 t / Radsatz,
Diagramme auf den
Seite 71:

Der Schnittpunkt der
Werte c_t^* und Q_0 des
Fahrzeuges liegt ober-
halb der Linie A-A
(Grenzkurve für das
Befahren von Gleis-
verwindungen) im zuläs-
sigen Bereich.

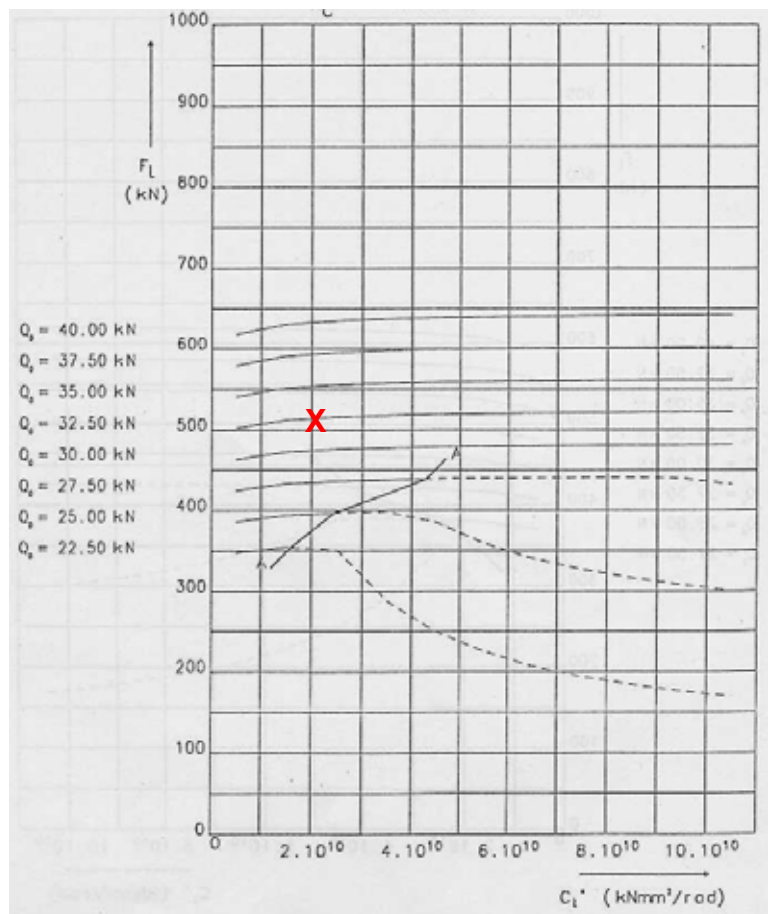


Abbildung 28 Merkblatt UIC 530-2, Anlage B, Seite 71

9.7. Untersuchung des Fahrweges



Abbildung 29 Gleislage im Bereich der Entgleisungsstelle

Oberbaubefund:

Befund über die Ergebnisse der technischen Untersuchung des Oberbaues vom
9. April 2009 (Auszug):

am **09. April. 2009**

bei **41186** **115,742**
Zugfahrt **im Km**

bei der Fahrt von Bahnhof **Neufeld** nach Bahnhof **Ebenfurth**

im Gleis **1** auf der Weiche Nr. **0** nach in der
rechts

Fahrtrichtung und nach der **außen** seite eines Bogens von m Halbmesser,

eines Übergangsbogens **0-265** einem Bogen von **265** m Halbmesser

bei der Fahrt **im Gefälle** von **2,5** ‰ ,

in der Waagrechten.

Abbildung 30 Oberbaubefund - Seite1

1	2	3	4
		Schienen	Schwellen
Beschreibung des Oberbaues Stoßanordnung	Allgemeine Lage der Fahrbahn a) Sutteln b) Kreuzsutteln (Abstand)	a) Beschaffenheit b) senkrechte Abnützung	a) Art (Holz, Beton, Stahl) b) Alter
etwaige Besonderheiten (Brücke, Putzgrube, Waage, Isolierstoß)	c) Frostaufzüge (Höhe, Lage) d) Gleisverwerfung (Größe, Länge)	c) seitliche Abnützung (Handzeichnung beifügen) d) Walzzeichen e) Einbaujahr an der Unfall- stelle f) Art des Bruches nach dem Merkblatt g) Riffel (Wellen) h) Laschenbrüche	c) Einbaujahr an der Unfall- stelle d) Prozentsatz der lockeren Schwellen e) Prozentsatz der sicht- baren Brenn- und Moderschwellen f) alte Beschädigungen
Iv-Be-SKL14-54E2-600	a) ja b) ja c) Nein d) Nein	a) gut b) 2,3mm c) 1,1mm d) 2001 e) 2001 f) ----- g) ----- h) -----	a) Beton b) 2001 c) 2001 d) 0% e) 0% f) keine

Abbildung 31 Oberbaubefund - Seite 2

Abbildung 32 Oberbaubefund - Seite 5Abbildung 33 Oberbaubefund - Seite 6

Die Entgleisungsstelle liegt nach einem Bogen (Radius 265 m und einer maximalen Überhöhung von 99 mm) im Übergangsbogen in der Rampe zum Überhöhungsabbau. Gleichzeitig befindet sich der Entgleisungsbereich in einem Gefälle von 2,5 ‰. Im Entgleisungsbereich ist Schienenform 54E2 auf Einblock-Betonschwellen verlegt. Das Einbaujahr wurde mit 2001 angegeben. Gemäß Oberbaubefund nach der Entgleisung gab es Sutteln und Kreuzsutteln.

Stellungnahme ÖBB Infrastruktur Betrieb AG zum Oberbau (Auszug):

Entgleisung des Zuges 41186 am 8. 4. 2009 auf der Strecke 171 im Einfahrbereich des Bahnhof Ebenfurth:

A. Beurteilung der Gleislage aus Sicht der Vermessung mit dem EM250 am 24. 3. 2009

1. Sachverhalt

Am 8. 4. 2009 entgleiste um 15:10 Uhr bei der Einfahrt des von Sopron kommenden Zuges 41186 in den Bahnhof Ebenfurth der 6. Wagen Nr. 43-71 437 8 460-5 mit der vorlaufenden Achse im km 115,735. Der Oberbau wurde von km 115,6 bis km 115,8 beschädigt. Die Entgleisungsstelle liegt in einem Bogen mit Überhöhung, Schienenform 54E2. Ein Erhebungsprotokoll der Entgleisung liegt vor.

Abbildung 34 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 1. Teil

2. Datengrundlage seitens Gleislagemessung

Strecke:	Erhaltungsgrenze Mitte Leithabrücke - Ebenfurth
Gleis:	1
Abschnitt:	1711
Entgleisung bei:	km 115,735
Vmax an der Entgleisungsstelle:	60 km/h
Messfahrzeug:	EM250
Messdatum:	24. 3. 2009

Vermessen wurde Gleislage und Schienenprofile.

3. Beurteilung der Gleislage gemäß Instandhaltungsplan DB-IS 2:

Die letzte Messwageninspektion wurde am 24. 3. 2009 mit dem OB-Messwagen EM250 durchgeführt. Die Beurteilung erfolgt nach dem DB-IS2 in der derzeit gültigen Fassung und bezieht sich auf die Gleislage im belasteten Zustand zum Zeitpunkt der Vermessung.

a. Soforteingriffsschwellen

Kurz vor (km 115,702) und kurz nach (km 115,756) der Entgleisungsstelle lag zum Messzeitpunkt eine Überschreitung der SES für die Verwindung auf Basis 16 m und der Verwindung auf Basis 9 m vor. Diese Fehler wurden am Tag nach der Messung provisorisch durch händische Kraftstopfung behoben und die Behebung dokumentiert.

Abbildung 35 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 2. Teil

b. Eingriffsschwellen

Der Verwindungsfehler kurz vor der Entgleisungsstelle manifestiert sich auch als ES in der Verwindung auf Basis 3 m. Die SES der Verwindung auf Basis 3 m war nicht überschritten.

Im Bereich der Entgleisungsstelle lag in km 115,707 – km 115,756 eine Spurerweiterung vor, die die ES überschreitet. Diese ist - wie Anlage 2 zu entnehmen ist - in beidseitigen Neigungen der Schienen nach außen begründet. Die SES der Spurweite war nicht überschritten. Die Behebung dieser ES-Überschreitung war für Mitte Mai 2009 geplant.

B. Beurteilung der Gleislage aus Sicht der Nachmessung mit dem EM80 NT am 22. 4. 2009

4. Sachverhalt

Unmittelbar nach der Entgleisung wurde ein Langsamfahren mit 30 km/h von km 115,6 bis km 115,8 eingeführt. Am 22. 4. 2009 fand auf Wunsch der Unfalluntersuchungsstelle des Bundes eine gleisgeometrische Nachmessung der Entgleisungsstelle mit dem Messfahrzeug EM80-NT statt.

Dabei aufgetretene Fehler wurden am Tag nach der Messung provisorisch durch händische Kraftstopfung behoben.

5. Beurteilung der Gleislage gemäß Instandhaltungsplan DB-IS 2:

a. Soforteingriffsschwellen

Im Sinne der Fahrtrichtung des Zuges 41186 lagen vor der Entgleisungsstelle zum Messzeitpunkt keine SES vor.

Abbildung 36 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 3. Teil

b. Eingriffsschwellen

Die bei der Messung am 24. 3. 2009 in der Nähe des km 115,700 kurz vor der Entgleisungsstelle festgestellten Überschreitungen der SES der Verwindung 9 m trat bei der Messung am 22. 4. 2009 nicht mehr auf. Die damals festgestellte Überschreitung der SES der Verwindung 16 m trat lediglich als geringfügige Überschreitung der ES auf, die Fehler wurden daher offensichtlich weitgehend behoben.

Die Spurerweiterung mit Überschreiten der ES in km 115,707 – km 115,756 wurde wiederum gemessen (Behebung in der 21. Kalenderwoche).

Abbildung 37 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 4. Teil

C. endgültige Behebung

Die endgültige Behebung der Gleisfehler (mit maschineller Gleisstopfung) und der Entgleisungsschäden sowie die Aufhebung des Langsamfahrens erfolgte in der 21. Kalenderwoche.

Abbildung 38 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 5. Teil

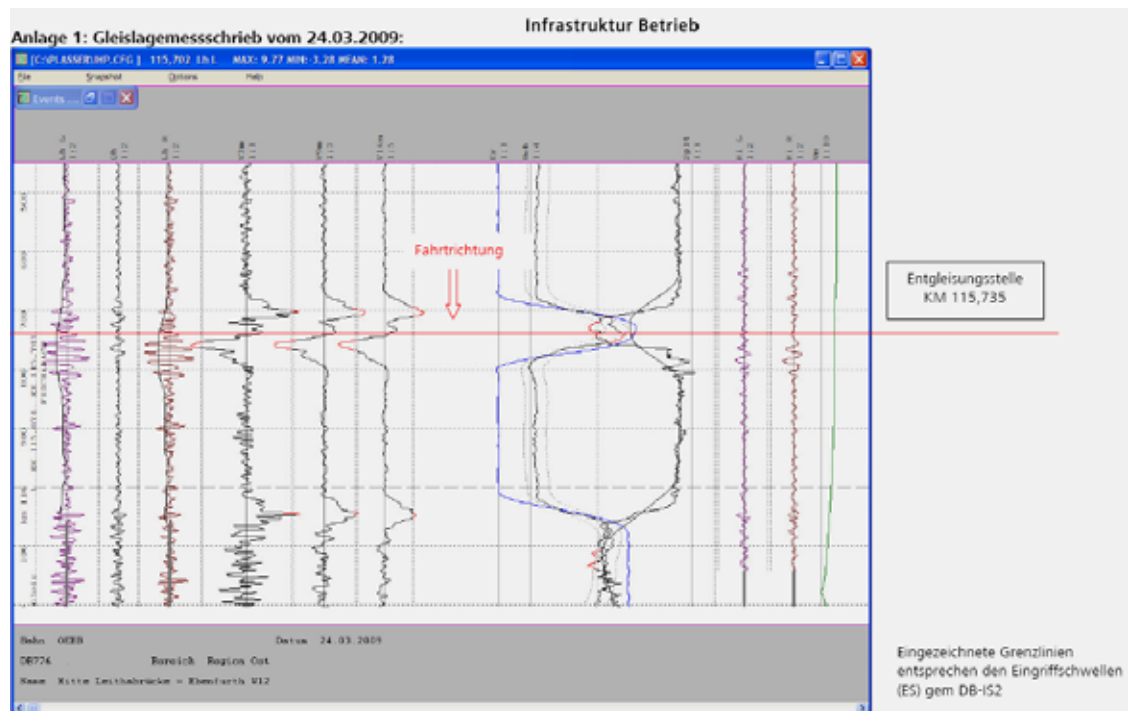


Abbildung 39 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 1

Anlage 3: Einzelfehler-Bericht für ES / SES gemäß DB-IS 2 von der Messung am 24.03.2009

Datum	Strecke	Gleis	Anfang	Ende	Länge	Art	Messwert	MaxWert	max km	VZG	Anmerkung
24.03.2009 13:11	1711	1	115,698	115,706	8	SES	Verwindung 9m	-41,4	115,702	60	Provisorisch behoben am 25.03./händisch gestopft; GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,698	115,706	8	SES	Verwindung 16m	-66,4	115,703	60	Provisorisch behoben am 25.03./händisch gestopft; GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,699	115,703	4	ES	Verwindung 3m	-17,6	115,701	60	GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,707	115,756	49	ES	Spur	35	115,726	60	Einbau neuer ZW-K ab 18.5.09 durch BI;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,751	115,764	13	SES	Verwindung 16m	78,3	115,757	60	Provisorisch behoben am 25.03./händisch gestopft; GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,751	115,763	12	SES	Verwindung 9m	50,6	115,758	60	Provisorisch behoben am 25.03./händisch gestopft; GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	115,754	115,762	8	ES	Verwindung 3m	19	115,759	60	GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	116,041	116,047	6	ES	Verwindung 9m	-34,2	116,044	60	GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	116,043	116,046	3	ES	Verwindung 3m	-18,4	116,045	60	GW MDZ S4 am 22.06.2009;
24.03.2009 13:11	1711	1	116,044	116,051	7	ES	Verwindung 16m	-52,9	116,048	60	GW MDZ S4 am 22.06.2009;

Abbildung 40 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 3

Die km-Angaben von „Anfang“ und „Ende“ stimmen nicht mit der Örtlichkeit überein (Siehe Abbildung 47).

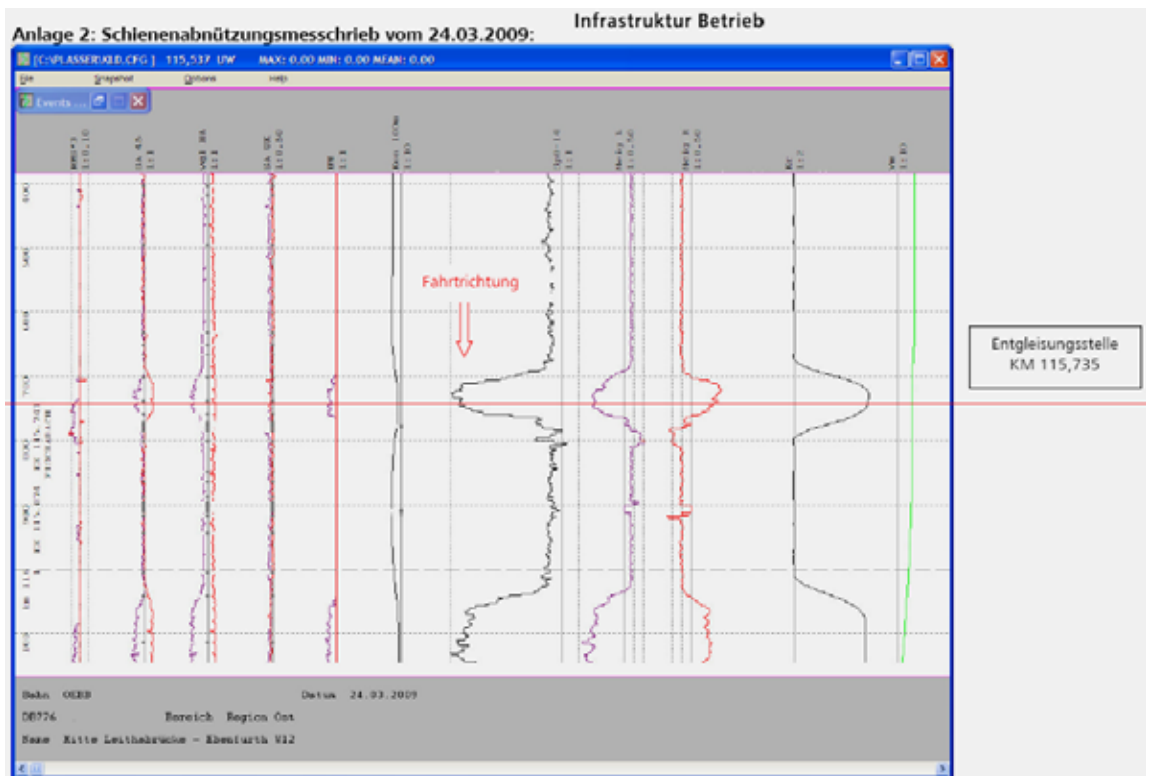


Abbildung 41 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 2

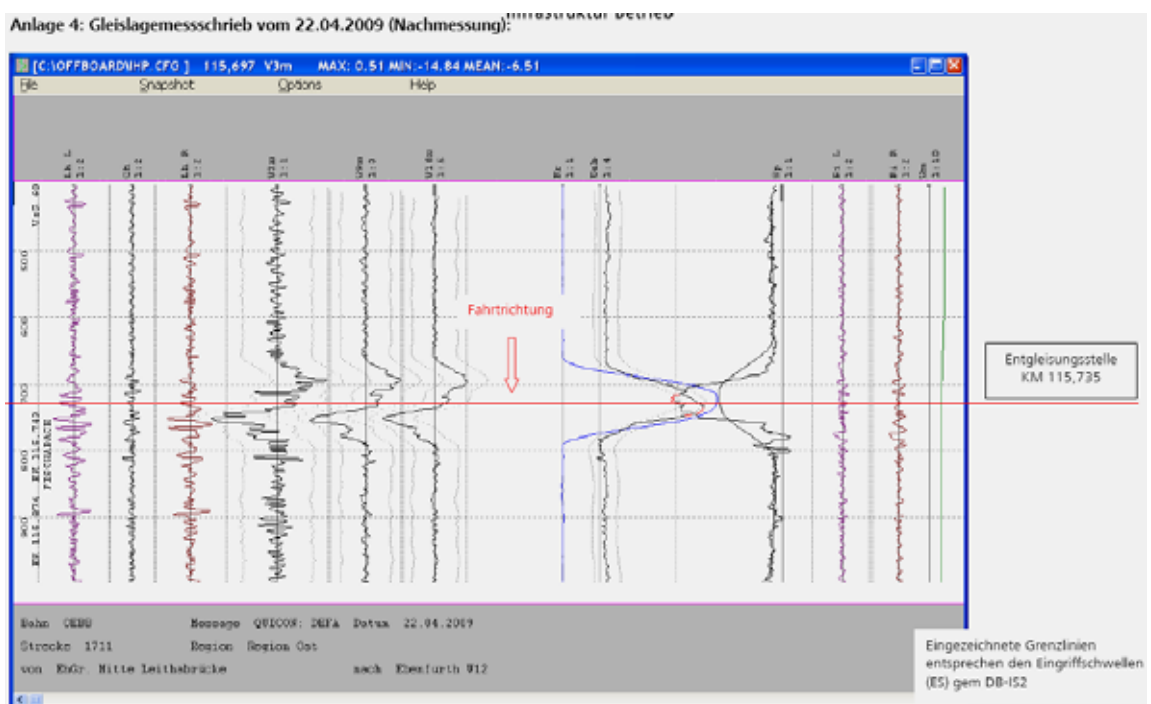


Abbildung 42 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 4

Anlage 5: Einzelfehler-Bericht für ES / SES gemäß DB-IS 2 von der Messung am 22.04.2009 (Nachmessung)											
Einzelfehlerbericht gem. Instandhaltungsplan											
Bahn OEBB				Datum 22.04.2009							
Strecke 1711				Region Region Ost							
von EhGr. Mitte Leithabrücke				nach Ebenfurth W12							
Gleis	Fehlerposition				Überschreitung		Maximum		Analyse		
	Anfang	Ende	Laenge		Art	Messwert	Wert	Stelle	VzG	IHP	Grenze
BEREICH	115,400	115,694			KEINE ES UND KEINE SES						
1	115,694	115,698	4m		ES	Verwindung 16m	-49mm	115,696	60	60	-48mm
1	115,718	115,726	8m		ES	Spur weit	33mm	115,724	60	60	32mm
	115,735				ENTGLEISUNGSTELLE						
1	115,744	115,745	2m		ES	Verwindung 3m	16mm	115,744	60	60	15mm
1	115,750	115,753	3m		SES	Verwindung 3m	20mm	115,750	60	60	18mm
1	115,750	115,755	6m		ES	Verwindung 3m	20mm	115,750	60	60	15mm
1	115,746	115,756	11m		SES	Verwindung 9m	50mm	115,753	60	60	36mm
1	115,745	115,757	13m		ES	Verwindung 9m	50mm	115,753	60	60	31mm
1	115,745	115,758	13m		SES	Verwindung 16m	77mm	115,750	60	60	56mm
1	115,743	115,760	17m		ES	Verwindung 16m	77mm	115,750	60	60	48mm
1	116,033	116,034	1m		ES	Verwindung 16m	-49mm	116,033	60	60	-48mm
1	116,036	116,039	4m		ES	Verwindung 9m	-36mm	116,037	60	60	-31mm
1	116,038	116,040	2m		SES	Verwindung 3m	-20mm	116,039	60	60	-18mm
1	116,037	116,040	3m		ES	Verwindung 3m	-20mm	116,039	60	60	-15mm
1	116,039	116,042	3m		ES	Verwindung 16m	-53mm	116,041	60	60	-48mm
1	116,041	116,043	2m		ES	Verwindung 9m	-32mm	116,042	60	60	-31mm

Abbildung 43 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – Anlage 5

DB IS 2, IHP Teil 1, Punkt 1.1 – Definition der Fristen (Auszug):

Die generelle Verantwortung liegt beim Infrastrukturbetreiber. Dieser beauftragt Bedienstete für die Organisation und Durchführung der Inspektionstätigkeiten. Diese werden in der Organisationsstruktur genannt.

Die Verantwortung für Koordination und Überprüfung der Umsetzung der Inspektion liegt beim zuständigen Regionalleiter und kann von diesem ganz oder teilweise an den Prüfeningenieur-Fahrweg delegiert werden.

Die Verantwortung für die Umsetzung der Inspektion liegt beim Anlagenverantwortlichen (Anlagenmanager). Dieser kann Durchführung und Arbeitsverantwortung für die Inspektion an qualifizierte Mitarbeiter gemäß Anlage 1/2 delegieren. Der mit der Inspektion beauftragte Mitarbeiter wird im Instandhaltungsplan als der BM bzw. der GLM bezeichnet.

Sämtliche Aufzeichnungen, die die Inspektion und die daraus folgenden Maßnahmen betreffen, sind in Datenbanken oder Verzeichnissen abzulegen.

Diese Dokumentationen sind mindestens 3 Jahre aufzubewahren, wobei mindestens die 2 letzten Befundungen vorzuhalten sind.

Stellungnahme vom 27. Oktober 2009 zur Anforderung von Unterlagen über Inspektionen die vor dem 24. März 2009 gemäß DB IS 2, IHP Teil 1 durchgeführt hätten müssen:

Für diesen Teilabschnitt ist seitens oberbautechnischen Messwagens im Zeitraum 2006 - 2009 nur die bereits übergebene Messung vom 24.3.2009 sowie jene vom 22.4.2009 verfügbar.

Grund: vor 2009 wurde dieses Gleis als Bahnhofsgleis gewertet. Dieser Missstand wurde erst 2009 erkannt und dieses von der Gysev betriebene Streckenstück bis zur Eigentumsgrenze Mitte Leithabrücke ins Messprogramm aufgenommen (vor 2008 wurde die gesamte Strecke Ebenfurth - Sopron in nicht regelmäßigen Intervallen auf Rechnung der Gysev gemessen).

Abbildung 44 Stellungnahme zur Anforderung von Unterlagen über Inspektionen vor dem 24. März 2009

Analyse der Messdaten vom 24. März 2009:

Von der UUB wurden die Messdaten vom 24. März 2009 im ASCII Format angefordert und analysiert und mit den von Hand aus gemessenen Daten unmittelbar nach der Entgleisung verglichen.

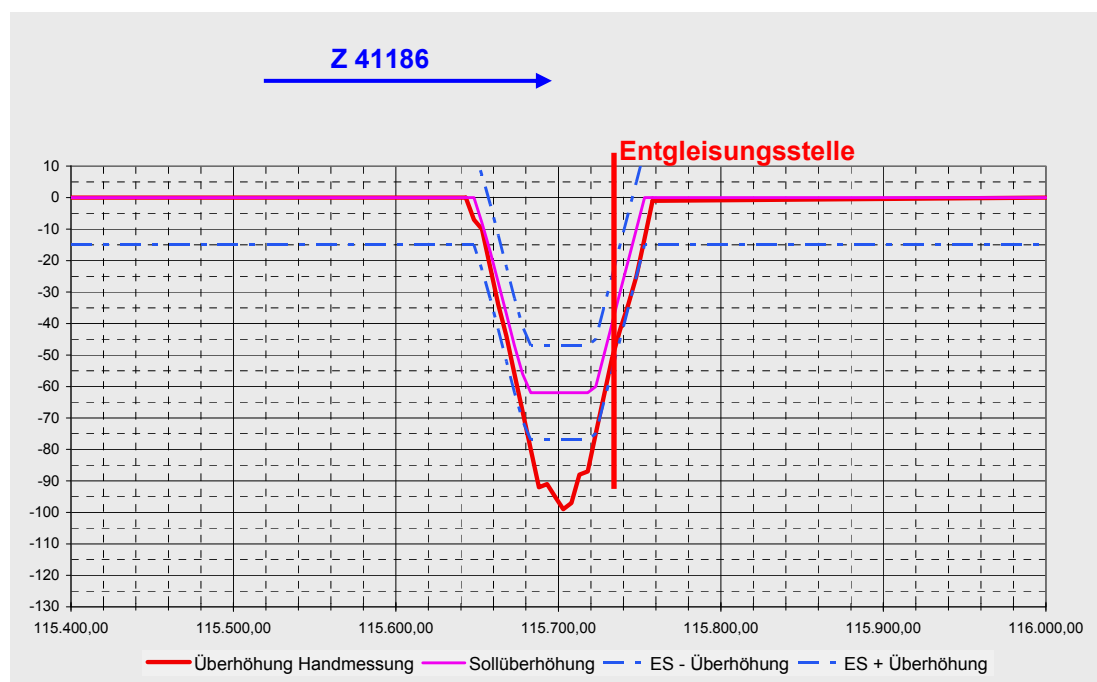


Abbildung 45 Analyse Gleismessdaten Handmessung v. 9. April 2009 - Überhöhung

Gemäß Bogenverzeichnis hat dieser Bogen eine Sollüberhöhung von $\ddot{u} = 62 \text{ mm}$. Auf Grund des Streckenranges beträgt die ES $\pm 15 \text{ mm}$ vom Sollwert der Überhöhung.

Der Grenzwert der Überhöhung ($ES = u + 15 \text{ mm} = 77 \text{ mm}$) wurde um 22 mm überschritten.

Auf Grund der Bogenrichtung wird die Überhöhung des bogenäußeren Gleises als negativer Wert dargestellt.

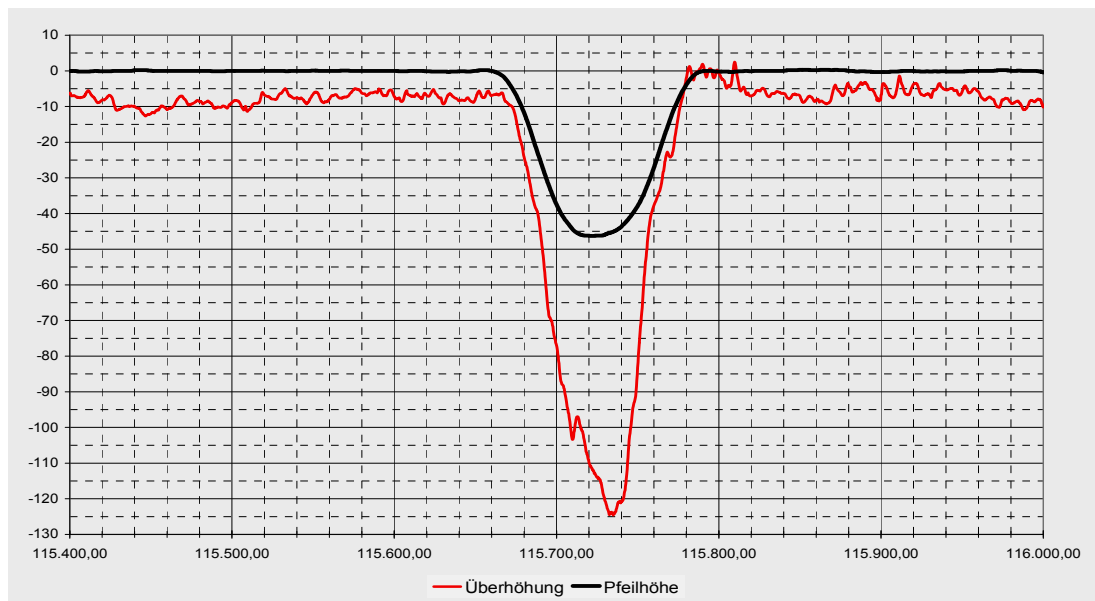


Abbildung 46 Analyse Gleissmessdaten vom 24. März 2009 – Überhöhung u. Pfeilhöhe

Der Grenzwert der Überhöhung ($ES = u + 15 \text{ mm} = 77 \text{ mm}$) wurde um 47 mm überschritten.

Die Pfeilhöhe ist ein Maß für den Bogenhalbmesser. Als Bezug dient eine 10 m lange Sehne, in deren Mitte der Abstand zum gekrümmten Gleis gemessen wird. Die Pfeilhöhe als Maß für den Bogen stimmt gut mit der Überhöhung überein.

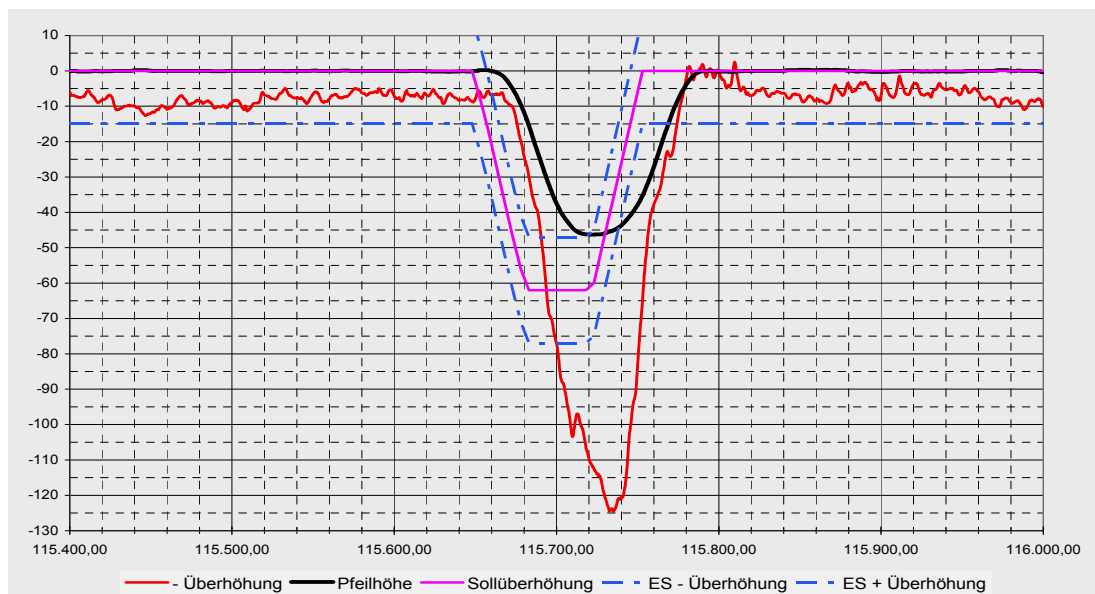


Abbildung 47 Vergleich Gleissmessdaten 24. März und 9. April 2009 – Überhöhung u. Pfeilhöhe

Die vorstehende Abbildung zeigt, dass die km-Angaben der Messung vom 24. März 2009 nicht mit den tatsächlichen km-Angaben übereinstimmt. **Die Abweichung der km-Angabe der Messung vom 24. März 2009 beträgt ca. 25 m.**

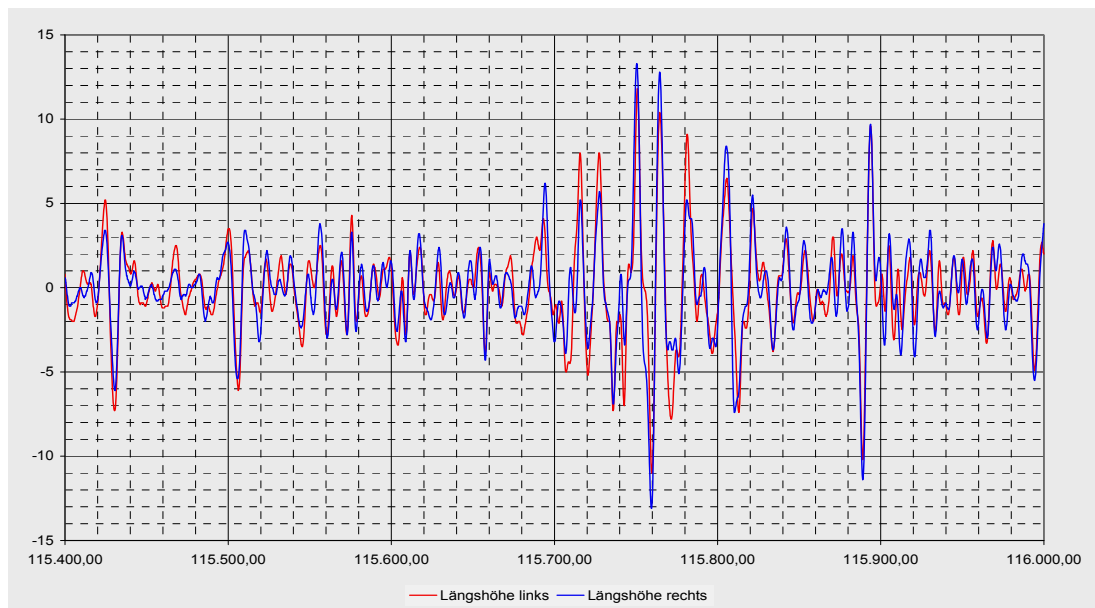


Abbildung 48 Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 - Längshöhen

Alle Grenzwerte (AS = 14 mm, ES = 17 mm und SES = 21 mm) der Längshöhen Einzelfehler (Mittelwert – Spitze) für Strecken mit $80 \text{ km/h} < v_{\text{max}} \leq 120 \text{ km/h}$ wurden eingehalten.

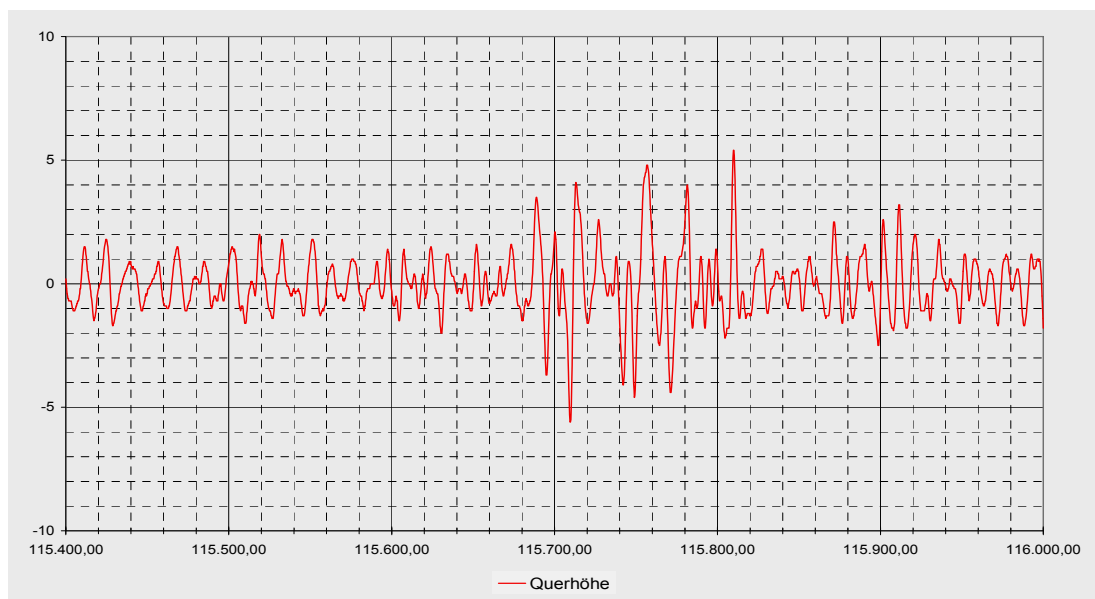


Abbildung 49 Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 - Querhöhen

Alle Grenzwerte (AS = 8 mm, ES = 11 mm und SES = 13 mm) der Querhöhe Einzelfehler (Mittelwert – Spitze) für Strecken mit $80 \text{ km/h} < v_{\text{max}} \leq 120 \text{ km/h}$ wurden eingehalten.

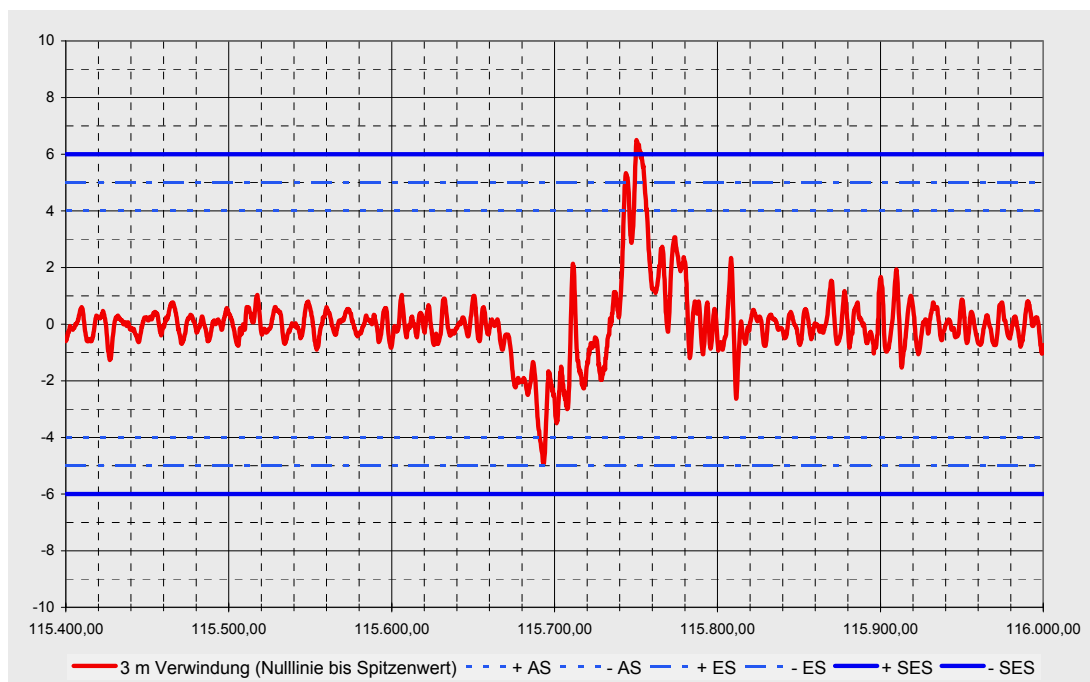


Abbildung 50 Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 3 m Verwindung

Alle Grenzwerte (AS = 4 mm, ES = 5 mm und SES = 6 mm) der 3 m Verwindung von der Null-Linie zum Spitzenwert für Strecken mit $v_{\max} \leq 160$ km/h wurden nicht eingehalten.

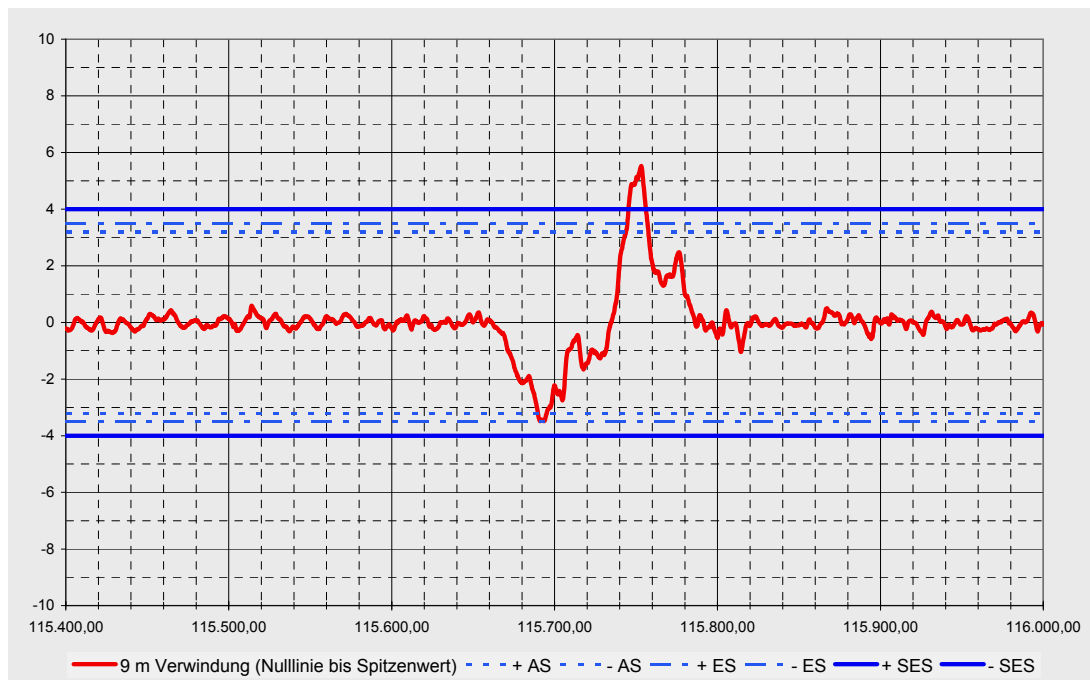


Abbildung 51 Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 9 m Verwindung

Alle Grenzwerte (AS = 3,2 mm, ES = 3,5 mm und SES = 4 mm) der 9 m Verwindung von der Null-Linie zum Spitzenwert für Strecken mit $v_{\max} \leq 160$ km/h wurden nicht eingehalten.

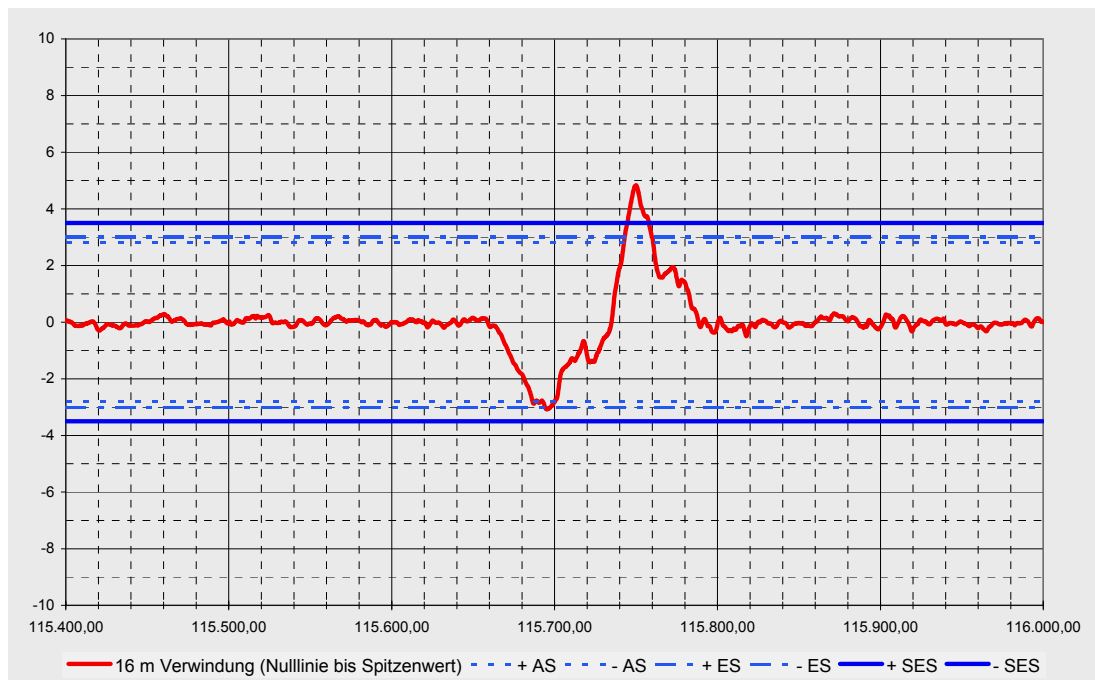


Abbildung 52 Analyse Gleismessdaten vom 24. März 2009 – 16 m Verwindung

Alle Grenzwerte (AS = 2,0 mm, ES = 2,1 mm und SES = 2,5 mm) der 16 m Verwindung von der Null-Linie zum Spitzenwert für Strecken mit $v_{\max} \leq 160$ km/h wurden nicht eingehalten.

Fehlerbehebung am 25. März 2009

Zur Behebung der Verwindungsfehler erfolgte am Folgetag (25. März 2009) ein händisches Kraftstopfen unter Anwendung einer händischen Messung.

Bei der händischen Messung der Verwindung (in unbelastetem Zustand) sind für die 5-m-Verwindung folgende Grenzwerte einzuhalten:

Trassierungselement	SES [mm/m]
Gerade, Bogen	2,5
Überhöhungsrampe	3,6

Abbildung 53 Grenzwerte 5 m Verwindung - händische Messung - unbelasteter Zustand - Quelle ÖBB

Eine Fehlerbehebung durch händisches Kraftstopfen von 9 m und 16 m Verwindungen im Vergleich zu maschineller Fehlerbehebung wurden von Technikern des Instandhaltungsdienstes als problematisch beschrieben, bzw. wurde die Wirksamkeit als sehr kurzfristig eingestuft.

9.8. ORE B55/RP8

In ORE B55/RP8 - Figur 7 (Abbildung 33 nächste Seite) wird die vom Fahrzeug ertragbare Gleisverwindung (g_n°) in Abhängigkeit von der zulässigen Gleisüberhöhung (u_n) dargestellt:

Bei gleichbleibender Fahrzeugprüfverwindung gemäß ORE B55/RP8 - Figur 6 ($g^* = 15/2a^* + 2$; $4,5 \text{ m} \leq 2a^* \leq 20 \text{ m}$) gilt für die einzelnen Bereiche:

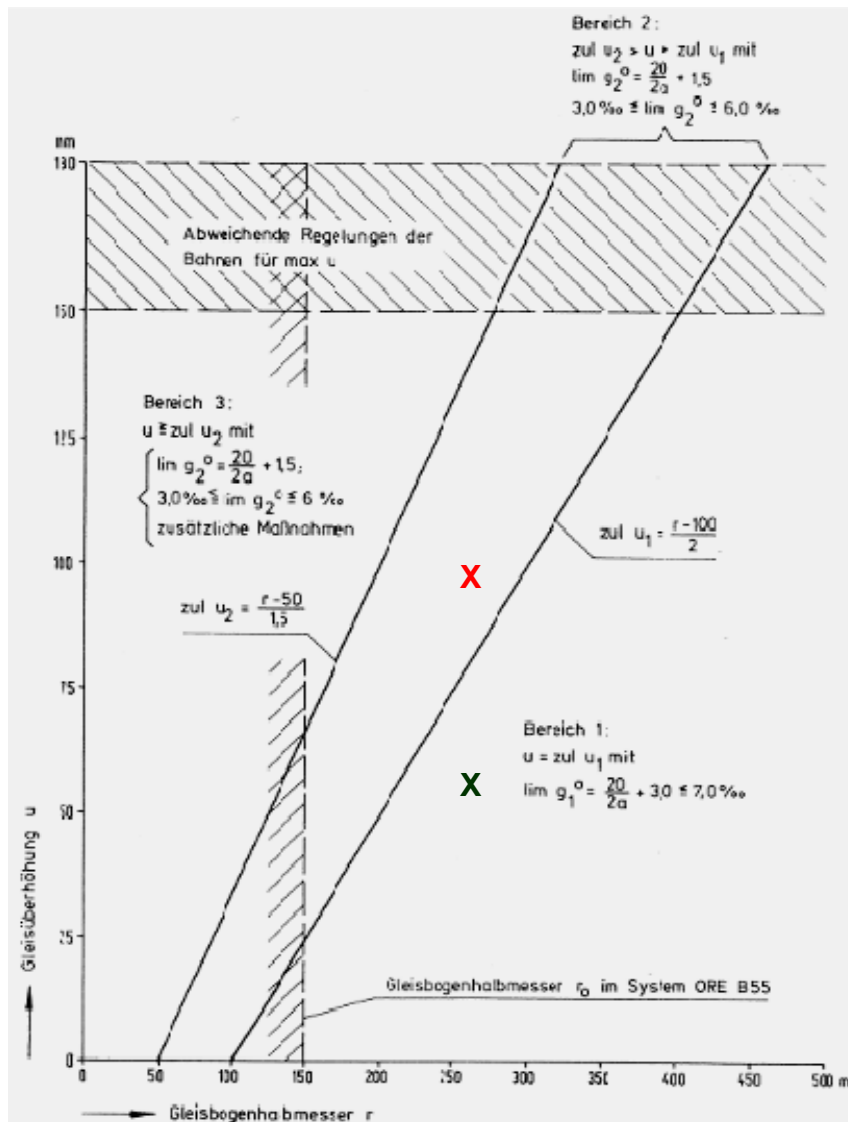


Abbildung 54 ORE B55/RP8 - Figur 7 Zusammenhang Gleisverwindung, Bogenhalbmesser und Überhöhung

X Sollwert im Entgleisungsbereich: $r = 265 \text{ m}$, $u = 62 \text{ mm}$

X Tatsächliche Lage im Entgleisungsbereich: $r = 265 \text{ m}$, $u = 99 \text{ mm}$
(unbelastet gemessen)

Als sicherheitsfördernde Maßnahmen für den Bereich 3 werden im ORE B55/RP8 das Anbringen von Leitschienen oder Schienenschmiereinrichtungen genannt.

9.9. ÖBB DB IS 2

Für die SES von der Null-Linie zum Spitzenwert sind für die Verwindung bei maschineller Messung gemäß DB IS 2, Teil 1, Punkt 3.1.6 folgende Grenzwerte einzuhalten:

v_{\max} [km/h]	3 m Verwindung [mm/m]	9 m Verwindung [mm/m]	16 m Verwindung [mm/m]
≤ 160	6,0	4,0	2,5
> 160	5,0	3,6	2,2

Abbildung 55 Tabelle Verwindung nach ÖBB DB IS 2 bei maschineller Messung

Wendet man für die 9 m Verwindung mit $v \leq 160$ km/h (SES = 4,0 mm/m) den ORE B55/RP8 an so ergeben sich für die Bereich 2 und 3 eine zulässige Gleisverwindung von 3,72 mm/m (siehe Punkt 9.8).

Eine Begrenzung der zulässigen Überhöhung, abhängig vom Bogenhalbmesser gemäß ORE B55/RP8 wird im DB IS 2 nicht berücksichtigt (siehe Punkt 9.8).

Die zulässige Abweichung von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen beträgt gemäß DB IS 2, Teil 1, Punkt 3.1.7 in der Geraden oder im Kreisbogen, als Differenz zwischen gemessener Überhöhung und Soll-Überhöhung (lt. Bogenverzeichnis, siehe Oberbaubefund):

Strecken- und Gleisrang	ES [mm]
im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a	±15
in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen	±20

Abbildung 56 Tabelle gegenseitige Höhenlage nach ÖBB DB IS 2

Für die zulässige Abweichung von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen gibt es zwar einen Wert für die ES jedoch nicht für eine SES.

10. Zusammenfassung der Erkenntnisse

10.1. Fahrgeschwindigkeit

Die zulässigen Geschwindigkeiten wurden von Z 41186 eingehalten.

10.2. Handlung des Tzfz

Der Tzfz hat vorschriftenkonform und umsichtig gehandelt.

10.3. Auswertung der Registriereinrichtung

Die vorgeschriebene Reduktion der E-Bremskraft von 150 kN bei einer Geschwindigkeit $v > 50$ km/h auf 100 kN. bei einer Geschwindigkeit $v < 40$ km/h konnte nicht überprüft werden, da sowohl 100 kN als auch 150 kN innerhalb der Zug-/Bremskraft-Stufe „-2“ liegen. Mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit war diese Funktion vorhanden.

10.4. Beteiligte Fahrzeuge

Das entgleiste Fahrzeug hält die Bestimmungen für das Befahren von Gleisverwindungen gemäß TSI WAG, Merkblatt UIC 530-2 und ORE B55/RP8 ein.

Das entgleiste Fahrzeug kann auf Grund des Erhaltungszustandes als Ursache für die Entgleisung ausgeschlossen werden. Die erfolgte Überpufferung ist als Folge der Entgleisung anzusehen.

10.5. Ladung und Ladungssicherung

Die Ladegutsicherung im entgleisten Wagen 43 71 437 8 460-5 entsprach nicht den Bestimmungen des RIV- Beladetarif, Band 2 „Güter“, Verladeinformation 0,5 „Ladeeinheiten des kombinierten Ladungsverkehrs (KLV)“.

Eine Unfallkausalität aus dem davor genannten Mangel kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

10.6. Zugbildung

Der Kuppelzustand im Zugverband entsprach nicht den Bestimmungen der DV V3, § 16, Abs. 4 (loser Kuppelzustand). Dies wurde jedoch als nicht Auslöser für die Entgleisung angesehen.

10.7. Fahrweg

Die Instandhaltungshistorie stellt sich folgendermaßen dar:

- 24. März 2009 Inspektion mit dem Messwagen „EM250“ - Überschreitung der SES für 3 m -, 9 m - und 16 m Verwindung im Bereich der Entgleisungsstelle. Weiters wurde eine Überschreitung der ES der Spurweite festgestellt.
- 25. März 2009 provisorische Fehlerbehebung durch Kraftstopfen. Dabei wurde der linke Schienenstrang um ca. 20 bis 30 mm gehoben. Eine Dokumentation dieser Fehlerbehebung wurde nicht vorgelegt. Fahrten mit dem Messwagen sind nicht erfolgt bzw. dokumentiert. Die Messungen erfolgten händisch.
- 8. April 2009 Entgleisung von Z 41186
- 9. April 2009 Händische Vermessung und Stopfarbeiten nach der Entgleisung.
- 22. April 2009 Inspektion mit Messfahrzeug „EM 80-NT“. Dabei wurden in Bezug auf Verwindung keine Überschreitungen der SES, jedoch Überschreitung der ES festgestellt.

Bei der maschinellen Messung am 24. März 2009 waren die Messergebnisse ca. 25 m in der km – Lage verschoben (Synchronitätsfehler).

Nach zweimaligen Stopfarbeiten, deren Ergebnisse und Folgen unmittelbar nicht messtechnisch dargelegt werden konnten wurden bei der maschinellen Messung am 22. April 2009 gemäß der angewendeten Regelwerke für Verwindung die ES überschritten.

Die Ergebnisse der vor dem 24. März 2009 durchzuführenden Inspektionsfahrten mit dem Messwagen oder mit der Messdraisine konnten nicht vorgelegt werden.

Eine Bezug zwischen Verwindung, zulässiger Überhöhung und Bogenhalbmesser ist im DB IS 2 nicht gegeben.

Die ES der zulässigen Abweichung von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen werden gemäß Oberbaubefund um bis zu 22 mm überschritten. Im DB IS 2 sind keine SES für die gegenseitige Höhenlage definiert.

10.8. Anwendung internationaler Regelwerke

Gemäß ORE B55/RP8 scheint als mutmaßliche Ursache solcher Entgleisungen ein gleichzeitiges Auftreten von Radkraftänderungen aus großen Gleisüberhöhungen und -verwindungen in Gleisbögen mit engen Gleisbogenhalbmessern zu sein, wenn sie mit geringer Geschwindigkeit befahren werden.

Die Wahrscheinlichkeit einer Verwindungsentgleisung wird erhöht, wenn

- in engen Gleisbögen größere krümmungsbedingte Führungskräfte anstehen,
- kleine Radkräfte bei leeren oder teil beladenen Fahrzeugen mit geringem Eigengewicht wirken,
- bei torsionsharten Fahrzeugen die verwindungsbedingte Radkraftänderung begünstigt wird,
- bei niedriger Fahrgeschwindigkeit die Kräfte quasistatischen Bedingungen unterliegen,
- durch trockene Schienen ungünstige Reibungsverhältnisse überwiegen.

Gemäß EN 14363, Bild A.1 wirken die Kräfte am Spurkranz bei beginnender Entgleisung folgendermaßen:

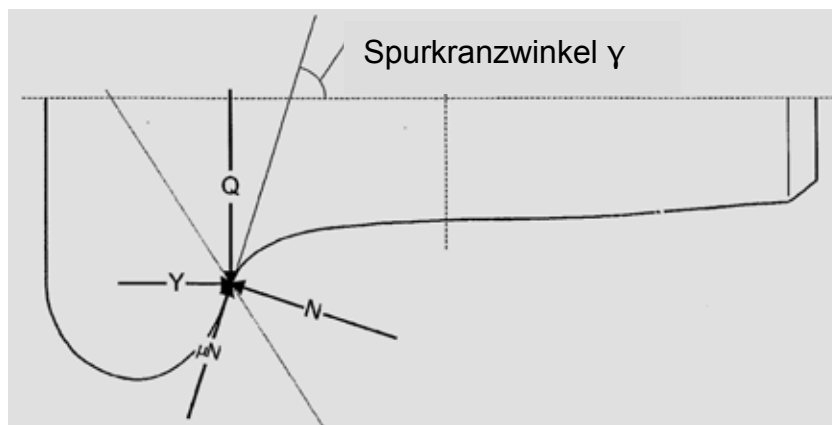


Abbildung 57 Kräfte am Spurkranz gemäß EN 14363 – Bild A.1

Eine laterale Kraft Y und eine vertikale Kraft Q wirken auf das Rad ein. Im Berührungspunkt wirken die Normalkraft N und die Reibkraft μN ein. Kräftegleichgewicht in Quer- und Vertikalrichtung ergibt die folgende Gleichungen:

$$Y = N \sin \gamma - \mu N \cos \gamma$$

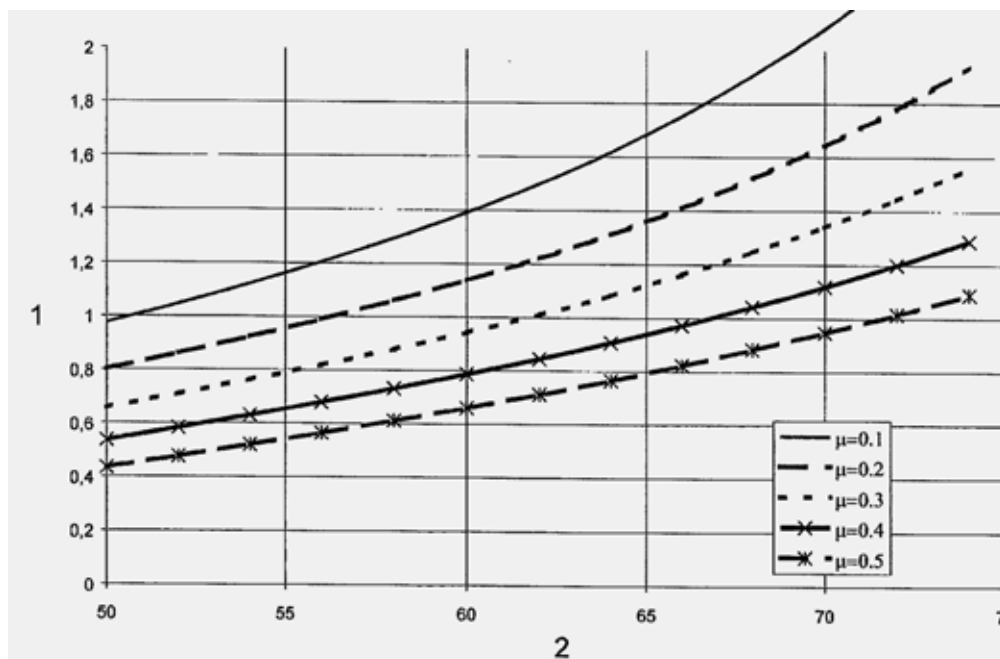
$$Q = N \cos \gamma + \mu N \sin \gamma$$

Daraus kann die Gleichung für (Y/Q) berechnet werden (nach Nadal):

$$\frac{Y}{Q} = \frac{\tan \gamma - \mu}{1 + \mu \tan \gamma}$$

Abbildung 58 Gleichung nach Nadal gemäß EN 14363

Der Grenzwert (Y/Q) hängt vom Spurkranzwinkel γ und dem Reibungskoeffizienten am Spurkranz μ ab. Werte für übliche Bereiche von Spurkranzwinkel und Reibungskoeffizienten sind in EN 14363, Bild A.2 dargestellt (nachstehende Abbildung):



Legende: 1 ... Grenzwert Y/Q, 2 ... Spurkranzwinkel γ [°]

Abbildung 59 Zusammenhang Y/Q Reibungskoeffizient μ gemäß EN 14363 – Bild A.2

Die vorstehende Grafik zeigt, dass der Reibungskoeffizienten am Spurkranz μ einen wesentlichen Einfluss auf den Grenzwert (Y/Q) hat.

Um den Reibungskoeffizienten niedrig zu halten können werden

- ortsfesten Anlagen für die Fahrkantenschmierung und
- Spurkranzschmieranlagen an Tfz

verwendet.

Bei geringen Fahrgeschwindigkeiten in engen Bögen mit großer Überhöhung (Überhöhungsüberschuss) wird durch eine negative unausgeglichene Seitenbeschleunigung

$$a_q = v^2 / r - 9,81 \times u / 1500$$

ein Berühren des Spurkranzes an der Innenschiene des Bogens bewirkt. An der Außenschiene des Bogens wird dadurch kein Schmiermittel vom Spurkranz an die Fahrkante für die nachfolgenden Radsätze der Güterwagen übertragen.

Durch gezieltes Anbringen von ortsfesten Anlagen für die Fahrkantenschmierung konnten nach erfolgten Verwindungsentgleisungen (z.B. Bf Spittal-Millstättersee, Bf Salzburg Gnigl,) solche Unfälle weiterhin vermieden werden.

11. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten

11.1. Bremsgewichtsanschrift

Die Bremsgewichtsanschrift der vom Boden aus bedienbaren Handbremsen war beim entgleisten Wagen (und auch anderen Wagen) von Z 41186 entgegen AVV, Anlage 11, Punkt 4.2; Bild 3 nicht rot umrandet.



Abbildung 60 Fehlende rote Umrandung der Anschrift der bodenbedienbaren Handbremse



Abbildung 61 Bodenbedienbare Handbremse - Quelle ÖBB

12. Ursache

Die Ursache für die Entgleisung war mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine Überschreitungen der zulässigen Gleisverwindung. Kurz (ca. 2 Wochen) vor der Entgleisung wurden Überschreitungen der Soforteingriffsschwelle der Gleisverwindungen durch händisches Kraftstopfen scheinbar behoben.

In den Regelwerken für die Instandhaltung werden die Grenzwerte für Gleisverwindungen gemäß ORE B55/RP8 nicht ausreichend berücksichtigt.

Zusätzlich entgleisungsfördernd wirkt sich die geringe Fahrgeschwindigkeit vor dem „HALT“ zeigenden ES „C“ des Bf Ebenfurth aus, da auf Grund des Überhöhungsüberschusses das Tfz sein auf den Spurkranz aufgebracht Schmiermittel nicht an die Fahrkante der Außenschiene abgibt. Eine ausreichend geschmierte Fahrkante wirkt sich entgleisungsmindernd aus.

Die Ladungssicherung im Wechselaufbau (Container) des entgleisten Wagens war nicht regelwerkskonform, ist aber mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht unfallkausal.

Beim Tfz konnte ein Fehler in der Absenkung der E-Bremsleistung für Geschwindigkeiten unter 40 km/h nicht nachgewiesen werden.

Der Kuppelzustand im Zugverband (lose) konnte durch die entstandenen Längsdruckkräfte nicht als alleiniger Auslöser der Entgleisung erkannt werden.

13. Berücksichtigte Stellungnahmen

Siehe Beilage.

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.

laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlungen (unfallkausal)	richtet sich an
A-94/2010	Instandhaltungsarbeiten zur Behebung von SES sollten mittel- bis langfristig maschinell erfolgen und dabei nachweislich messtechnisch dokumentiert werden. Begründung: Es können durch das händische Beheben eines Fehlers andere Fehler erzeugt werden.	IM
A-95/2010	Überprüfung, ob die Messdaten der maschinellen Messung streckensynchron erfolgen müssen. Begründung: Fehler können dadurch nicht exakt geortet werden und die Behebung bringt an einer anderen Stelle eine Verschlechterung der Gleislage.	IM
A-96/2010	Definition von SES für die gegenseitige Höhenlage (Überhöhung) gemäß Entwurf zur TSI CR INFRA Begründung: Gemäß Entwurf zur TSI CR INFRA, Punkt 4.2.9.4 wird eine SES für die Überhöhung definiert.	IM
	Überprüfung, ob bei der Definition von SES für die gegenseitige Höhenlage (Überhöhung) die Erkenntnisse des ORE B55/RP8, Figur 7 im DB IS 2 berücksichtigt werden müssen. Begründung: Wenn Überhöhung in den Bereich 2 liegt, muss die zulässige Gleisverwindung reduziert werden um die Gefahr einer Entgleisung gering zu halten.	IM
A-98/2010	Überprüfung des ÖBB-DB IS 2 bezüglich der zulässigen Instandhaltungsparameter (ES und SES) auf die zulässige Gleisverwindung im Zusammenhang mit der Gleisüberhöhung. Begründung: Bei den angewendeten SES werden die Bestimmungen des ORE B55/RP8 nicht eingehalten.	IM
A-99/2010	Anbringen einer ortsfesten Anlage für die Fahrkanten-schmierung für diesen Streckenabschnitt. Begründung: Reduktion des Reibungskoeffizienten am Spurkranz μ um den Grenzwert (Y/Q) niedrig zu halten (siehe EN 14363, Bild A.2).	IM
A-100/2010	Sicherstellung, dass der Kuppelzustand im Zugverband den Bestimmungen der DV V3, § 16, Abs. 4 entspricht (kein loser Kuppelzustand). Begründung: Einhaltung der DV V3 der ÖBB und ROeEE.	RU

laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlungen (nicht unfallkausal)	richtet sich an
A-101/2010	Herstellung der roten Umrandung der Anschrift der Handbremse zur Kennzeichnung als Bodenbedienbarkeit. Begründung: Bestimmung gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 4.2.	Fahrzeug- halter
A-102/2010	Überprüfung, ob eine Anpassung der Aufzeichnung der Zug-/Bremskraftstufen der Registriereinrichtung des Tzf erfolgen kann. Begründung: Es kann derzeit nicht nachgewiesen werden, dass eine regelwerkskonforme Reduktion der E-Bremskraft bei einer Geschwindigkeit unter 50 km/h erfolgt.	Fahrzeug- halter
A-103/2010	Sicherstellung, dass die Bestimmungen für Ladungssicherung gemäß RIV – Beladetarif eingehalten werden.	RU

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:

Unternehmen / Stelle	Funktion
Tzf Z 41186	Beteiligter
TRANSFESA Transportes Ferroviarios Especiales, S. A. über die Deutsche TRANSFESA GmbH	Fahrzeughalter
Raab-Oedenburg-Ebenfurter Eisenbahn AG	IM und RU
ÖBB Infrastruktur AG	IM
ÖBB Rail Cargo Austria AG	RU
ÖBB-Traktion GmbH	Traktionsleister
Betriebsrat der ROeEE	Personalvertreter
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	Behörde (A)
ERA – European Railway Agency	Behörde (EU)
BMWFJ - Custerbibliothek	Europäisches Dokumentationszentrum

Wien, am 15. Oktober 2010

Der Untersuchungsleiter:

Ing. Johannes Piringer eh.

Beilage: Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Litera Stellungnahme der ÖBB Rail Cargo Austria AG eingelangt am 4. November 2009:

- a) Seitens der Rail Cargo Austria Aktiengesellschaft gibt es keinen Einwand gegen den im Betreff genannten Untersuchungsbericht.

Litera Stellungnahme der ÖBB Infrastruktur AG eingelangt am 4. Februar 2010:

- b) **Zu Pkt. 11. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten**
Beim entgleisten Fahrzeug (4371 4378 460-5) entsprach die Ladungssicherung nicht zur Gänze den UIC-Verladerichtlinien, da die Ladegestelle nicht vollständig gegen jegliche Verschiebung im WAB gesichert waren (festgestellt von der Technischen Überwachung).
Die nicht ordnungsgemäße Sicherung kann unter anderen Umständen sogar Auslöser oder Mitauslöser eines Unfalles sein.

- c) **Zu Pkt. 12. Ursache**
Die im vorläufigen Untersuchungsbericht beschriebene Ursache ist aus Sicht der ÖBB-Infrastruktur AG nicht ausreichend bzw. unvollständig beschrieben da die nachfolgend angeführte Parameter in der Kausalität für die Ursache des Unfalles nicht einbezogen oder berücksichtigt wurden.

Die Abbremsung des Zuges vor dem haltzeigenden ES „C“ erfolgte ausschließlich mit der sogenannten (Hochleistungs-) E-Bremse, welches im vorläufigen Untersuchungsbericht nicht beschrieben bzw. ausgewertet wurde. Weiters ist festzuhalten, dass bei Abbremsung eines Wagenzuges mit dem Tzf alleine in Verbindung mit einem mangelhaften Kuppelzustand (festgestellt von der Technischen Überwachung) zu erheblichen Längsdruckkräften im Zugverband führt.

Die angeführten Parameter sind zumindest mitauslöser des Unfalles und daher aus Sicht der ÖBB-Infrastruktur AG im vorläufigen Untersuchungsbericht in entsprechender Form zu berücksichtigen.

Zu Pkt. 14. Sicherheitsempfehlungen

- d) **Zu Pkt 14.1** Die provisorische Behebung von Gleisfehlern mit händischen Kraftstopfern wird mit händischer Messung überprüft. Die Ergebnisse einer endgültigen Mängelbehebung mit maschineller Stopfung sind mit dem Messschrieb der Stopfmaschine dokumentiert.

- e) **Zu Pkt 14.3 und 14.4** Grundlage für den DB IS 2 Teil 1 (Instandhaltungsplan Oberbauanlagen) als für die Oberbauinstandhaltung maßgebliches Regelwerk der ÖBB Infrastruktur AG sind die Bestimmungen der TSI Infrastruktur sowie der daraus abgeleiteten europäischen Normen. Generell ist festzustellen, dass die im Instandhaltungsplan der ÖBB enthaltenen Grenzwerte der Verwindung schärfer sind als die in der TSI HS (High Speed) vorgeschriebenen Werte. Werden die Werte des Instandhaltungsplans angezweifelt, so wird damit die internationale Normung in Frage gestellt. Differenzen zwischen den international gültigen Grenzwerten der Gleislage und den Zulassungswerten der Fahrzeuge wären in den internationalen Gremien ausdiskutieren.
Bei einer Verschärfung der im Instandhaltungsplan der ÖBB enthaltenen Grenzwerte der Verwindung müsste die Trassierungsvorschrift B 50-2 angepasst werden, um zwischen zugelassener Überhöhungsrampe und Soforteingriffsschwelle der Verwindung weiterhin genügend Spielraum für die Instandhaltung zu haben (dies würde eine Herabsetzung der Rampenneigungen und damit der VzG-Geschwindigkeit auf Bergstrecken bedeuten - z.B. am Semmering oder Arlberg).

und deren Berücksichtigung

Die Sicherheitsempfehlungen sind im Punkt 14 des Untersuchungsberichtes mit einer laufenden Jahresnummer enthalten.

Litera	Anmerkung
a)	-
b)	entspricht nicht dem Untersuchungsergebnis
c)	Die E-Bremskraft wurde mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bei $v \leq 40$ km/h auf 100 kN abgesenkt. Der Kuppelzustand im Zugverband (lose) konnte durch die entstandenen Längsdruckkräfte nicht als alleiniger Auslöser der Entgleisung erkannt werden.
d)	Mittel- bis langfristig sollte die Mängelbehebung und der Nachweis der Behebung maschinell erfolgen.
e)	Eine Anpassung des Regelwerks ist mit Inkrafttreten der TSI CR INFRA in diesem Sinne erforderlich.

Litera Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 26. Jänner 2010:

Fachbereich Maschinentechnik:

Abteilung IV/SCH4:

Aus fahrzeugtechnischer Sicht wird der ggst. Untersuchungsbericht mit nachstehenden Anmerkungen zur Kenntnis genommen:

- f) (1) Für die Übersichtlichkeit des Berichts wäre es zuträglich, käme klar zum Ausdruck, dass (offenbar) ausschließlich der vorauslaufende Radsatz des Wagens entgleist ist und zwar (vermutlich) in Fahrtrichtung nach rechts (bogenaußen).
- g) (2) Trotz Abbildung 10 bleibt der Überpufferungsvorgang teilweise im Unklaren, denn 1. wird der 1. Satz auf Seite 13 angezweifelt „Vom Beginn der Entgleisung bis ...“ (Wer hat das beobachtet? Eher kam es im Zuge des Entgleisungsvorgangs zur Überpufferung), 2. ist die Richtigkeit der Eintragung der Fahrtrichtung des Z 41186 in Abb. 10 anzuzweifeln und 3. wären Angaben über jenen Nachbarwagen, mit dem die Überpufferung stattgefunden hat, hilfreich.
- h) (3) Bei den Sachschäden (Punkt 6.2) fehlt eine Aussage über Schäden an Fahrzeugen.
- i) (4) Obwohl keine der angeführten Sicherheitsempfehlungen unmittelbar Fahrzeugaspekte betrifft, wird Sicherheitsempfehlung 14.5 in dieser Form für unzeckmäßig gehalten und zwar aus nachstehenden Gründen:
- j) (a) Eine ausreichende Schmierung der Schienenflanken stellt zwar, wie in verschiedenen Gutachten, u.a. jenen zu Entgleisungen von Tragwagen der Rollenden Landstraße in Tirol und auch der zitierten NADAL-Gleichung zu entnehmen ist, einen Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit gegen Entgleisen dar, primär dient die Schmierung der Schienenflanken aber der Verschleißminderung beider Kontaktpartner (Rad / Schiene), d.h. eine ausreichende Sicherheit gegen Entgleisung muss auch mit völlig trockenen Verhältnissen gewährleistet bleiben, andernfalls wäre z.B. nach Starkregen oder im Bereich von Baustellen mit Staubentwicklung kein sicherer Eisenbahnbetrieb möglich.
- k) (b) Nach Auffassung des Unterfertigten muss eine Sicherheitsempfehlung eine klar abgrenzbare Forderung enthalten. Der Ausdruck „exponierte Streckenabschnitte“ erscheint viel zu unbestimmt. Was sind „besondere Trassierungsparameter“?
- l) (c) Die komplexe Materie des Schmierzustandes von Schienenflanken bzw. Fahrzeugspurkränzen ist Gegenstand diverser Europäischer Gremien (siehe Entwicklung der EN 15472). Es erscheint unzweckmäßig, aus Anlass einer einzigen Entgleisung, auch wenn es vereinzelt ähnlich gelagerte Unfälle gab, bundesweit zusätzliche Infrastruktureinrichtungen zu fordern, die bestenfalls ergänzend zu anderen Sicherheitsempfehlungen einen Beitrag zu leisten in der Lage sind, um künftig gleichartige Ereignisse zu verhindern.

Der Unterfertigte empfiehlt daher, diese Sicherheitsempfehlung entfallen zu lassen.

Die Sicherheitsempfehlungen sind im Punkt 14 des Untersuchungsberichtes mit einer laufenden Jahresnummer enthalten.

Litera	Anmerkung
f)	berücksichtigt
g)	berücksichtigt
h)	berücksichtigt
i)	-
j)	Bei einer Besprechung im BMVIT am 23. April 2010 wurde durch einen Vertreter des IM dargelegt, dass am Netz des IM die Anzahl der Kreisbögen, welche das ORE B55/ RP 8 Kriterium $D > (R-50)/1,5$ überschreiten mit über 1600 erhoben wurde. Der IM kennt deren genaue Position, z.B. liegen 95 davon auf der Semmeringstrecke; dort gab es dank guter Schmierung seit 2003 nur eine einzige Entgleisung (2009).
k)	berücksichtigt
l)	berücksichtigt

Litera Stellungnahme:

Fachbereich Betrieb:

Abteilung IV/SCH5:

Zum betreffenden vorläufigen Untersuchungsbericht ergibt sich aus eisenbahn-betrieblicher Sicht nachfolgende Stellungnahme.

- m) 1. Redaktioneller Hinweis: Das Tzf 1116.059 wird im Punkt 3. des vorläufigen Untersuchungsberichtes mit der Selbstkontrollziffer 7 und im Punkt 9.2. mit der Selbstkontrollziffer 5 angegeben. Vermutlich wäre im Punkt 3. eine Richtigstellung erforderlich.
- n) 2. Im Punkt 6. des vorläufigen Untersuchungsberichtes wären die Schäden an den beteiligten Fahrzeugen aufzunehmen.
- o) 3. Im Punkt 7. des vorläufigen Untersuchungsberichtes wäre zu klären ob einerseits der Anrainer, der diesen Vorfall gemäß Punkt 5. gemeldet hat, aufzunehmen oder andererseits die Bezeichnung „Zeugen“ aus dem Titel des Punktes 7. zu streichen ist.
- p) 4. Der vorläufige Untersuchungsbericht samt den im Punkt 14. enthaltenen Sicherheitsempfehlungen werden zur Kenntnis genommen.

Fachbereich Bautechnik:

Abteilung IV/SCH5:

Aus eisenbahnbautechnischer Sicht ergeht folgende Einsichtsbemerkung:

- q) Die unter Punkt 5. angegebene Gesamtmasse der Wageneinheit von 29 t bzw. 11,8 t Ladung kann aus der Wiegetabelle (Abbildung 15) nicht abgeleitet werden.
- r) Die unter 9.8. dargestellte Gegenüberstellung der Verwindungsgrenzen (insbesondere Abbildungen 35 und 36) erscheint für diesen Vorfall nicht relevant, da der Bogen bzw. die ggst. Rampe im Entgleisungsbereich keine steilere Rampe als 1:400 aufwies (Referenz Abbildung 21 – Oberbaubefund).
- s) Zu 10.5 wird angemerkt, dass die am 22. April 2009 durchgeführte Nachmessung mit dem Oberbaumessfahrzeug EM80-NT (nicht Draisine, siehe Abbildung 25 Stellungnahme Gleislage ÖBB - Infrastruktur Betrieb AG – 3. Teil, Seite 24 des ggst. Berichts) durchgeführt wurde.
- t) Die Sicherheitsempfehlung 14.2. kann aus dem ggst. Ereignis nicht abgeleitet bzw. durch dieses nicht begründet werden, zumal das entgleiste Fahrzeug leichter war (48,9 t auf 4 Radsätze) als die Messfahrzeuge EM250 bzw. EM80. Zur Radsatzlast von Güterwagen bis 25 t wird angemerkt, dass dzt. auf dem österreichischen Schienennetz eine max. Radsatzlast von 22,5 zulässig ist. Die Sicherheitsempfehlung 14.2 ist daher in diesem Unfalluntersuchungsbericht zu streichen.
- u) zu 14.3.: Die Grenzwerte für die zulässigen Abweichungen von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen werden grundsätzlich als Absolutgrenzwerte angesehen (in Analogie zur alten B 52). Durch die Einhaltung dieses Grenzwertes wäre im ggst. Vorfall auch die ORE B55/RP8 Empfehlung für torsionsharte Wagen für den Bereich 1 ohne Maßnahmen eingehalten ($u_1 \leq (r - 100) / 2$). Eine Definition für ES und SES erscheint aber nicht zweckmäßig, zumal auch internationale Regelwerke dies nicht vorsehen (TSI, EN 13803-1).

Die Sicherheitsempfehlungen sind im Punkt 14 des Untersuchungsberichtes mit einer laufenden Jahresnummer enthalten.

Litera	Anmerkung
m)	berücksichtigt, richtiggestellt 93 81 1116 059-5
n)	berücksichtigt
o)	berücksichtigt
p)	-
q)	berücksichtigt
r)	-
s)	berücksichtigt
t)	berücksichtigt, gestrichen
u)	Gemäß Entwurf zur TSI CR INFRA, Punkt 4.2.9.4 wird eine SES für die Überhöhung definiert.

Litera Stellungnahme:

- v) zu 14.4.: Die Begründung „Bei den angewendeten SES werden die Bestimmungen des ORE B55/RP8 nicht eingehalten“ bezieht sich vermutlich auf die zulässige Gleisverwindung von 3,72 mm/m für die 9,0 m Basis, die bei dieser Entgleisung aber nicht überschritten wurde und somit hier nicht relevant ist!
- w) zu 14.5.: Diese Empfehlung wird nicht als Sicherheitsempfehlung sondern als Qualitätskriterium bzw. allgemeine Empfehlung angesehen, da die Schmierung der Fahrkante nicht zur Sicherstellung eines sicheren Betriebes herangezogen werden darf (Die Entgleisungssicherheit muss unabhängig der Fahrkantenschmierung durch Einhaltung von Grenzwerten sichergestellt sein).

Die Sicherheitsempfehlungen sind im Punkt 14 des Untersuchungsberichtes mit einer laufenden Jahresnummer enthalten.

Litera	Anmerkung
v)	Eine Nichtüberschreitung des SES der 9 m - und 16 m Verwindung kann nicht mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Eine Fehlerbehebung durch händisches Kraftstopfen von 9 m- und 16 m Verwindungen im Vergleich zu maschineller Fehlerbehebung wurden von Technikern des Instandhaltungsdienstes als problematisch beschrieben, bzw. wurde die Wirksamkeit als sehr kurzfristig eingestuft.
w)	Bei einer Besprechung im BMVIT am 23. April 2010 wurde durch einen Vertreter des IM dargelegt, dass am Netz des IM die Anzahl der Kreisbögen, welche das ORE B55/ RP 8 Kriterium $D > (R-50)/1,5$ überschreiten mit über 1600 erhoben wurde. Der IM kennt deren genaue Position, z.B. liegen 95 davon auf der Semmeringstrecke; dort gab es dank guter Schmierung seit 2003 nur eine einzige Entgleisung (2009).