



**a) ENTGLEISUNG DES  
ZUGES 47022 UND  
b) KOLLISION MIT ZUG 753**

**am 19. September 2009**

**Österreichische Bundesbahnen  
Strecke 10501  
Semmeringstrecke**

**BMVIT-795.174-IV/BAV/UUB/SCH/2009**

**BUNDESANSTALT FÜR VERKEHR  
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes  
Bereich 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 Kraftfahrgesetz 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 Tabellen.....	3
Verzeichnis der Abbildungen .....	3
Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe .....	5
Verzeichnis der Gutachten.....	5
Verzeichnis der Regelwerke .....	6
Verzeichnis der Regelwerke des IM/RU.....	6
Untersuchungsverfahren.....	6
Vorbemerkungen.....	7
Empfänger .....	7
1. Zusammenfassung.....	8
2. Allgemeine Angaben .....	9
2.1. Ort.....	9
2.2. Zeitpunkt.....	9
2.3. Witterung, Sichtverhältnisse .....	9
2.4. Behördenzuständigkeit .....	10
2.5. Örtliche Verhältnisse .....	10
2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt.....	11
2.7. Zulässige Geschwindigkeiten .....	12
2.7.1. Auszug aus VzG des IM .....	12
2.7.2. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 4260 des IM.....	13
2.7.3. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 400, Fahrplanmuster M 9281 des IM.....	14
2.7.4. Geschwindigkeitseinschränkung durch La.....	15
2.7.5. Geschwindigkeitseinschränkung durch schriftliche Befehle.....	15
2.7.6. Signalisierte Geschwindigkeit .....	15
3. Beschreibung des Vorfalles .....	15
4. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen .....	20
4.1. Verletzte Personen .....	20
4.2. Sachschäden an Infrastruktur .....	20
4.3. Sachschäden an Fahrzeugen .....	21
4.4. Schäden an Umwelt.....	21
4.5. Schadenssumme .....	21
4.6. Betriebsbehinderungen.....	21
5. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen.....	21
6. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse .....	21
6.1. Aussage Tfzf Z 47022 Zug-Tfz .....	21
6.2. Aussage Tfzf Z 47022 Nachschiebe-Tfz .....	22
6.3. Aussage Tfzf Z 753.....	22
6.4. Auswertung der Registriereinrichtungen der Tfz.....	22
6.5. Zugbildung .....	23
6.6. Daten des 5. Wagens (entgleist).....	26
6.7. Untersuchung beteiligten Wagens .....	27
6.8. Relevante Regelungen für die Übernahme von Güterwagen.....	27
6.9. Bedienung der E-Bremsen bei Z 47022.....	28
6.10. Relevante Regelwerke für die Gleislage – Quelle [2].....	31
6.10.1. TSI INF HS - Quelle [2].....	31
6.10.2. DB IS2-T1 – Quelle [2].....	32
6.10.3. EN 13848-1.....	38
6.10.4. EN 14363 – Quelle [2] .....	39
6.11. Untersuchung des Fahrweges .....	40
6.11.1. Überprüfung der Trassierungsmerkmale gemäß ORE B55/RP8 .....	41
6.11.2. Überprüfung der Gleislage unmittelbar nach dem Ereignis .....	43
6.11.3. Stellungnahme des Instandhalters der Infrastruktur – Quelle [1b] .....	44
6.12. Auswertung der ASCII Gleisdaten durch die UUB .....	46
6.13. Beurteilung der Gleislage durch [2].....	50
6.13.1. Beurteilung der zur Verfügung gestellten Daten .....	50
6.13.2. Kontrolle der Ortung (Stationierung) .....	51
6.13.3. Ergebnisse der Messung - Pfeilhöhe .....	52
6.13.4. Ergebnisse der Messung - Längshöhe .....	52
6.13.5. Ergebnisse Detailuntersuchungen Längshöhe lange Wellenlängen (EN 13838).....	53
6.13.6. Ergebnisse Querhöhe .....	54
6.13.7. Schmierzustand der Fahrkanten.....	54

6.13.8.	Ergebnisse der Messung – 3-m-, 9-m- und 16-m-Verwindung .....	54
6.13.9.	Ergebnisse der Messung – Gegenseitige Höhenlage .....	55
6.13.10.	Ergebnisse der Messung – Richtung .....	55
6.13.11.	Ergebnisse der Messung – Spurweite .....	56
6.13.12.	Ergebnisse der Schienenprofilmessung .....	56
6.14.	Stand der Technik Entgleisungsdetektion .....	58
6.14.1.	Zugbeobachtung – Quelle [2].....	58
6.14.2.	Grundsätze Entgleisungsdetektion – Quelle [2].....	59
6.14.3.	Fahrzeugseitige Entgleisungsdetektion – Quelle [2] .....	59
6.14.4.	Fahrwegseitige Entgleisungsdetektion – Quelle [2] .....	59
7.	Zusammenfassung der Erkenntnisse .....	62
7.1.	Traktionierung .....	62
7.2.	Beteiligte Fahrzeuge .....	62
7.3.	Zugbildung .....	62
7.4.	Fahrweg .....	62
7.5.	Regelwerke für die Gleisstandhaltung.....	63
8.	Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten.....	64
9.	Ursache.....	64
10.	Berücksichtigte Stellungnahmen .....	64
11.	Sicherheitsempfehlungen.....	64
	Beilage Auszug aus Gutachten .....	68
	Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen .....	78

## Verzeichnis der Tabellen

	Seite	
Tabelle 1	Grenzwerte für die Längshöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	33
Tabelle 2	Bandbreite für die Standardabweichung der Längshöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	33
Tabelle 3	Grenzwerte für die Querhöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	34
Tabelle 4	Grenzwerte für die Richtung – Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	34
Tabelle 5	Bandbreite für die Standardabweichung für die Richtung - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM.....	34
Tabelle 6	Grenzwerte für die gegenseitige Höhenlage - Auszug DB IS2-T1- Quelle IM.....	35
Tabelle 7	Grenzwerte für die Verwindung von der Null-Linie zum Spitzenwert - Auszug DB IS2-T1 und ORE B55/RP8 – Quelle IM und ORE .....	35
Tabelle 8	Grenzwerte für die Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert - Auszug DB IS2-T1“ Quelle IM .....	35
Tabelle 9	Grenzwerte für die Spurweite - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	36
Tabelle 10	Spurerweiterung - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM .....	37
Tabelle 11	Auszug EN 14363 - C.1 — Qualitätsniveau der Gleislage - Längshöhe – Quelle EN .....	39
Tabelle 12	Auszug EN 14363 - C.1 — Qualitätsniveau der Gleislage - Richtung – Quelle EN.....	40
Tabelle 13	Auszug Bestandsbogenverzeichnis Gleis 2 - Quelle [1].....	40
Tabelle 14	Auszug aus Entgleisungsbefund - Überhöhung und Spurweite- Quelle [1a].....	44
Tabelle 15	Standardabweichung der Längshöhe .....	49
Tabelle 16	Standardabweichung der Richtung.....	50
Tabelle 17	Vergleich mit den aus der EN 14363 festgelegten zulässigen Werten - Quelle [2].....	53

## Verzeichnis der Abbildungen

	Seite	
Abbildung 1	Skizze Eisenbahnlinien Österreich .....	9
Abbildung 2	Skizze Semmeringstrecke – Quelle UUB .....	10
Abbildung 3	Auszug 1 aus VzG des IM .....	12
Abbildung 4	Auszug 2 aus VzG des IM .....	12
Abbildung 5	Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 4260 des IM.....	13
Abbildung 6	Auszug aus Buchfahrplan, Heft 400, Fahrplanmuster M 9281 des IM.....	14
Abbildung 7	Erste Entgleisungsspuren km 100,360 - Quelle IM.....	15
Abbildung 8	Luftbild der Entgleisungsstelle - Quelle Land Niederösterreich .....	16
Abbildung 9	Lageskizze Bf Breitenstein km 97,574 - Quelle IM .....	16
Abbildung 10	Entgleisungsspuren Gleis 2 Bf Breitenstein - Quelle IM .....	17
Abbildung 11	Kollisionsspuren am Oberleitungsmast und am Portal Tunnel „Weinzettelfeld“ - Quelle IM .....	17
Abbildung 12	Schräglage des .5 Wagens im km 97,834 - Quelle IM.....	18
Abbildung 13	Streifspuren von Z 753 am 5. Wagen von Z 47022 - Quelle IM.....	18
Abbildung 14	Überpufferte Wagen (7. und 6. Wagen) - Quelle IM .....	19
Abbildung 15	Kollisionsspuren am Tfz Z 753 (vorne und mittig) - Quelle IM .....	19
Abbildung 16	Kollisionsspuren am Tfz Z 753 (hinten) und am 1. Reisezugwagen- Quelle IM.....	19

Abbildung 17	Lageskizze der entgleisten Wagen im Tunnel "Weinzettelfeld" - Quelle UUB .....	20
Abbildung 18	Schrägstellung des 5. Wagens- Quelle [2].....	20
Abbildung 19	Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz 1116 055-3 .....	22
Abbildung 20	5. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle RU .....	23
Abbildung 21	6. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle RU .....	23
Abbildung 22	6. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM .....	24
Abbildung 23	7. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM .....	24
Abbildung 24	10. und 9. Wagen - trockene Pufferteller - Quelle IM.....	24
Abbildung 25	19. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM .....	25
Abbildung 26	21. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM .....	25
Abbildung 27	Wagenanschrift des 5. Wagens - Quelle UUB .....	26
Abbildung 28	Auszug aus Typenplan des 5. Wagens - Quelle RU – DB 520 .....	26
Abbildung 29	Auszug AVV, Anlage 9, Anhang 1 - Quelle AVV.....	27
Abbildung 30	Näherungsweise Berechnung der erforderlichen Bremskraft - Quelle UUB .....	28
Abbildung 31	Analyse Bremsbedienung am führenden Tfz - Quelle UUB.....	29
Abbildung 32	Schematische Darstellung der Kräfteinwirkung auf Z 47022 .....	30
Abbildung 33	Darstellung der ES/SES der Verwindung Mittelwert zu Spitzenwert (DB IS2-T1) - Quelle IM .....	36
Abbildung 34	Gleisverwindung Auswerteverfahren gemäß EN 13848-1 Bild 7 .....	38
Abbildung 35	Trassierungsmerkmale gemäß ORE B55/RP8 - Quelle [2].....	42
Abbildung 36	Auszug aus Entgleisungsbefund – Pfeilhöhe (Messung der Bogenkrümmung) - Quelle [1a] .....	43
Abbildung 37	Skizze – Zusammenhang Pfeilhöhe Bogenradius - Quelle UUB .....	43
Abbildung 38	Überprüfung der Gleislage unmittelbar nach dem Ereignis - Quelle [1].....	44
Abbildung 39	Auszug Entgleisungsbefund – „Sachverhalt“ - Quelle [1b].....	44
Abbildung 40	Auszug Entgleisungsbefund – „Datengrundlage seitens Gleislagemessung“ - Quelle [1b] .....	44
Abbildung 41	Auszug Entgleisungsbefund – „Beurteilung der Gleislage gemäß Instandhaltungsplan DB-IS 2“ - Quelle [1b].....	45
Abbildung 42	Gleislagemessschrieb vom 06. August 2009 - Quelle [1b] .....	45
Abbildung 43	Auszug Entgleisungsbefund – „Einzelfehler-Bericht von der Messung am 06. August 2009“ – Quelle [1b].....	45
Abbildung 44	Foto der Entgleisungsstelle aufgenommen bei der Messfahrt am 06. August 2009 - Quelle [1b].....	46
Abbildung 45	Gleisdaten - Pfeilhöhe .....	47
Abbildung 46	Gleisdaten - Überhöhung.....	47
Abbildung 47	Gleisdaten - Längshöhen.....	47
Abbildung 48	Gleisdaten - Querhöhe .....	48
Abbildung 49	Gleisdaten - Spurweite .....	48
Abbildung 50	Gleisdaten - Richtung .....	48
Abbildung 51	Gleisdaten – 3-m-Verwindung .....	49
Abbildung 52	Gleisdaten – 9-m-Verwindung .....	49
Abbildung 53	Gleisdaten – 16-m-Verwindung .....	49
Abbildung 54	Gleislagemessschrieb vom 22. April 2009 - Quelle IM .....	50
Abbildung 55	Überhöhung - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben – Quelle [2].....	51
Abbildung 56	Spurweite - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2].....	51
Abbildung 57	Pfeilhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2].....	52
Abbildung 58	Pfeilhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2].....	52
Abbildung 59	Querhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2].....	54
Abbildung 60	Gegenseitige Höhenlage - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2] .....	55
Abbildung 61	Richtung - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2] .....	55
Abbildung 62	Spurweite - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2].....	56
Abbildung 63	Schienenprofile im Bereich der Entgleisungsstelle 1 - Quelle IM.....	57
Abbildung 64	Schienenprofile im Bereich der Entgleisungsstelle 2 - Quelle IM.....	58
Abbildung 65	Fahrzeugseitiger Entgleisungsdetektor - Quelle Knorr Bremse .....	59
Abbildung 66	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Argos Systems.....	60
Abbildung 67	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Safetrain.....	60
Abbildung 68	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Thales .....	60
Abbildung 69	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Vossloh America.....	61
Abbildung 70	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Inspired Systems .....	61
Abbildung 71	Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Safety Board of Canada.....	61
Abbildung 72	Zusammenhang Nulllinie - Mittelwert – Spitzenwert der Gleisverwindung – Quelle EN 13848-1 .....	63

## Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe

AS	Aufmerksamkeitsschwelle
AVS	Ausfahrsvorsignal
BAV	Bundesanstalt für Verkehr
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Bf	Bahnhof
Bh	Bremshundertstel
Bsb	Betriebsstellenbeschreibung
DB	Dienstbehef
DV	Dienstvorschrift
E-Bremse	Elektrodynamische Bremse des Tfz
ES	Eingriffsschwelle
Fdl	Fahrdienstleiter
Hbf	Hauptbahnhof
HLL	Hauptluftleitung
Hst	Haltestelle
IM	Infrastruktur Manager (Infrastrukturbetreiber)
La	Übersicht über Langsamfahrstellen und Besonderheiten
NSA	National Safety Authority (Nationale Eisenbahn-Sicherheitsbehörde)
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ÖIH	Österreichischer Instandhalter
ORE	Forschungs- und Versuchsamt der UIC
PZB	Punkt förmige Zugbeeinflussung
QN	Qualitätsniveau
RIV	Übereinkommen über den Austausch und die Benutzung von Güterwagen zwischen Eisenbahnverkehrsunternehmen
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
SES	Soforteingriffsschwelle
Tfz	Triebfahrzeug
Nachschiebe-Tfz	ein oder mehrere Tfz am Zugschluss, bei Fahrten im Gefälle wird ein Teil der erforderlichen Bremskraft aufgebracht
Zug-Tfz	1. Tfz vor dem Wagenzug, im gegenständlichen Fall auch das führende Tfz
Tfzf	Triebfahrzeugführer
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
Tfz	Triebfahrzeug
Tfzf	Triebfahrzeugführer
UUB	Unfalluntersuchungsstelle des Bundes, Fachbereich Schiene
VK	Vehicle Keeper (Fahrzeughalter)
VzG	Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten
Z	Zug
Zvbf	Zentralverschiebebahn

## Verzeichnis der Gutachten

[2] Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 47022 zwischen Bf Semmering und Bf Breitenstein am 19. September 2009 erstellt durch den allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Dipl.-Ing. Johannes Stephanides

## Verzeichnis der Regelwerke

RL 2004/49/EG	„Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“
TSI „Güterwagen“	Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge - Güterwagen“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems
TSI OPE	Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“ des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems
TSI INF HS	Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des Transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems
TSI INF CR	Technische Spezifikation für die Interoperabilität des Teilsystems „Infrastruktur“ des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems
EisbG	Eisenbahngesetz 1957, BGBl. Nr. 60/1957, i. d. F. BGBl. I, Nr. 95/2009
UUG	Unfalluntersuchungsgesetz 2005, BGBl. I, Nr. 123/2005
MeldeVO Eisb	Meldeverordnung Eisenbahn 2006, BGBl. II, Nr. 279/2006
EisbBBV	Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung, BGBl. II, Nr. 398/2008
EN 14363	Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche — Ausgabe vom 2005-06-01 - Ausgabe als ÖNORM 2010-03-01
EN 13848	Bahnanwendungen — Oberbau — Gleislagequalität, Teil 1 bis 5

## Verzeichnis der Regelwerke des IM/RU

AVV	Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen
DV V2	Signalvorschrift des IM
DV V3	Betriebsvorschrift des IM
DV M 22	Dienst auf Tfz
ZSB	Zusatzbestimmungen zur Signal- und zur Betriebsvorschrift des IM
DB 520	Güterwagen Daten und Details
DB 822 1016-1116	Bedienungsanleitung für Tfz Reihe 1016 / 1116 .....
DB 822 1142	Fahrzeugbeschreibung für Tfz Reihe 1142
DB 822 1044	Fahrzeugbeschreibung für Tfz Reihe 1044
DV B52	Oberbau – Technische Grundsätze – Dezember 2006
DB IS2-T1	Dienstbehelf IS 2 Instandhaltungsplan - Teil 1 Oberbauanlagen, Ausgabe 1. Juni 2009
DB IS2-T1-2007	Dienstbehelf IS 2 Instandhaltungsplan - Teil 1 Oberbauanlagen, Ausgabe 1. September 2007
DB IS2-T1-2010	Dienstbehelf IS 2 Instandhaltungsplan - Teil 1 Oberbauanlagen, Ausgabe 1. Juni 2010
ORE B55/RP8	Entgleisungssicherheit von Güterwagen – Schlussbericht Bedingungen für das Befahren von Gleisverwindungen – April 1983

## Untersuchungsverfahren

Der Untersuchungsbericht stützt sich auf folgende Aktionen der UUB:

- Untersuchung vor Ort am Ereignistag am 20. September 2009 und am Folgetag
- Bewertung der zur Verfügung gestellten Fotos und Unterlagen
- Bewertung der eingelangten Unterlagen:
  - **[1]** Untersuchungsakt des IM eingelangt am 17. Mai 2010
    - **[1a]** Entgleisungsbefund vom 23. September 2009
    - **[1b]** Gleislagebefund vom 7. September 2009
  - **[2]** Gutachten des gerichtlich beeideten und zertifizierten Sachverständigen Dipl.-Ing. Johannes Stephanides, eingelangt am 12. September 2011
- Allfällige Rückfragen wurden bis 28. November 2011 beantwortet



## Vorbemerkungen

Die Untersuchung wurde unter Zugrundelegung der Bestimmungen des Art 19 Z 2 der RL 2004/49/EG in Verbindung mit den Bestimmungen des § 2 Abs 4 UUG durchgeführt.

Gemäß § 5 UUG 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. Der gegenständliche Vorfall wird nach einem Stellungnahmeverfahren mit einem Untersuchungsbericht abgeschlossen.

Gemäß Art 25 Z 2 der RL 2004/49/EG werden Sicherheitsempfehlungen 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.

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 (siehe Art 25 Z 3 der RL 2004/49/EG).

## Empfänger

Dieser Untersuchungsbericht ergeht an:

<b>Unternehmen / Stelle</b>	<b>Funktion</b>
Tfzf Z 47022	Beteiligter
Tfzf Z 753	Beteiligter
ÖBB-Infrastruktur AG	IM
Rail Cargo Austria AG	RU
ÖBB-Personenverkehr AG	RU
PKP Cargo S.A.	VK Güterwagen
ÖBB-Produktion GmbH	VK Tfz und Traktionsleister
ÖBB-Konzernbetriebsrat	Personalvertreter
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	Oberste Eisenbahnbehörde
BMWFJ-Clusterbibliothek	Europäisches Dokumentationszentrum

## 1. Zusammenfassung

Am 19. September 2009, um 20:03 Uhr, entgleiste bei der Talfahrt des Z 47022 auf der Semmeringstrecke zwischen Bf Semmering und Bf Breitenstein, ca. im km 100,360, der 5. Wagen (Type Fals). Die Entgleisung blieb vorerst unbemerkt und der entgleiste Wagen wurde weiter zum Bf Breitenstein gezogen.

Nach einer Zwangsbremmung, bedingt durch das Auftrennen der HLL, kam Z 47022 mit der Zugspitze im Tunnel „Weinzettelfeld“ (in Fahrtrichtung nach Bf Breitenstein) zum Stillstand. Der entgleiste 5. Wagen war dabei mit dem 4. Wagen überpuffert und stand in starker Schräglage teilweise im lichten Raum des benachbarten Gleis 1. Nach Stillstand des Z 47022 auf Gleis 2 erfolgte eine Begegnung mit dem auf Gleis 1 in Gegenrichtung fahrenden Z 753. Dabei kollidierte (streifte) das Tfz des Z 753 um 20:08 Uhr mit dem 5. Wagen des Z 47022.

Es entstand erheblicher Sachschaden an der Infrastruktur und an den entgleisten Güterwagen. Z 753 wurde durch die Kollision geringfügig beschädigt. Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

Als Ursache der Entgleisung sind eine mangelhafte Pufferschmierung und Gleislagefehler anzusehen.

### **Summary**

*On 19<sup>th</sup> September 2009, at 20:03 o'clock, train 47022 derailed on the downward journey of the on the Semmering route between station Semmering and station Breitenstein, approximately in km 100,360 with the 5<sup>th</sup> wagon (type Fals). The derailment was initially unnoticed and the derailed wagon was pulled further to station Breitenstein.*

*After an emergency brake caused by the separation of the main brake pipe, the front of train 47022 stopped in the tunnel "Weinzettelfeld" (in the direction of traffic behind station Breitenstein). The 5<sup>th</sup> wagon (derailed), with overridden buffers to the 4<sup>th</sup> wagon, partly stood with a strong inclination in the clearance gauge from track 1. After the stop of train 47022 on track 2, train 753 passed on track 1 in the opposite direction. Thereby collided (striped) the locomotive of the train 753 with the 5<sup>th</sup> wagon of the train 47022 at 20:08 O'clock.*

*There was considerable damage to infrastructure and the derailed wagons. Train 753 was lightly damaged by the collision.*

*There were no persons injured or killed.*

*The cause of the derailment was a lack of lubrication of the buffers and track displacement.*



## 2. Allgemeine Angaben

### 2.1. Ort

IM ÖBB Infrastruktur AG

- Strecke 10501 von Wien Südbf nach Staatsgrenze nächst Spielfeld-Straß (Sentilj)
- a) Entgleisungsstelle zwischen Bf Semmering und Bf Breitenstein
  - Gleis 2
  - km 100,360
- b) Kollisionsstelle zwischen Bf Breitenstein und Bf Eichberg
  - Gleis 1
  - km 96,833

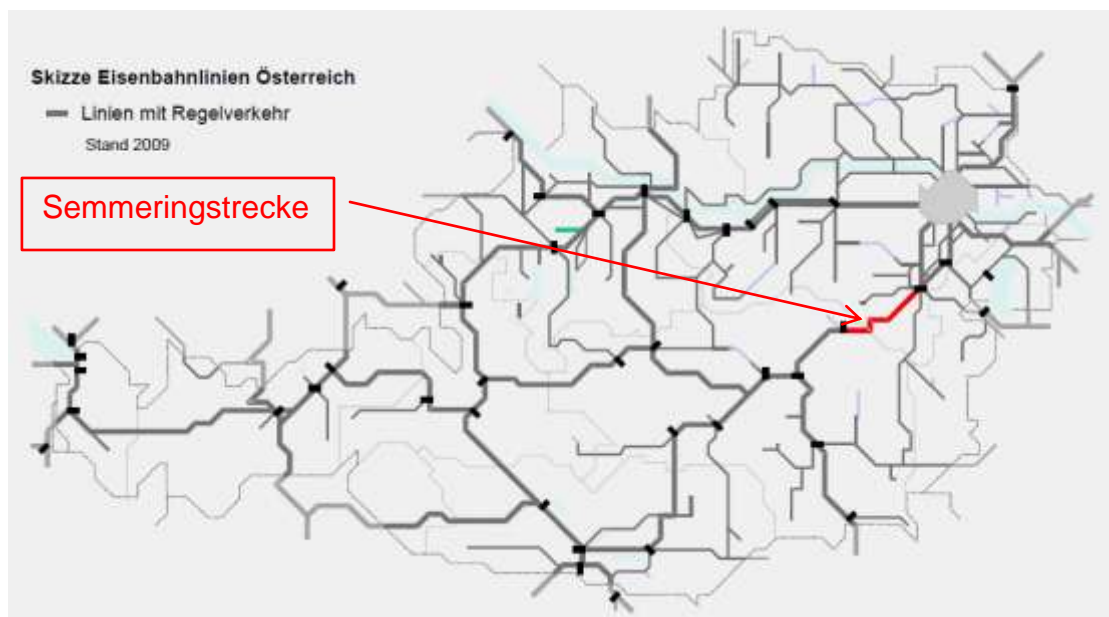


Abbildung 1 Skizze Eisenbahnlinien Österreich

### 2.2. Zeitpunkt

Samstag, 19. September 2009,

- a) 20:03 Uhr
- b) 20:08 Uhr

### 2.3. Witterung, Sichtverhältnisse

heiter, + 12 °C, Dunkelheit, keine witterungsbedingte Einschränkung der Sichtverhältnisse.

## 2.4. Behördenzuständigkeit

Die zuständige Eisenbahnbehörde ist die Oberste Eisenbahnbehörde im BMVIT..

## 2.5. Örtliche Verhältnisse

Die Strecke ist eine zweigleisige, elektrifizierte Normalspurstrecke (15 kV 16,7 Hz). Die Betriebsabwicklung erfolgt gemäß den Bestimmungen und Vorgaben der Regelwerke des IM.

Der Streckenabschnitt zwischen Bf Payerbach-Reichenau und Bf Semmering wird vom Bf Semmering fernbedient.

Im betroffenen Streckenabschnitt liegen besondere Trassierungsverhältnisse vor (Steilstrecke mit Radien bis 172 m und Neigungen bis 28 ‰).

Das durchschnittliche Gefälle zwischen Bf Semmering und Bf Payerbach-Reichenau beträgt 18 ‰.

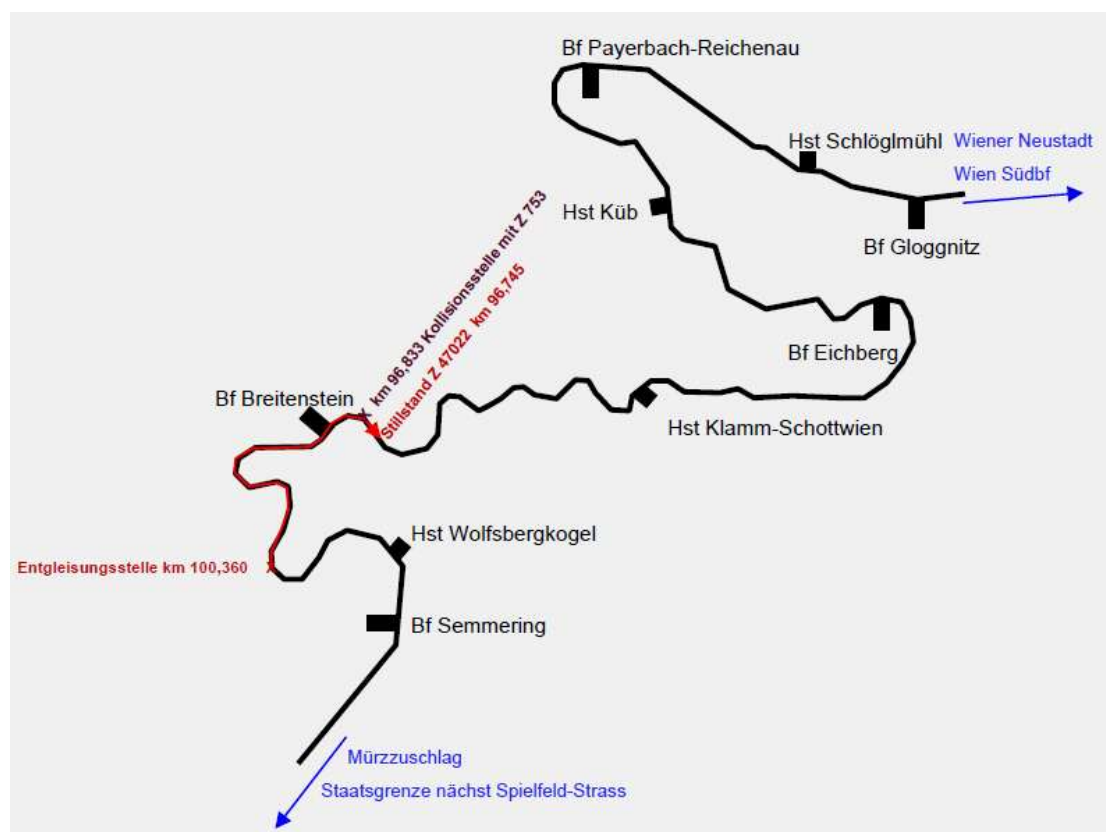


Abbildung 2 Skizze Semmeringstrecke – Quelle UUB

## 2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt

### **LGAG 47022** (Leerwagenganzzug des RU ÖBB Rail Cargo Austria AG)

#### Zuglauf:

von Bf Leoben Donawitz über Bf Breclav (CZ) nach Chalupki (PL)

#### Zusammensetzung:

- Tfz 1116 055-3
- 34 Güterwagen Type Fals oder Falns
- Nachschiebe-Tfz 1144 284-5 und Tfz 1142 611-1 vielfachgesteuert
- 1149 t Gesamtmasse
- 517,6 m Gesamtzuglänge
- Z 47022 verkehrt gemäß Buchfahrplan Heft 401, Muster 4260  
 $v_{\max} = 100 \text{ km/h}$   
Bremsleistung erforderlich 68 %
- Bremsleistung vorhanden 99 %
- Durchgehend und ausreichend gebremst

### **O-IC 753** (InterCity-Zug des RU ÖBB Personenverkehr AG)

#### Zuglauf:

von Wien Südbf nach Graz Hbf

#### Zusammensetzung:

- Tfz 1142 665-7
- 6 Reisezugwagen
- 403 t Gesamtmasse
- 174 m Gesamtzuglänge
- Z 753 verkehrt gemäß Buchfahrplan Heft 400, Muster 9281  
 $v_{\max} = 140 \text{ km/h}$   
Bremsleistung erforderlich 128 %
- Bremsleistung vorhanden 196 %
- Durchgehend und ausreichend gebremst

## 2.7. Zulässige Geschwindigkeiten

### 2.7.1. Auszug aus VzG des IM

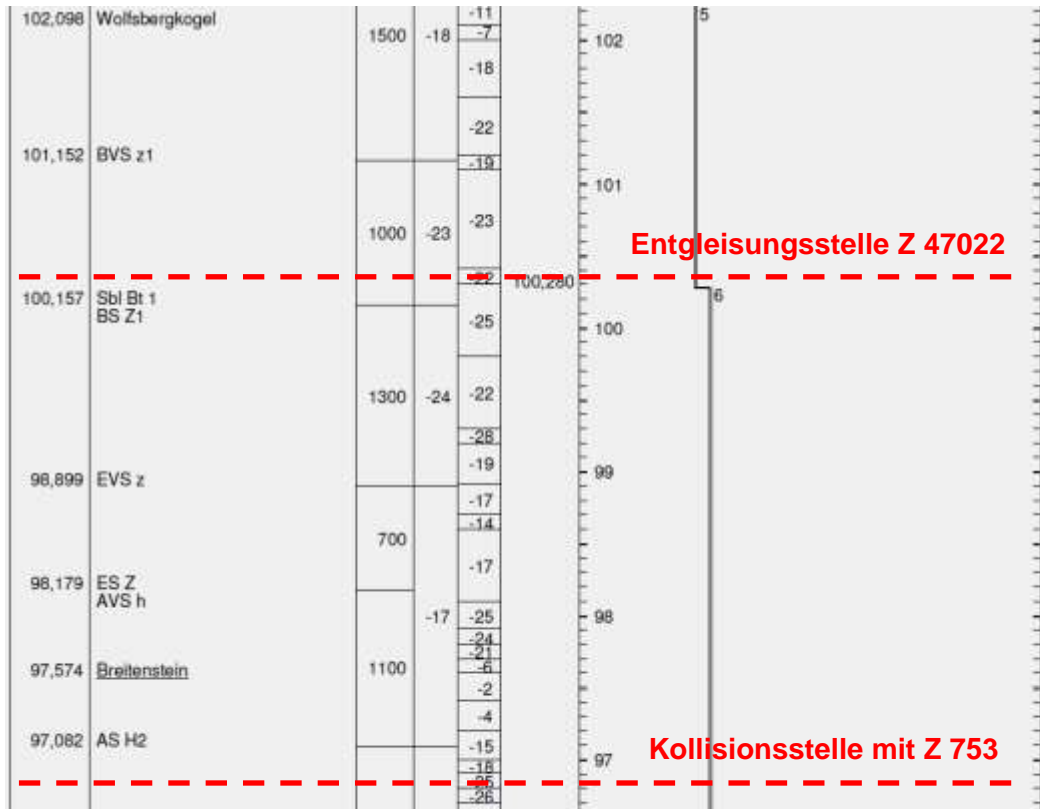


Abbildung 3 Auszug 1 aus VzG des IM

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt beträgt auf Gleis 2 in Fahrtrichtung Z 47022 gemäß VzG 50 km/h und anschließend 60 km/h.

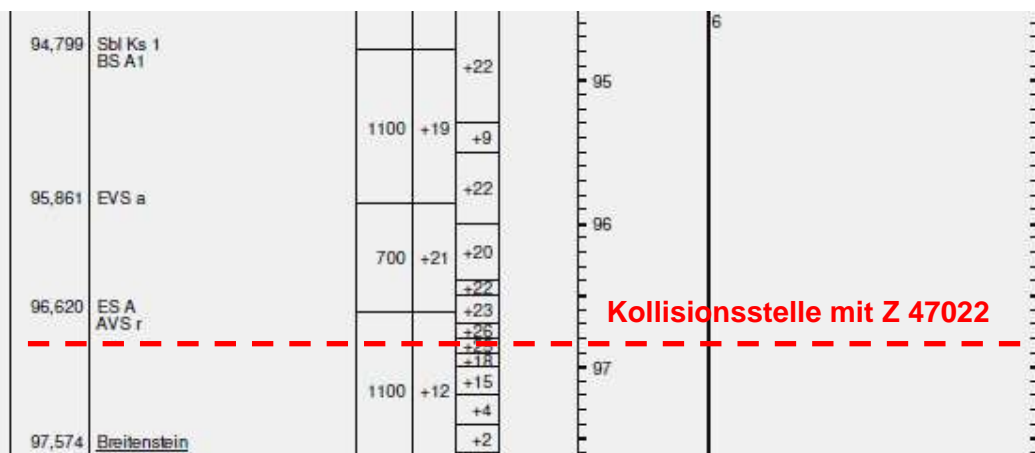


Abbildung 4 Auszug 2 aus VzG des IM

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt beträgt auf Gleis 1 in Fahrtrichtung Z 753 gemäß VzG 60 km/h.

2.7.2. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 4260 des IM

**BB**  
Infrastruktur Betrieb

## BUCHFAHRPLAN

### Heft 401

Hierzu gehören die Beilage 702  
und die Bildfahrpläne  
120, 400, 410, 700, 710, 750 und 760

Gültig vom 14. Dezember 2008 bis  
einschließlich 12. Dezember 2009

Der Buchfahrplan enthält  
nP-Fahrpläne  
der Strecken

**Stadlau - Wien Matzleinsdorf - Leobersdorf(Wittmannsdorf) -  
Wr. Neustadt Hbf - Mürzzuschlag  
Stadlau - Wien Zvbf - Gramatneusiedl -  
Wr. Neustadt Hbf - Mürzzuschlag**

**Mürzzuschlag-Güterbf (in Mz)-W. Matzleinsdorf (in Mat)**

BT 426 a Mzg-Mi Bh = 68%  
714 b Kl-Mat Bh = 22%

Vmax = 100 km/h ⚡  
Bhmax = 68% ⚡

Zug Nr.	Abfahr.	Ankunft	Verkehrt nach:	Heft Seite	Ankunft	sonstige Besonderheiten
ATGZ 42002	17.48	4280		32	20.16	1/1
LGAG 46726	21.36	4280		32	23.45	1/1
LGAG 46734	15.18	4280		32	17.16	1/1
LGAG 46742	7.25	4280		32	10.15	1/1
LGAG 46746	17.57	4280		32	20.16	1/1
GAG 46758	18.22	4280		32	20.46	1/1
GAG 46778	14.56	4742		78	17.34	1/1
LGAG 47022	18.18	4280		32	21.45	1/1
LGAG 48146	8.06	4280		32	8.00	1/1
ATGZ 58172	15.18	4280		32	17.19	1/1
ATGZ 58174	15.18	4280		32	17.19	1/1

**Mürzzuschlag-Güterbf (in Mz)-Kledering (in Zur)**

BT 426 b Mzg-Nb Bh = 68%  
483 a Kl-Nb Bh = 64%  
587 a Mz-Gr Bh = 65%  
473 a Gr-Gr Bh = 56%

Vmax = 100 km/h ⚡  
Bhmax = 68% ⚡

TERF 42070	13.25	5874		112	15.16	1/1
------------	-------	------	--	-----	-------	-----

**Muster 4260** nP

BT 426 c Mzg-Mi Bh = 68%  
714 b Mi-Ze Bh = 53%

**M 4260**

Vmax = 100 km/h  
Bhmax = 68%  
- ZF A - 62 -

4	5	6	1	2	3
		0.00	80	116.1	<b>Mürzzuschlag-Gbf</b> (in Mz) C-28
		05		113.6	Sbl Sps 1
				110.5	<b>Spital am Sem.</b>
				107.7	Steinhaus
				107.7	Sbl Sem 1
		11	65	105.2	<b>Semmering</b> C-31
				103.4	
				103.0	
			50	102.1	Wolfsbergkogel
				100.3	Sbl Bt 1
		18	60	97.6	<b>Breitenstein</b>
				95.1	Sbl Ks 1
		24		92.3	<b>Klamm-Schottw.</b>
				91.8	
			70	90.7	Sbl Eib 1
				88.8	
		28	60	88.2	<b>Eichberg</b>

Abbildung 5 Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 4260 des IM

Die zulässige Geschwindigkeit für Z 47022 laut Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 4260 des IM beträgt im Bereich der Entgleisungsstelle 50 km/h.

2.7.3. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 400, Fahrplanmuster M 9281 des IM

# BUCHFAHRPLAN

## Heft 400

Hiezu gehören die Beilagen 850 und 851  
und die Bildfahrpläne  
400, 410, 700 und 710

**Gültig vom 14. Dezember 2008 bis  
einschließlich 12. Dezember 2009**

Der Buchfahrplan enthält  
**P - Fahrpläne**  
der Strecken

**Wien Südbf - Liesing/Achau/Gramatneusiedl -  
Wr. Neustadt Hbf - Mürzzuschlag**

Wien Südbf (in Wbo)-Mürzzuschlag (in Mz)					
BT 28 a					
Vmax = 140 km/h ⚡ Bhmax = 128 % ⚡					
Zug Nr.	Abfahrt	Muster	Heft Seite	Ankunft	sonstige Besonderheiten
EC	159	15.56	9281	37	17.29 P
O-EC	253	5.56	9281	37	7.29 P
O-EC	255	9.56	9281	37	11.29 P
O-IC	257	11.56	9281	37	13.29 P
O-IC	259	13.56	9281	37	15.29 P
O-IC	553	6.56	9281	37	8.29 P
O-IC	555	8.56	9281	37	10.29 P
O-IC	559	10.56	9281	37	12.29 P
O-IC	653	12.56	9281	37	14.29 P
O-IC	657	14.56	9281	37	16.29 P
O-EC	751	17.56	9281	37	19.29 P
O-IC	753	18.56	9281	37	20.29 P
O-IC	755	19.56	9281	37	21.29 P
O-IC	757	20.56	9281	37	22.29 P

Wr. Neustadt Hbf (in Nb)-Wien Südbf (in Wbo)					
BT 28 c					
Vmax = 140 km/h ⚡ Bhmax = 133 % ⚡					
REX	Abfahrt	Muster	Heft Seite	Ankunft	sonstige Besonderheiten
REX	2702	5.47	9286	51	6.23 P
REX	2704	6.47	9286	51	7.23 P

# Muster 9281 <sup>P</sup>

BT 28 a Wb-Mz

# M 9281

Vmax = 140 km/h  
 Bhmax = 128%  
 - ZF A - 62 -

4	5	6	1	2	3
		01	60	91.8	<b>Klamm-Schottw.</b> Sbl Ks 1 <span style="color: red;">Kollisionsstelle</span> <b>Breitenstein</b> Sbl Bt 1
		07	50	92.3	
			15	94.8	
				97.6	
				99.9	Wolfsbergkogel <b>Semmering</b> C-31
				100.2	
				102.1	
				103.4	
				103.7	

Abbildung 6 Auszug aus Buchfahrplan, Heft 400, Fahrplanmuster M 9281 des IM

Die zulässige Geschwindigkeit für Z 753 laut Buchfahrplan, Heft 400, Fahrplanmuster M 9281 des IM beträgt im Bereich der Kollisionsstelle 60 km/h.



#### 2.7.4. Geschwindigkeitseinschränkung durch La

Gemäß La Süd Laufende Nummer 18/2009 Teil 1 / 2 des IM gab es im betroffenen Streckenabschnitt keine Einschränkung der Geschwindigkeit.

#### 2.7.5. Geschwindigkeitseinschränkung durch schriftliche Befehle

Schriftliche Befehle bezüglich Geschwindigkeitseinschränkungen wurden der UUB nicht vorgelegt.

#### 2.7.6. Signalisierte Geschwindigkeit

Nicht relevant, da auf freier Strecke.

### 3. Beschreibung des Vorfalles

Samstag, den 19. September 2009, um 20:03 Uhr entgleiste bei der Fahrt des Z 47022 (Talfahrt) im Bereich der Strecke zwischen Bf Semmering und Bf Breitenstein, in einem in Fahrtrichtung befindlichen Rechtsbogen, im km 100,360, der 5. Wagen im Zugverband (leerer Güterwagen Type Fals 31 51 665 5 238-2) in Fahrtrichtung nach links.



Abbildung 7 Erste Entgleisungsspuren km 100,360 - Quelle IM



Abbildung 8 Luftbild der Entgleisungsstelle - Quelle Land Niederösterreich

Die Entgleisung blieb vorerst vom Tzfz unbemerkt. In weiterer Folge kam es zur Entgleisung des vorlaufenden Drehgestell des 6. Wagens (leerer Fals 31 51 665 4 805-9) nach links.

Z 47022 fuhr mit den entgleisten Wagen noch ca. 3530 m. Dabei wurden die Viadukte „Kalte Rinne“ (l = 184, m, h = 46 m) und „Krausel-Klause“ (l = 87 m, h = 36 m) befahren, kollidierte in Fahrtrichtung nach links entgleist mit den Portalen der Tunnel „Polleruswand“ (km 98,670) und „Kleiner-Krausel“ (km 98,160), fuhr durch den Bf Breitenstein (km 97,574) unmittelbar neben dem Personenbahnsteig, kollidierte mit einem Oberleitungsmast im Bf Breitenstein und mit dem Portal des Tunnels „Weinzettelfeld“ (km 96,935).

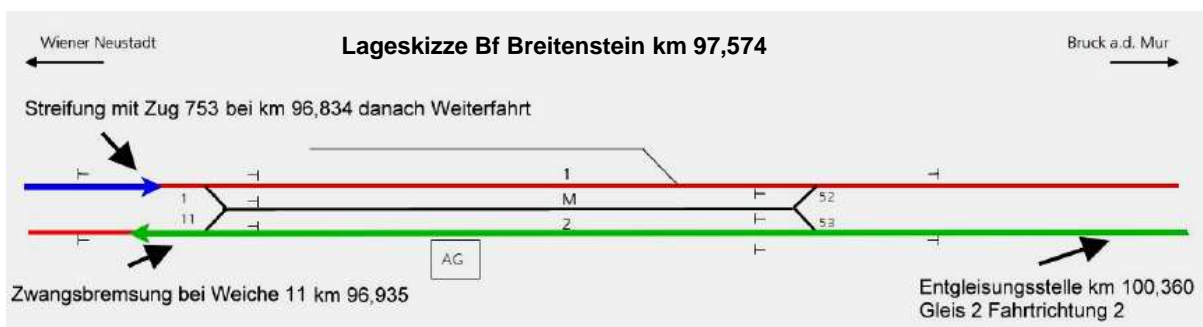
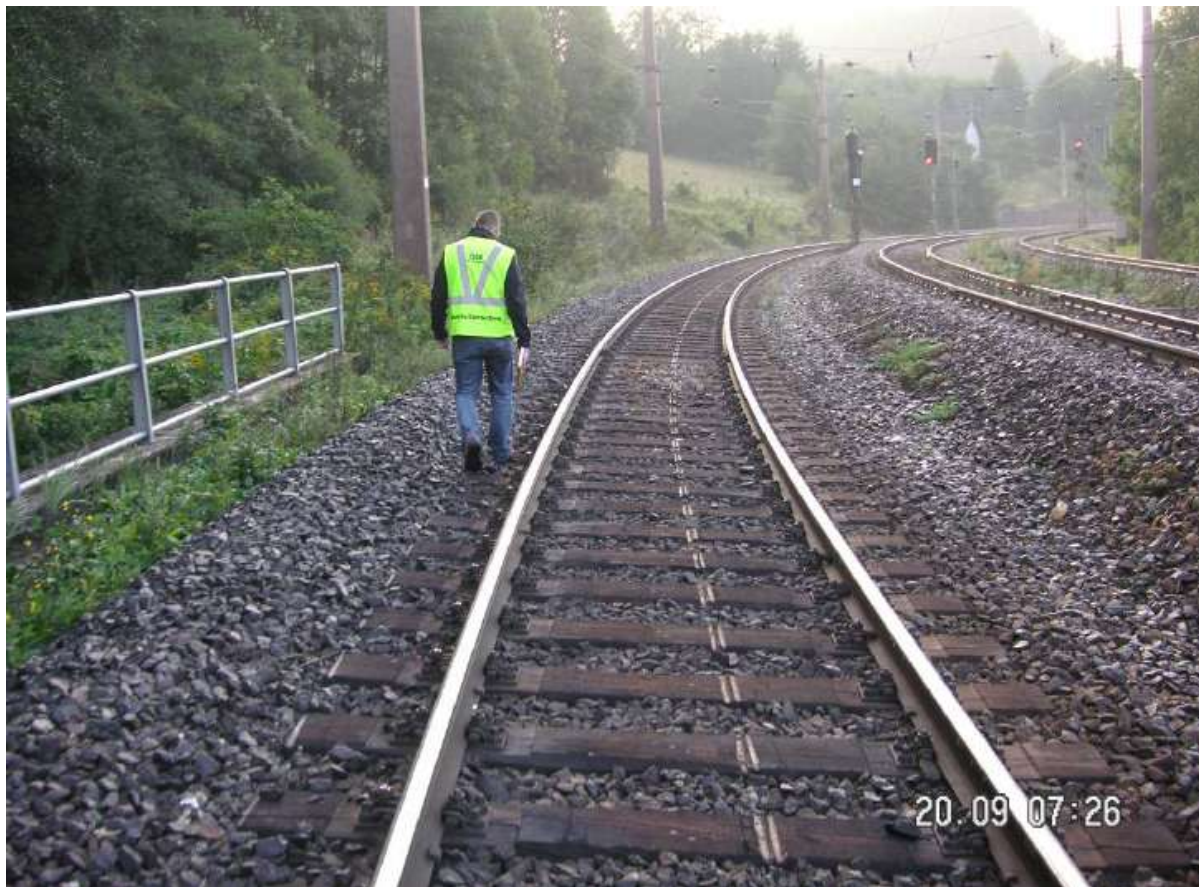


Abbildung 9 Lageskizze Bf Breitenstein km 97,574 - Quelle IM





**Abbildung 10 Entgleisungsspuren Gleis 2 Bf Breitenstein - Quelle IM**



**Abbildung 11 Kollisionsspuren am Oberleitungsmast und am Portal Tunnel „Weinzettelfeld“ - Quelle IM**

Durch das Auftrennen der HLL zwischen dem 4. und 5. Wagen kam es zu einer Zwangsbremmung und zum Stillstand von Z 47022. Aufgrund der dabei auftretenden Längskräfte wurde der Zug gestaucht und es kam zu Überpufferungen. Beim entgleisten 5. Wagen trennte sich das Drehgestell vom Fahrzeugkasten und verschob sich seitlich in Richtung Tunnelwand. Dadurch kam es im km 96,833 zu einer Schräglage des Fahrzeugaufbaues in den lichten Raum des Gleises 1.





Der 4. und 5. sowie der 6. und 7. Wagen waren überpuffert.



Abbildung 14 Überpufferte Wagen (7. und 6. Wagen) - Quelle IM



Abbildung 15 Kollisionsspuren am Tzf Z 753 (vorne und mittig) - Quelle IM



Abbildung 16 Kollisionsspuren am Tzf Z 753 (hinten) und am 1. Reisezugwagen- Quelle IM

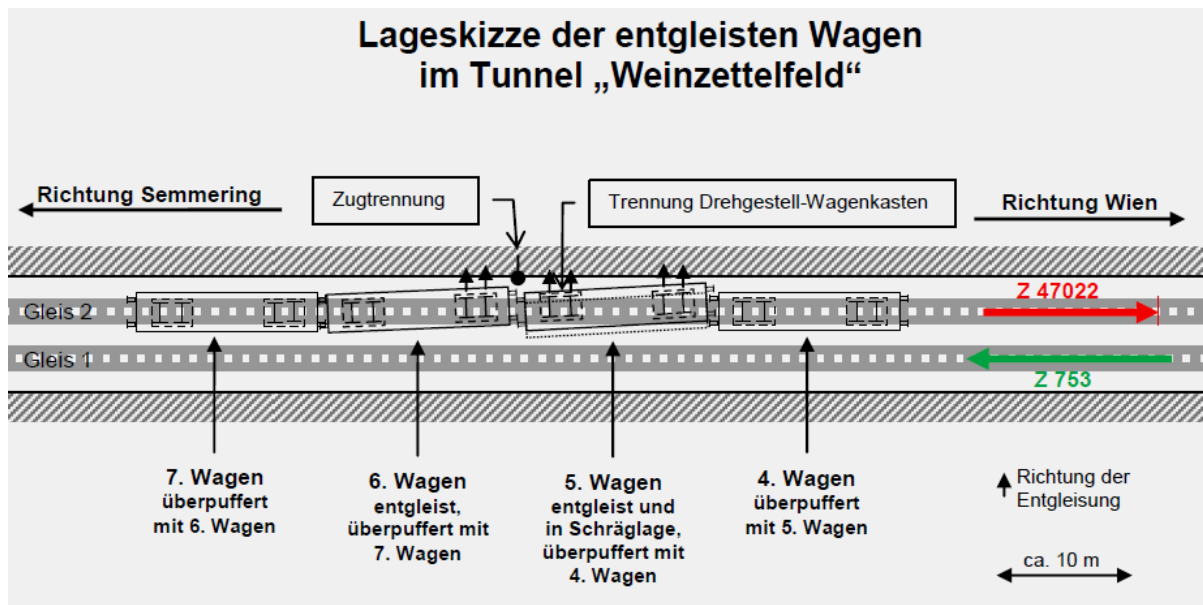
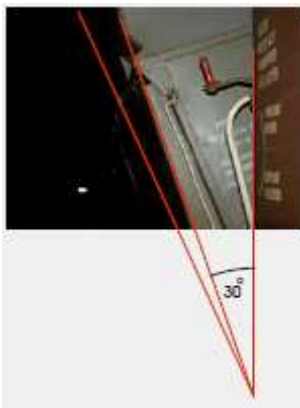


Abbildung 17 Lageskizze der entgleisten Wagen im Tunnel "Weinzettelfeld" - Quelle UUB



Beurteilung der Schrägstellung durch [2]:

Auf Grund der Abbildung ist ersichtlich, dass bei nur einer geringen Erhöhung des Winkels (5°) des 5. Wagens dieser in den lichten Raum des Nachbargleises derart hineinragt, dass es mit dem Tfz von Z 753 zu einer frontalen Kollision im Tunnel „Weinzettelfeld“ kommt.

Bei einer weiteren Erhöhung des Winkels um 5° ist ein Kippen des gesamten Wagens nicht auszuschließen.

Abbildung 18 Schrägstellung des 5. Wagens- Quelle [2]

## 4. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen

### 4.1. Verletzte Personen

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

### 4.2. Sachschäden an Infrastruktur

Ca. 3,5 km Oberbau zum Teil schwer beschädigt

Schäden an Oberleitung, sicherungstechnischen Einrichtungen und Tunnelportalen



#### 4.3. Sachschäden an Fahrzeugen

Vier Güterwagen zum Teil stark beschädigt  
Ein Tfz leicht beschädigt  
Ein Reisezugwagen leicht beschädigt

#### 4.4. Schäden an Umwelt

Keine Schäden

#### 4.5. Schadenssumme

Gesamt ca. € 500 000,-

#### 4.6. Betriebsbehinderungen

Streckenunterbrechung bis 20. September 2009, 06:48 Uhr.

### 5. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen

- IM ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG
- RU Rail Cargo Austria AG
- RU ÖBB Personenverkehr AG
- VK Güterwagen PKP Cargo S. A.
- VK Tfz und Traktionsleister ÖBB-Produktion GmbH
  - Tfzf Z 47022
  - Tfzf Z 47022 Nachschiebe-Tfz
  - Tfzf Z 753

### 6. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse

#### 6.1. Aussage Tfzf Z 47022 Zug-Tfz (gekürzt und sinngemäß)

Auf Höhe des AS „H2“ Bf Breitenstein wurde ein Druckverlust in der HLL bemerkt. Dieser wurde durch die Einleitung einer Schnellbremsung unterstützt. Danach erfolgt eine Kontaktaufnahme mit dem Tfzf der Nachschiebe-Tfz zur Ursachenfeststellung. Das Tfz kam im Tunnel „Weinzettelfeld“ zum Stillstand. Durch Abgabe von Signal „Achtung“ wurde versucht einen entgegenkommenden personenbefördernden Zug zu warnen. Der Fdl-Disponent im Bf Semmering wurde vom Vorfall informiert, danach wurde eine Untersuchung von Z 47022 unternommen.

6.2. Aussage Tzfz Z 47022 Nachschiebe-Tfz  
(gekürzt und sinngemäß)

Als Nachschiebe-Tfz wurden die Tfz 1144 284-5 und 1142 611-1 (vielfachgesteuert) eingesetzt. Von Bf Mürzzuschlag bis zur Zwangsbremmung traten keine besonderen Vorkommnisse auf.

6.3. Aussage Tzfz Z 753  
(gekürzt und sinngemäß)

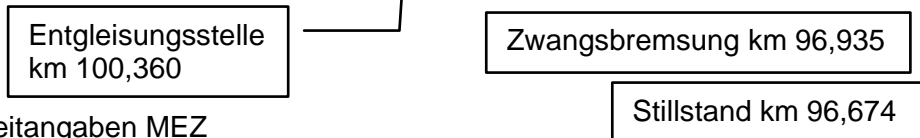
Ca. 20:08 Uhr, bei der Fahrt von Z 753 zeigte das Einfahrsignal des Bf Breitenstein „FREI“ und das AVS „VORSICHT“. Die Fahrgeschwindigkeit betrug 60 km/h. Unmittelbar nach den Signalen folgt der Tunnel „Weinzettelfeld“. Im Tunnel stand am daneben befindlichen Gleis der entgleiste leere Z 47022. Das Tfz von Z 753 kollidierte (streifte) mit den Griffstangen einen in das Lichtraumprofil von Gleis 1 ragenden fünften Güterwagen. Nach dem Anhalten im Bf Breitenstein wurde das Tfz und die Wagen von Z 753 untersucht und danach wurde die Fahrt fortgesetzt.

6.4. Auswertung der Registriereinrichtungen der Tfz

Die Aufzeichnung der Registriereinrichtung des Zug-Tfz von Z 47022 (1116 055-3) wurde nach dem Ereignis gesichert, durch den VK ausgewertet und die Auswertung der UUB-Schiene zur Verfügung gestellt.



Abbildung 19 Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz 1116 055-3



Zeitangaben MEZ

Entgleisungsstelle:  $v = 42 \text{ km/h}$

E-Bremse Stufe 2: 81 bis 160 kN

Zwangs-/ Schnellbremsung bei  $v = 47 \text{ km/h}$

Von den Nachschiebe-Tfz 1144 284-5 + 1142 611-1 (beide Z 47022, vielfachgesteuert) und Tfz 1142 665-7 (Z 753) liegen der UUB keine Auswertungen vor.

Bei der Talfahrt von Z 47022 wurden die zulässigen Geschwindigkeiten eingehalten.

## 6.5. Zugbildung

Die Wagen waren vollständig entleert (keine asymmetrischen Achslasten).

Die Bremsstellungen und der Kuppelzustand entsprachen den Regelwerken.

Beim Lokalausgang im Bf Breitenstein wurden bei allen Wagen von Z 47022 ein nicht ordnungsgemäßer Schmierzustand der Pufferteller festgestellt (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 5.2.3.1 und Punkt 5.2.3.2). Die Puffer der 5., 6. und 7. Wagen wiesen komplett blanke Flächen mit starken Verriefungen auf.



Abbildung 20 5. Wagen - trockener und verrierter Pufferteller - Quelle RU



Abbildung 21 6. Wagen - trockener und verrierter Pufferteller - Quelle RU



Abbildung 22 6. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM



Abbildung 23 7. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM



Abbildung 24 10. und 9. Wagen - trockene Pufferteller - Quelle IM



**Abbildung 25 19. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM**



**Abbildung 26 21. Wagen - trockener und verrieftter Pufferteller - Quelle IM**



## 6.6. Daten des 5. Wagens (entgleist)

Bei dem entgleisten Wagen 31 51 665 5 238-2 handelt es sich um einen leeren Fals eines VK aus Polen. Gemäß TSI OPE ist dies ein „Offener Güterwagen mit hohen Wänden, mit 4 Achsen, mit Entladen in einem Gang durch Schwerkraft, auf beiden Seiten, gleichzeitig, Bedienung oben, ohne flachen Boden und ohne seitliche oder rückseitige Kippvorrichtung“.



Abbildung 27 Wagenanschrift des 5. Wagens - Quelle UUB

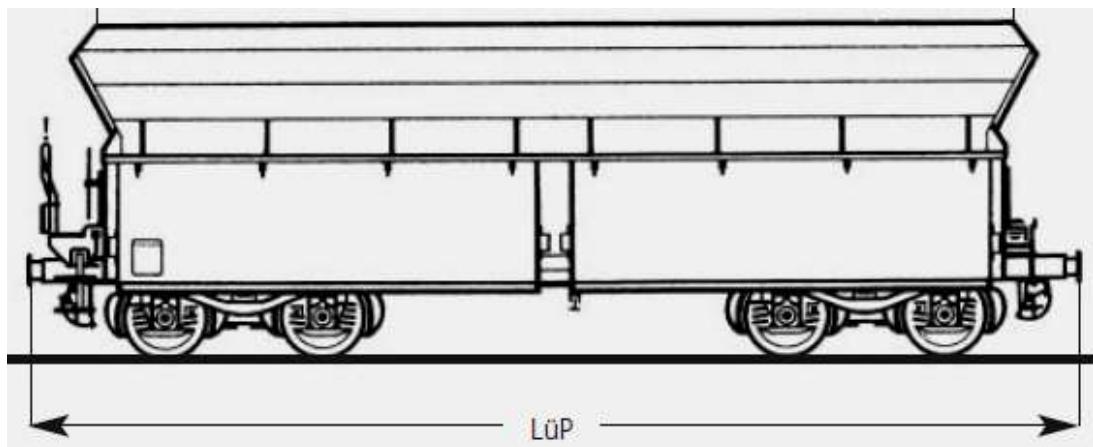


Abbildung 28 Auszug aus Typenplan des 5. Wagens - Quelle RU – DB 520

Der entgleiste Wagen wies folgende Merkmale auf:

- Regime „s“ (100 km/h)
- Eigenmasse 26 900 kg
- Streckenklasse „C“ (20 t Achslast) Zuladung 53,0 t gemäß Lastgrenzraster
- Länge über Puffer 13,5 m
- Drehzapfenabstand 7,2 m
- Abstand der äußeren Radsätze 9,0 m
- Drehgestell mit Blatttragfedern
- Letzte Revision 05.06.2008 bei einem 4-jährigen Instandhaltungsintervall



## 6.7. Untersuchung beteiligten Wagen

Die Untersuchung der Wagen stützt sich auf:

- Untersuchung vor Ort am 19. und 20. September 2009:  
Augenscheinlich waren keine unfallkausalen Mängel an den Fahrzeugen feststellbar.
- Durchgeführte Sicherheitschecks (1 bis 4) vom 20. und 21. Oktober 2009 und 4. und 5. November 2009 durch ÖBB Technische Services GmbH an folgenden Wagen von Z 47022:
  - 4. Wagen 31 51 663 6 394-7 (überpuffert mit 5. Wagen)
  - 5. Wagen 31 51 665 5 238-2 (erst entgleist, überpuffert mit 4. Wagen)
  - 6. Wagen 31 51 665 4 805-9 (entgleist, überpuffert mit 7. Wagen)
  - 7. Wagen 31 51 665 0 683-4 (überpuffert mit 6. Wagen)

Die durchgeführten Sicherheitschecks am Untergestell und am Laufwerk der Wagen zeigten, dass der technische Wagenzustand zum Zeitpunkt der Entgleisung den gültigen Normen entsprach und keine unfallkausalen Mängel festgestellt wurden:

- Die geometrischen Maße der Radprofile der entgleisten Wagen befanden sich in dem erlaubten Toleranzbereich.
- An den Drehgestellrahmen wurden Beschädigungen festgestellt, die aufgrund der Entgleisung entstanden sind. Es wurden keine Beschädigungen, die in einem kausalen Zusammenhang mit der Entgleisung stehen, festgestellt.
- Die Pufferstände des 5. und 6. Wagens wurden im Sicherheitscheck untersucht. Interessant ist, dass der 5. Wagen einen etwas höheren Pufferstand als die benachbarten Wagen aufweist. Aufgrund der leichten Krümmung des Fahrzeugkastens kann dieser durch Längskräfte eingespant werden.

## 6.8. Relevante Regelungen für die Übernahme von Güterwagen

Gemäß AVV, Anhang 9 - Fehlerkatalog ergänzt mit den Fehlerklassen für das Qualitätsmanagementsystem, Anlage 1 - Fehlerkatalog ergänzt mit den Fehlerklassen für das Qualitätsmanagementsystem, Punkt 5.2, galt für Pufferteller:

5.2.3	Berührungsfläche	
5.2.3.1	- nicht geschmiert	Schmieren, wenn nicht möglich, aussetzen
5.2.3.2	- Verriefungen	Aussetzen

Abbildung 29 Auszug AVV, Anlage 9, Anhang 1 - Quelle AVV

## 6.9. Bedienung der E-Bremsen bei Z 47022

Gemäß DV M22, Anlage 05 gilt für den Bremsbetrieb:

Die Bedienung der dynamischen Bremse bei mehreren Triebfahrzeugen beim Zug unterliegt folgenden Kriterien:

- Im vorderen Zugteil darf nur ein Triebfahrzeug mit der elektrischen Hochleistungsbremse die volle Bremskraft aufbringen.
- Für die Triebfahrzeuge am Zugschluss gibt es keine Bremskraft-einschränkungen.
- Bei allen anderen Triebfahrzeugen darf die Bremse nur zur Eigengewichtsabstützung herangezogen werden.

Mit Hilfe einer einfachen Berechnung kann die erforderliche Bremskraft des Zuges näherungsweise errechnet werden:

Bremsdynamik Talfahrt Z 47022			
Näherungsweise Berechnung der erforderlichen Bremskraft für eine Fahrt in der Beharrung:			
Mittlere Neigung $i_{mit}$	$i_{mit}$ [‰] =	-23,0	
Daten Z 47022:	$m$ [t] =	1149	
	LüP[m] =	517	
Allgemeine Daten:	$g$ [m/s <sup>2</sup> ] =	9,8065	
<b>Berechnung Hangabtrieb:</b>			
$F_{Neigung}$ [kN] =	$m \times g \times i_{mit} / 1000 =$		$F_{Neigung}$ [kN] = -259,2
<b>Berechnung der Fahrwiderstände:</b>			
Rollwiderstand:	Beiwert $f_1$ [N/t] =	20	
$R_{Roll}$ [kN] =	$m \times f_1$		$R_{Roll}$ [kN] = 23,0
Luftwiderstand:	Beiwert $f_2$ [N/m <sup>2</sup> ] =	1,33	
	$v$ [km/h] =	42	
	Stirnfläche $A$ [m <sup>2</sup> ] =	10	
$R_{Luft}$ [kN] =	$A \times f_2 \times v^2 / (2 \times 1000)$		$R_{Luft}$ [kN] = 0,9
Bogenwiderstand (näherungsweise Berechnung nach Röckl):			
Faktoren	$\rho \geq 300$ m	$\rho < 300$ m	
$f_A$	650	500	
$f_B$	50	30	
Mittlerer Radius	$\rho_{mittel}$ [m] =	190	
LüP <sub>Zug</sub> im Bogen	$s_p$ [m] =	416	
Masse d.Zuges i.Bogen	$m_K$ [t] =	701	
$R_p$ [kN] =	$m_K \times g \times f_A / ((\rho - f_B) \times 1000)$		$R_p$ [kN] = 21,5
<b>Errechnete erforderliche Bremskraft:</b>			
$F_{Br\_erf}$ [kN] =	$F_{Neigung} + R_{roll} + R_{Luft} + R_p$		$F_{Br\_erf}$ [kN] = -213,8

Abbildung 30 Näherungsweise Berechnung der erforderlichen Bremskraft - Quelle UUB

Die Bremsung für das Halten der erlaubten Geschwindigkeit erfolgte durch das führenden Tfz mittels E-Bremse mit einer Begrenzung von 150 kN = E-Bremsstufe 2 (81 kN bis 160 kN) gemäß Registriereinrichtung.

Gemäß DB 822 1016-1116 gilt: Bei Betriebsbremsungen beträgt die maximal einstellbare E-Bremskraft in allen Bremsstellungen 150 kN bei  $v \geq 50$  km/h (100 kN  $v \leq 40$  km/h). Im Wendezugbetrieb erreicht die E-Bremskraft 200 kN, beim Nachschieben 240 kN.

Die E-Bremskraft des Zug-Tfz betrug auf Grund der Abrampung ca. 110 kN.

Die angewendete Bremskraft der Nachschiebe-Tfz am Zugschluss konnte auf Grund der fehlenden Auswertung der Registriereinrichtung nicht ermittelt werden.

Gemäß DB 822 1044 und DB 822 1142 beträgt die maximale E-Bremskraft für Tfz der Reihe 1142 110 kN und für die Tfz Reihe 1144 115 kN. Die Summen-E-bremskraft wird auf 150 kN begrenzt.

Bei 42 km/h und bei voller Aufsteuerung würde laut B/V-Diagrammen die Tfz Reihe 1144 alleine ca. 100 kN, das Tfz 1142 611-1 alleine ca. 70 kN E-Bremskraft bewirken. In Vielfachsteuerung bei 42 km/h wird die Abrampung von 150 kN auf 100 kN wirksam – somit können in Summe maximal ca. 105 kN wirken.

Grundsätzlich werden die Tfzf dahingehend geschult, dass am Nachschiebe-Tfz die volle E-Bremskraft angewendet wird und durch das führende Tfz die zulässige Geschwindigkeit durch Regelung der E-Bremskraft eingehalten wird.

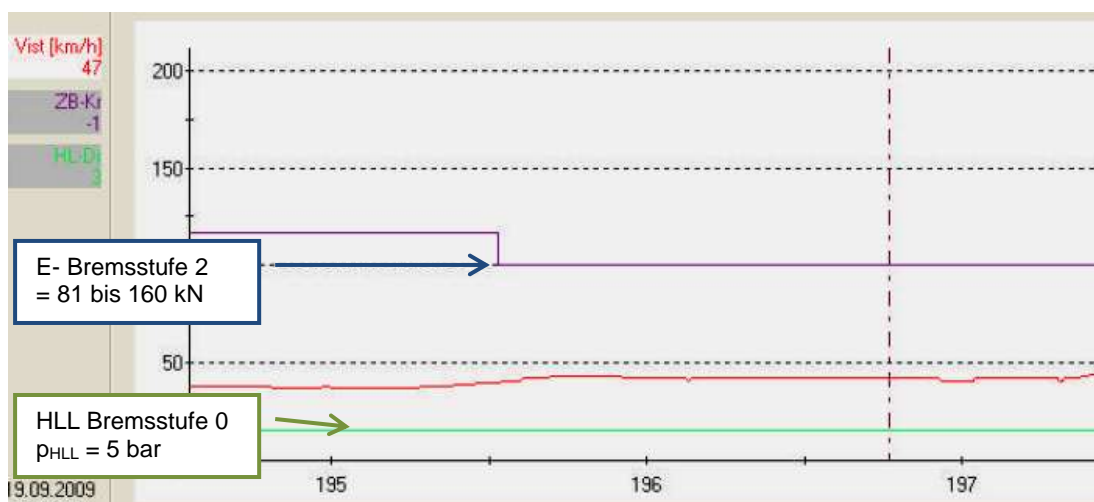
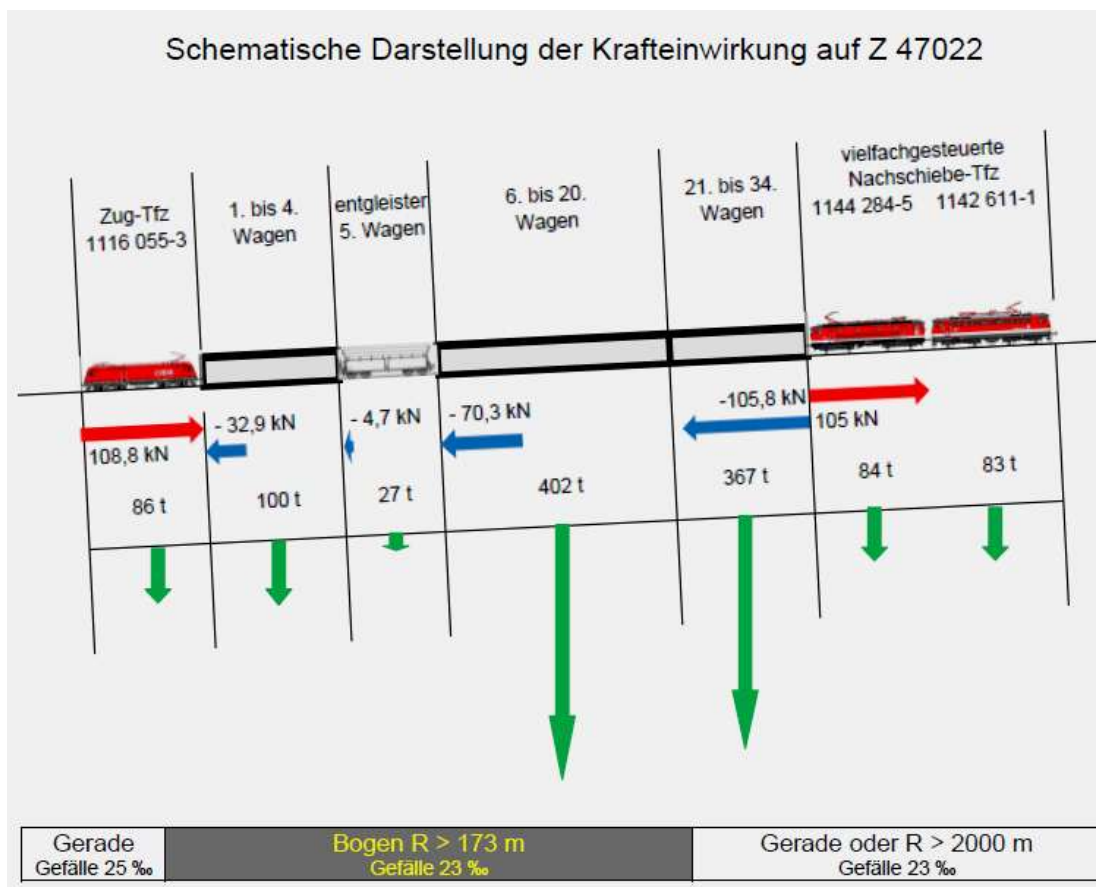


Abbildung 31 Analyse Bremsbedienung am führenden Tfz - Quelle UUB

Da keine Druckabsenkung der HLL erfolgte, wurde die Geschwindigkeit von Z 47022 ausschließlich mit der E-Bremse geregelt. Daraus ergibt sich, dass im Entgleisungsbereich die E-Bremsen aller Tfz eingeschaltet und wirksam waren.



**Abbildung 32 Schematische Darstellung der Kräfteinwirkung auf Z 47022**

In der vorstehenden Abbildung ist die Verteilung der Kräfte im Z 47022 dargestellt.

Der höhere Hangabtrieb vom 21. Wagen bis zu den Nachschiebe-Tfz wurde durch den fehlenden Bogenwiderstand bewirkt.

Die erforderlichen Bremskräfte wurden durch die E-Bremsen bewirkt.

Durch die Nachschiebe-Tfz werden die Nachschiebe-Tfz und der Zugverband vom 21. bis zum 34. Wagen gebremst. Die Puffer im Zugverband zwischen 21. und 34. Wagen waren durch die Bremsung der Nachschiebe-Tfz geringer belastet.

Das Zug-Tfz übernimmt die Bremsung für sich selbst und den Zugverband vom 1. bis zum 20. Wagen. Zwischen allen Fahrzeugen wurden die Puffer durch die bergseitig anstehenden Hangabtriebskräfte zusätzlich zur Bogenstellung beansprucht.

Auf den entgleisten 5. Wagen wirkte am talseitigen bogeninneren Puffer ein Kraft von 75 kN.

## 6.10. Relevante Regelwerke für die Gleislage – Quelle [2]

### 6.10.1. TSI INF HS - Quelle [2]

#### *Punkt 4.2.10.3 Soforteingriffs- und Eingriffsschwelle und Auslösewert*

*Der Infrastrukturbetreiber muss geeignete Schwellenwerte für SES und ES sowie AS für die folgenden Parameter festlegen:*

- Pfeilhöhe (Richtung) — Standardabweichungen (nur Auslösewert)*
- Längshöhe — Standardabweichungen (nur Auslösewert)*
- Pfeilhöhe (Richtung) — Einzelfehler — Mittelwert/Spitzenwert*
- Längshöhe — Einzelfehler — Mittelwert/Spitzenwert*
- Gleisverwindung — Einzelfehler — Nullwert/Spitzenwert, unter Berücksichtigung der in 4.2.10.4.1 festgelegten Grenzwerte*
- Spurweite — Einzelfehler — Nennwert/Spitzenwert, unter Berücksichtigung der in 4.2.10.4.2 festgelegten Grenzwerte*
- Mittlere Spurweite über 100m — Nennwert/Mittelwert, unter Berücksichtigung der in 4.2.9.3.1 festgelegten Grenzwerte.*

*Bei der Festlegung dieser Grenzwerte muss der Infrastrukturbetreiber die Grenzwerte für die Gleislagequalität berücksichtigen, die als Grundlage für die Abnahme der Fahrzeuge dienen. Die Anforderungen für die Abnahme der Fahrzeuge sind in der TSI Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsbahnsystems festgelegt.*

*Der Infrastrukturbetreiber muss auch die Auswirkungen von kombiniert auftretenden Einzelfehlern berücksichtigen.*

*Die vom Infrastrukturbetreiber festgelegten SES- und ES sowie AS sind in dem Instandhaltungsplan zu erfassen, der in Abschnitt 4.5.1 dieser TSI vorgeschrieben wird.*

#### *Punkt 4.2.10.4 Soforteingriffsschwelle*

*SES sind für die folgenden Parameter festgelegt:*

- Gleisverwindung — Einzelfehler — Nullwert/Spitzenwert*
- Spurweite — Einzelfehler — Nennwert/Spitzenwert*

### 6.10.2. DB IS2-T1 – Quelle [2]

#### *Allgemeines:*

*Eine wesentliche Grundlage für die Frage der Beurteilung der Betriebssicherheit eines Gleises ist der Instandhaltungsplan. Laut Instandhaltungsplan sind grundsätzlich die Werte des belasteten Gleises heranzuziehen.*

*„Für die Beurteilung der Gleislagequalität werden grundsätzlich die Werte des belasteten Gleises, die durch die Messergebnisse dokumentiert sind, herangezogen. In Ausnahmefällen (z.B. Fehlen einer Gleislagevermessung durch den Messwagen, Sofortmaßnahmen) können für Überhöhung, Verwindung und Spurweite die Werte des unbelasteten Gleises herangezogen werden, wobei ein Unterschied des belasteten und unbelasteten Gleises berücksichtigt werden muss. Die Spurweite des unbelasteten Gleises kann Abweichungen von mehreren mm gegenüber dem belasteten Gleis aufweisen – vor allem bei schlechtem Gleiszustand.“*

#### *Grenzwerte hinsichtlich Gleisqualität – Quelle IM:*

*SES sind Grenzwerte, deren Überschreitung nach Plausibilisierung des Messergebnisses eine Sofortmaßnahme erfordert, welche, bis der Fehler beseitigt ist, zur Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder zur Sperre des Gleises führen kann.*

*ES sind Grenzwerte, deren Überschreitung korrigierende Instandhaltungsmaßnahmen erfordert, damit die SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden.*

*AS sind Grenzwerte, deren Überschreitung nach Analyse des geometrischen Gleiszustands die Berücksichtigung in der regulären Instandhaltungsplanung erfordert.*

***„Wenn also keine SES angegeben wird erfordert eine Überschreitung der ES aufgrund der Formulierungen im DB IS2-T1 eine korrektive Instandhaltungsmaßnahme, damit eine nicht definierte SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht wird.“ – Quelle [2]***



*Auszug Längshöhe DB IS2-T1:*

*Die Längshöhe ist der Höhenverlauf der Schienenoberkante des Schienenstranges. Dabei müssen für den Einzelfehler (Mittelwert-Spitze) folgende Werte eingehalten werden:*

$v_{\max}$ [kmh]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$0 \leq v \leq 80$	17	21	26

**Tabelle 1 Grenzwerte für die Längshöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM**

*Als weitere Bezugsgröße wird für die Längshöhe die Standardabweichung herangezogen.*

*Die Aufmerksamkeitsschwelle kann dabei als Indikator für eine qualitativ schlechte Gleislage angesehen werden. Sie wird aus der über 200 m gemittelten Standardabweichung ermittelt, und gilt dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 200 m überschritten wurde.*

*Zur Optimierung der Life-Cycle-Costs wird für die Standardabweichung bei der AS eine Bandbreite vorgegeben.*

*Standardabweichung der über 200 m gemittelten Längshöhe:*

$v_{\max}$ [kmh]	AS [mm]
$0 < v \leq 80$	2,4 bis 2,8

**Tabelle 2 Bandbreite für die Standardabweichung der Längshöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM**

*Bei einer prognoseorientierten Instandhaltungsplanung darf eine modifizierte Berechnungsmethode für die Berechnung der Standardabweichung angewendet werden.*

*Zur Verhinderung von Resonanzerscheinungen zwischen Fahrzeug und Gleis wird außerdem eine SES und eine ES für die Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe angegeben. Diese gilt dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 50 m überschritten wird. Bei Überschreiten der SES ist als Sofortmaßnahme die Geschwindigkeit auf  $v_{\max} = 60$  km/h zu reduzieren.*

Die Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe wird für Geschwindigkeiten  $60 < v \leq 300$  km/h angewendet und ist in diesem Streckenabschnitt nicht anzuwenden.

*Auszug Querhöhe DB IS2-T1 – Quelle IM:*

*Entsprechend DB IS2-T1, Punkt 3.1.4 ist die Querhöhe die Differenz aus den Messsignalen des Messwagens der Längshöhe des linken und rechten Schienenstranges, sie entspricht nicht der Überhöhungsdifferenz. Dabei müssen für den Einzelfehler (Mittelwert-Spitze) folgende Werte eingehalten werden:*

$v_{\max}$ [kmh]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$v \leq 80$	10	13	18

**Tabelle 3** Grenzwerte für die Querhöhe - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM

*Richtung – Quelle IM:*

*Die Richtung ist der Winkel der Gleismittellinie zu einer Bezugsrichtung im Grundriss.*

*Dabei müssen für den Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) folgende Werte eingehalten werden:*

$v_{\max}$ [kmh]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$0 < v \leq 80$	15	18	22

**Tabelle 4** Grenzwerte für die Richtung – Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM

*Überschreitungen der Messwerte in Weichen mit  $R < 300$  m, die bei der Messfahrt in der Ablenkung befahren werden, sind nicht zu berücksichtigen.*

*Als weitere Bezugsgröße wird für die Richtung die Standardabweichung, gleitend ermittelt für eine Abschnittslänge von 200 m, herangezogen. Die Standardabweichung dient nur zur Bestimmung der AS.*

*Die Aufmerksamkeitsschwelle gilt dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 200 m überschritten wurde.*

*Bei einer prognoseorientierten Instandhaltungsplanung darf eine modifizierte Berechnungsmethode angewendet werden.*

*Zur Optimierung der LiveCycleCosts wird für die Standardabweichung eine Bandbreite vorgegeben.*

$v_{\max}$ [kmh]	AS [mm]
$0 < v \leq 80$	1,6 bis 2,0

**Tabelle 5** Bandbreite für die Standardabweichung für die Richtung - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM

*Zulässige Abweichungen von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen - Quelle IM:*

*Im DB IS2-T1, Punkt 3.1.7 wird die zulässige Abweichung von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen in der Geraden oder im Kreisbogen als Differenz zwischen gemessener Überhöhung und Soll-Überhöhung (laut Bogenverzeichnis) definiert:*

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

**Tabelle 6** Grenzwerte für die gegenseitige Höhenlage - Auszug DB IS2-T1-Quelle IM

*Auszug Verwindung im DB IS2-T1 und ORE B55/RP8 – Quelle IM und ORE:*

*Die Verwindung ist die Änderung der Überhöhung längs der Gleismittellinie. In der nachstehenden Tabelle wurde die Fahrzeugprüfverwindung aufgenommen um zu zeigen, dass diese Werte in den meisten Fällen unter den Werten des ORE B55/RP8 liegen.*

*Für die Verwindung laut DB IS2-T1 sind von der Null-Linie zum Spitzenwert folgende Werte einzuhalten:*

V <sub>max</sub> [kmh]	Basis	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]	ORE B55/RP8 [mm/m]
≤ 160	3-m-Verwindung	4,0	5,0	6,0	5,3
≤ 160	9-m-Verwindung	3,2	3,5	4,0	3,7
≤ 160	16-m-Verwindung	2,8	3,0	3,5	2,9

**Tabelle 7** Grenzwerte für die Verwindung von der Null-Linie zum Spitzenwert - Auszug DB IS2-T1 und ORE B55/RP8 – Quelle IM und ORE

*Für die Verwindung laut DB IS2-T1 sind vom Mittelwert zum Spitzenwert folgende Werte einzuhalten:*

V <sub>max</sub> [kmh]	Basis	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
≤ 80	3-m-Verwindung	2,8	3,5	4,2
≤ 160	9-m-Verwindung	2,2	2,5	2,8
≤ 160	16-m-Verwindung	2,0	2,1	2,5

**Tabelle 8** Grenzwerte für die Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert - Auszug DB IS2-T1-2007 - Quelle IM

**Im DB IS2-T1-2009 wurden die Werte für 9 m-Verwindung und 16 m-Verwindung Mittelwert-Spitzenwert gänzlich entfernt sowie AS, ES und SES für v ≤ 80 km/h und die SES bei 80 < v ≤ 120 km/h nicht festgelegt.**

Die folgende Grafik beschreibt die Ermittlung des Spitzenwertes der Verwindung zum Mittelwert der Verwindung:



**Abbildung 33 Darstellung der ES/SES der Verwindung Mittelwert zu Spitzenwert (DB IS2-T1) - Quelle IM**

*Spurweite – Quelle IM*

Für Instandhaltungszwecke ist die Spurweite der kleinste Abstand der Schieneninnenflächen im Bereich von 0 – 14 mm unter SOK.

Der Einzelfehler ist die Abweichung von der nominellen Spurweite (1435 mm) zum Spitzenwert.

Er darf folgende Werte nicht überschreiten:

Regelwerk	$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
DB IS2-T1	$40 < v \leq 80$	- 5 bis + 25	- 8 bis + 32	- 9 bis + 35
EN 13848-5	$v \leq 80$	- 7 bis + 25	- 9 bis + <b>30</b>	- 11 bis + 35

**Tabelle 9 Grenzwerte für die Spurweite - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM**

**Die EN 13848-5:2008 legt für die ES der Spurweite engere Grenzen fest.**



### Spurerweiterung in engen Bögen:

Die Grenzwerte für die minimale Spurweite sind bei Bögen mit kleinen Radien um die erforderliche Spurerweiterung zu erhöhen.

Radius [m]	AS [mm]
$R \geq 175$	0
$150 \leq R < 175$	+ 5

Tabelle 10 Spurerweiterung - Auszug DB IS2-T1 - Quelle IM

**Für  $R \geq 175$  erfolgt kein Zuschlag für die Spurerweiterung.**

### Gleisgeometrie – Messprinzipien – Quelle IM

(DB IS2-T1 Punkt 4.1)

Zur gleisgeometrischen Inspektion von normalspurigen Streckengleisen und durchgehenden Hauptgleisen kommen die Messprinzipien entsprechend ÖNorm prEN 13848-2, Anhang B zum Einsatz. Diese Messprinzipien müssen in der Lage sein, folgende Parameter mit einer Abtastung entspr. ÖNorm prEN 13848-2, Pkt 5.5.3.2 zu bestimmen:

- Spurweite, gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt. 4.2.1
- Längshöhe, gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt. 4.3.1 für den Wellenlängenbereich D1
- Überhöhung, gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt. 4.4.1
- Richtung, gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt. 4.5.1 für den Wellenlängenbereich D1
- Verwindung, gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt.4.6.1

Mindestens der in ÖNorm prEN 13848-2, Pkt.4 mit D1 bezeichnete Wellenlängenbereich muss - soweit es das Messprinzip erlaubt - vollständig abgedeckt werden. Sollten abweichende Grenzen zur Anwendung gelangen, sind die Grenzwerte für Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit gem. ÖNorm prEN 13848-2, Anhang C entsprechend anzupassen.

Die Messbedingungen gem. ÖNorm EN 13848-1, Pkt.5 sind einzuhalten.

Die Werte für AS, ES und SES für Längshöhe, Querhöhe, Richtung, Verwindung und Spurweite gelten dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 1 m (3 m bei Spurverengung) überschritten werden.

### 6.10.3. EN 13848-1

Die ÖNORM EN 13848-1, Ausgabe 2009-01-01 ist ident mit EN 13848-1 vom 2003-12 + A1:2008-07

#### Punkt 4.2 Spurweite

##### Punkt 4.2.7 Auswerteverfahren

Einzelne Fehler werden durch den Abstand vom Nennwert zum Spitzenwert (minimalen und maximalen Spitzenwert) dargestellt.

##### Punkt 4.2.9 Ausgabedarstellung

Die Spurweite muss mindestens wie folgt ausgegeben werden:

- Ausweisung von **einzelnen Fehlern**, welche eine vorgeschriebene Schwelle überschreiten;
- gemessene Spurweite;
- Differenz zwischen der gemessenen Spurweite und der Nennspurweite;
- mittlere Spurweite über eine festgelegte Länge;
- Schwankung der Spurweite innerhalb einer festgelegten Länge.

#### Punkt 4.6 Verwindung

##### Punkt 4.6.7 Auswerteverfahren

Einzelne Fehler werden entweder durch den Abstand von der Nulllinie zum Spitzenwert ( $V_1$ ) oder durch den Abstand vom Mittelwert (tiefpassgefilterten Wert) zum Spitzenwert ( $V_2$ ) dargestellt.

Bei der Ermittlung der Standardabweichung der Verwindung wird der Abstand der aktuell gemessenen Werte zum tiefpassgefilterten Wert verwendet (siehe nachstehende Abbildung).

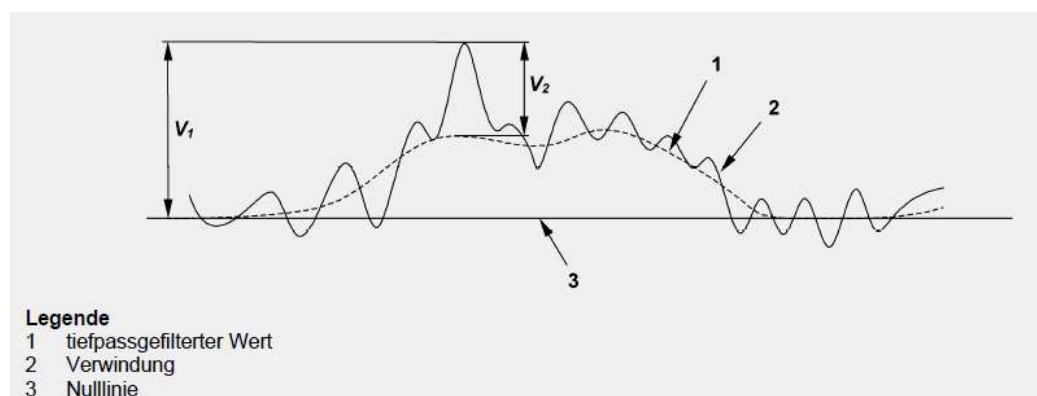


Abbildung 34 Gleisverwindung Auswerteverfahren gemäß EN 13848-1 Bild 7

*Punkt 4.6.8 Ausgabeanforderungen*

*Messungen von Messfahrzeugen, Gleisinstandhaltungsmaschinen oder leichten fahrbaren Messeinrichtungen müssen als fortlaufender Satz von Messergebnissen vorzugsweise in digitaler Form aufgezeichnet werden und müssen auch grafisch dargestellt werden.*

6.10.4. EN 14363 – Quelle [2]

*Anforderungen an die Gleislage von Versuchsgleisen gemäß EN 14363, Anhang C, C.1 – Begriffe und Regelungen:*

*Zur Beurteilung der Gleislagequalität gemäß EN 14363 ist, um die grundsätzlichen Forderungen an die Gleislage von Versuchsgleisen zu erfüllen, zunächst eine Auswahl der Auswertungsabschnitte zu treffen. Maßgebend für die Einbeziehung eines Auswertungsabschnittes sind bei der fahrtechnischen Prüfung die absoluten Größtwerte  $\Delta y_{max}^0$  und  $\Delta z_{max}^0$ . Überschreitet einer von ihnen das Qualitätsniveau **QN 3**, wird der betreffende Auswertungsabschnitt von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.*

**Das heißt bei Überschreitung eines dieser Werte ist es nicht notwendig, dass ein Fahrzeug bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit die Grenzen der Fahrsicherheit einhält.**

**QN 3** errechnet sich aus der Formel **QN 3 = 1,3 x QN 2**.

*Längshöhe  $\Delta z_{max}^0$  gemäß Anhang C, C.1 – Begriffe und Regelungen:*

$v \leq 80$ kmh	<b>QN 1</b> [mm]	<b>QN 2</b> [mm]	<b>QN 3</b> [mm]
Größtwert (Mittelwert-Spitze) $\Delta z_{max}^0$	12	14	18,2
Standardabweichung $\Delta z_{max}^0$	2,3	2,6	3,38

**Tabelle 11 Auszug EN 14363 - C.1 — Qualitätsniveau der Gleislage - Längshöhe – Quelle EN**

Richtung  $\Delta y_{max}^0$  gemäß Anhang C, C.1 – Begriffe und Regelungen:

$v \leq 80$ kmh	<b>QN 1</b> [mm]	<b>QN 2</b> [mm]	<b>QN 3</b> [mm]
Größtwert (Mittelwert-Spitze) $\Delta y_{max}^0$	12	16	20,8
Standardabweichung $\Delta y_{max}^0$	1,5	1,8	2,34

Tabelle 12 Auszug EN 14363 - C.1 — Qualitätsniveau der Gleislage - Richtung – Quelle EN

### 6.11. Untersuchung des Fahrweges

Gemäß Bogenverzeichnis des IM hat der Bogen unmittelbar vor der Entgleisungsstelle folgende Sollwerte:

- Radius  $r = 188,7$  m
- Überhöhung  $\ddot{u} = 120$  mm
- Rampenneigung im anschließenden Übergangsbogen = 1:539

Daraus errechnet sich nach [2]:

$v = 42$  km/h  
 $g \times \ddot{u} / 1530$  mm =  $0,77$  m/s<sup>2</sup>  
 $v^2 / r = 0,72$   
 $aq = -0,05$  m/s<sup>2</sup>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
BOGENHAUPTPUNKTE	GERADE	Ü-Bogen	Ü-Rampe	KREISBOGEN			Vmax [km/h]		ANMERKUNGEN / Fehler			
Station	Bez	L[m]	L[m]	L[m]	D[mm/m]	R[m]	L[m]	D[mm]	Geom. Geschw.	VzG		
100.092,756	ÜE		55,39	55,39	1,81				70	86	<-91.800> 60	Alles auf Fahrkante (FK) um RPA (FK) km 100,093
100.148,144	ÜA	93,04							114			
100.241,180	BA					2.774,8	29,98	0	175			
100.271,160	BE	23,89							114		<-100.280> 50	
100.295,049	ÜA		64,69	64,69	1,86				68	78		
100.369,742	ÜE					-188,7	180,92	-120	63			
100.540,664	BW					-204,5	79,62	-120	106			
100.620,281	BW					-185,0	54,48	-120	66			
100.674,758	BW					-173,1	38,71	-120	95			
100.713,467	ÜE		66,42	66,42	1,81				62			
100.779,885	ÜA/ÜA		1,29						112			
100.781,176	ÜE					8.906,9	60,15	0	60			
100.841,328	BE	52,69							70	76		
100.894,020	BA					18.374,1	32,22	0	250			
									204			
									250			
									250			

Tabelle 13 Auszug Bestandsbogenverzeichnis Gleis 2 - Quelle [1]

### 6.11.1. Überprüfung der Trassierungsmerkmale gemäß ORE B55/RP8

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.

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:

Bereich 1: keine Einschränkungen,  $\lim g_1^\circ = (20/2a^*)+3 \leq 7 \text{ ‰}$   
da die zulässige Überhöhung  $zul u_1 \leq (r - 100) / 2$  einhält

Bereich 2: eingeschränkte Gleisgrenzverwindung und Begrenzung der zulässigen Überhöhung  
 $\lim g_2^\circ = (20/2a^*)+1,5$ ;  $3,0 \text{ ‰} \leq \lim g_2^\circ \leq 6,0 \text{ ‰}$   
weil die Überhöhung  $zul u_2 > u > zul u_1$ ;  $zul u_2 = (r - 50) / 2$  beträgt

Bereich 3: eingeschränkte Gleisgrenzverwindung und Begrenzung der zulässigen Überhöhung mit zusätzlichen Maßnahmen  
 $\lim g_2^\circ = (20/2a^*)+1,5$ ;  $3,0 \text{ ‰} \leq \lim g_2^\circ \leq 6,0 \text{ ‰}$   
weil die Überhöhung  $u \geq zul u_2$  beträgt  
Dabei gilt  $u$  [mm] und  $r$  [m].



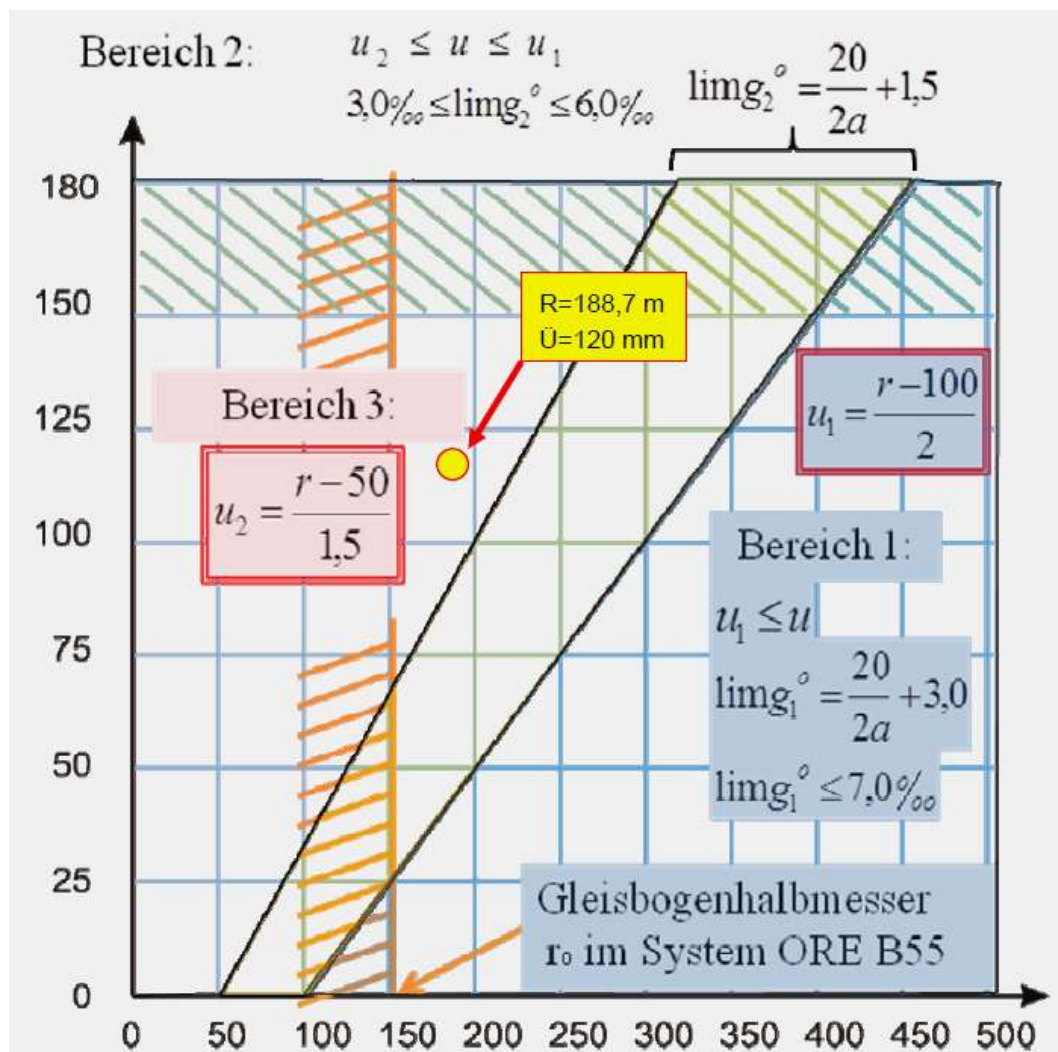
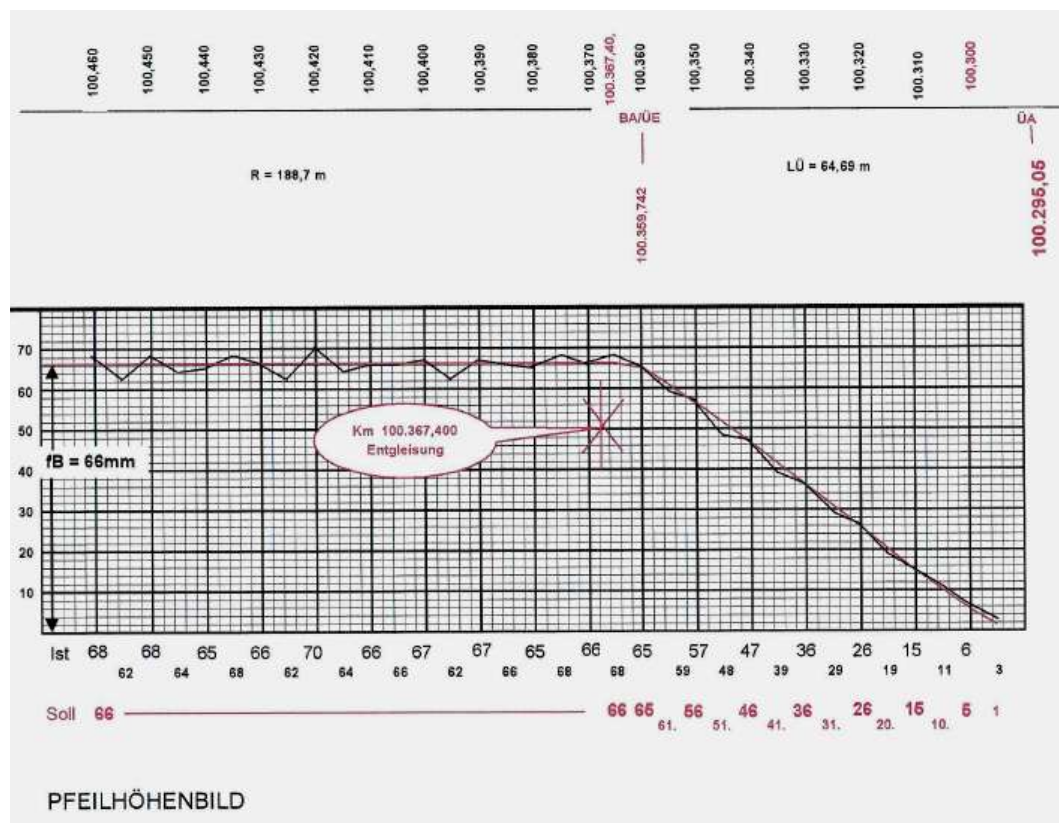


Abbildung 35 Trassierungsmerkmale gemäß ORE B55/RP8 - Quelle [2]

Der gegenständliche Bogen liegt im Bereich 3. Entsprechend der vorstehenden Abbildung gilt die eingeschränkte Gleisgrenzverwindung und Begrenzung der zulässigen Überhöhung mit zusätzlichen Maßnahmen weil die Überhöhung  $u \geq u_2$  beträgt.

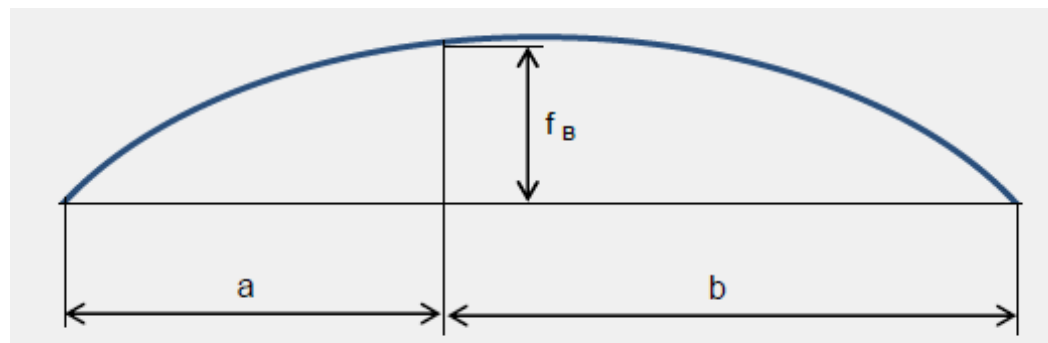
„Als zusätzliche die Sicherheit fördernde Maßnahmen werden im ORE B55/RP8 das Anbringen von Leitschienen oder Schienenschmiereinrichtungen genannt.“ – Quelle [2]

6.11.2. Überprüfung der Gleislage unmittelbar nach dem Ereignis



**Abbildung 36 Auszug aus Entgleisungsbefund – Pfeilhöhe (Messung der Bogenkrümmung) - Quelle [1a]**

Aus der Pfeilhöhe errechnet sich der Bogenradius gemäß folgender Formel:



**Abbildung 37 Skizze – Zusammenhang Pfeilhöhe Bogenradius - Quelle UUB**

$$f_B \text{ [m]} = ( a \text{ [m]} \times b \text{ [m]} ) / ( 2 \times r \text{ [m]} )$$

wenn  $a = b = 5 \text{ m}$   $\longrightarrow$   $f_B \text{ [mm]} = 12500 / r \text{ [m]}$   
 oder  $r \text{ [m]} = 12500 / f_B \text{ [mm]}$

**Die aus den Pfeilhöhen berechneten Bogenradien stimmen mit Sollwerten gut überein.**

Fahrrichtung des Zuges (Verschubabteilung):		→ 1)																																	
km	m																																		
100	460																																		
100	455																																		
100	450																																		
100	445																																		
100	440																																		
100	435																																		
100	430																																		
100	425																																		
100	420																																		
100	415																																		
100	410																																		
100	405																																		
100	400																																		
100	395																																		
100	390																																		
100	385																																		
100	380																																		
100	375																																		
100	370																																		
100	367,4	Entgleisungsstelle																																	
100	365																																		
100	360																																		
100	355																																		
100	350																																		
100	345																																		
100	340																																		
100	335																																		
100	330																																		
100	325																																		
100	320																																		
100	315																																		
100	310																																		
100	305																																		
Messungen alle 5 m, beginnend 100 m vor der Entgleisungsstelle:																																			
Überhöhung																																			
Ist	re. Strang	122	122	120	123	119	123	122	123	123	119	123	126	121	121	121	119	119	116	118	114	110	109	106	95	87	82	68	58	50	43	38	35	22	
	li. Strang																																		
Soll	re. Strang	120																					120	120	115	106	95	86	75	66	55	46	37	28	19
	li. Strang																																		
Spurweite																																			
Ist	+ mm	20	19	18	17	19	20	20	18	19	12	20	27	23	22	23	25	25	22	27	23	28	24	25	23	25	20	19	3	6	5	5	4		
	- mm																																		
Soll	+ mm	10																					10	5	0										0

Tabelle 14 Auszug aus Entgleisungsbefund - Überhöhung und Spurweite- Quelle [1a]

Die Überprüfung der Gleisanlagen im unbelasteten Zustand, im Entgleisungsbereich, auf Spurweite und Überhöhung, unmittelbar nach der Entgleisung ergab, dass sich die (händisch) gemessenen Werte im erlaubten Toleranzbereich befinden.

Abbildung 38 Überprüfung der Gleislage unmittelbar nach dem Ereignis - Quelle [1]

6.11.3. Stellungnahme des Instandhalters der Infrastruktur – Quelle [1b]

1. Sachverhalt

Am 19.09.2009 entgleiste um 20:08 Uhr der 5. Wagen (leer) des Zuges 47022 bei der Talfahrt von von Bf. Semmering in Richtung Bf. Breitenstein. Die Entgleisungsstelle beim km 100,360 liegt in einem in Fahrrichtung befindlichen Rechtsbogen mit Überhöhung, Schienenform 49E1.  
Ein Erhebungsprotokoll der Entgleisung und ein Bericht zur letzten Gleislagevermessung vor dem Ereignis liegen vor.

Abbildung 39 Auszug Entgleisungsbefund – „Sachverhalt“ - Quelle [1b]

2. Datengrundlage seitens Gleislagemessung

Strecke: Einf. Semmering – Ausf. Payerbach- Reichenau  
Gleis: 2  
Abschnitt: 2057  
Entgleisung bei: km 100,360  
Vmax an der Entgleisungsstelle: 50 km/h  
Messfahrzeug: EM250  
Messdatum: 06.08.2009

Die Stationierung der Messung ist sehr gut, die Stationiergenauigkeit ist besser als 10m.

Abbildung 40 Auszug Entgleisungsbefund – „Datengrundlage seitens Gleislagemessung“ - Quelle [1b]

Tatsächlich betrug der Versatz (Stationierung) des Messwagens ca. 14 m.







**Abbildung 44 Foto der Entgleisungsstelle aufgenommen bei der Messfahrt am 06. August 2009 - Quelle [1b]**

**Sichtbar war, dass der Untergrund verschiedene Steifigkeiten aufwies – Quelle [2].**

#### 6.12. Auswertung der ASCII Gleisdaten durch die UUB

Von der zuletzt durchgeführten Messfahrt am 6. August 2009 wurden Gleisdaten im ASCII Format eines 100 m langen Abschnittes (im Entgleisungsbereich) zur Verfügung gestellt und von der UUB ausgewertet.

Zusätzlich wurden auch die unmittelbar nach dem Ereignis durchgeführten händischen Messungen dargestellt.

Der Versatz (Abweichung der Stationierung) des Messwagens wurde in den nachstehenden Grafiken nicht angepasst.

Die Fahrtrichtung von Z 47022 verlief von rechts nach links (fallende Kilometrierung).





Abbildung 45 Gleisdaten - Pfeilhöhe

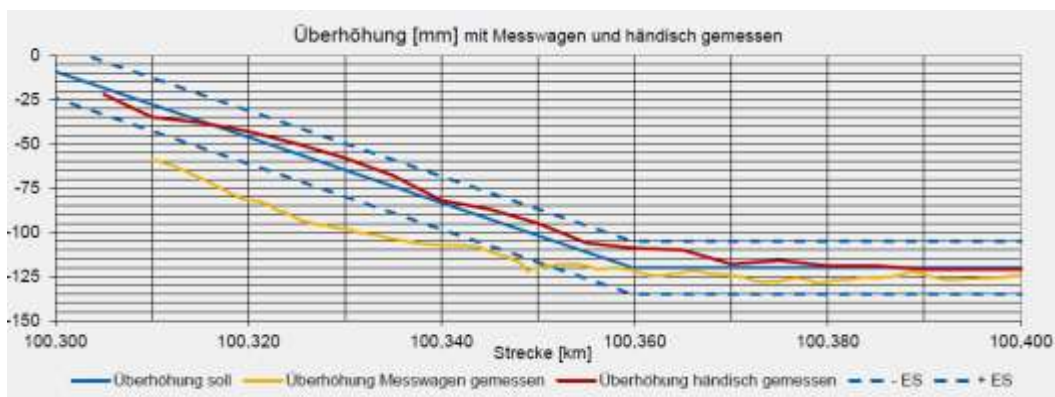


Abbildung 46 Gleisdaten - Überhöhung

In den beiden vorstehenden Abbildungen kann man deutlich erkennen, dass die „Stationierung“ der Messdaten des Messwagens ca. 14 m versetzt sind. Die händische Messung nach [1a] hingegen zeigt eine gute Übereinstimmung der gemessenen Werte mit den Sollwerten

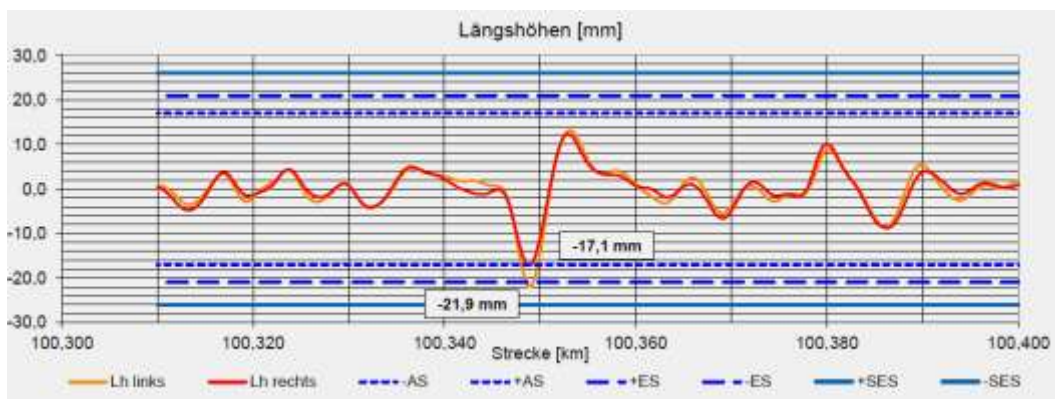


Abbildung 47 Gleisdaten - Längshöhen

In der vorstehenden Grafik kann man erkennen, dass die Längshöhen folgende Grenzwerte überschreiten und zwar:

- Längshöhe links 21,9 mm, ES (= 21 mm) überschritten**
- Längshöhe rechts 17,1 mm, AS (= 17 mm) überschritten**

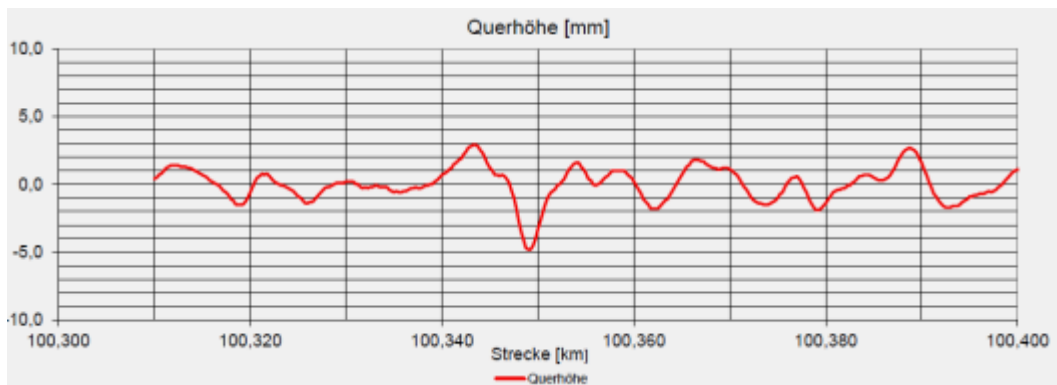


Abbildung 48 Gleisdaten - Querhöhe



Abbildung 49 Gleisdaten - Spurweite

In der vorstehenden Abbildung kann man erkennen, dass die Spurweite im Bereich der Entgleisungsstelle einen Wert von 35 mm = SES erreichte.

Eine Spurerweiterung ist bei einem Radius  $R < 175$  m anzuwenden.

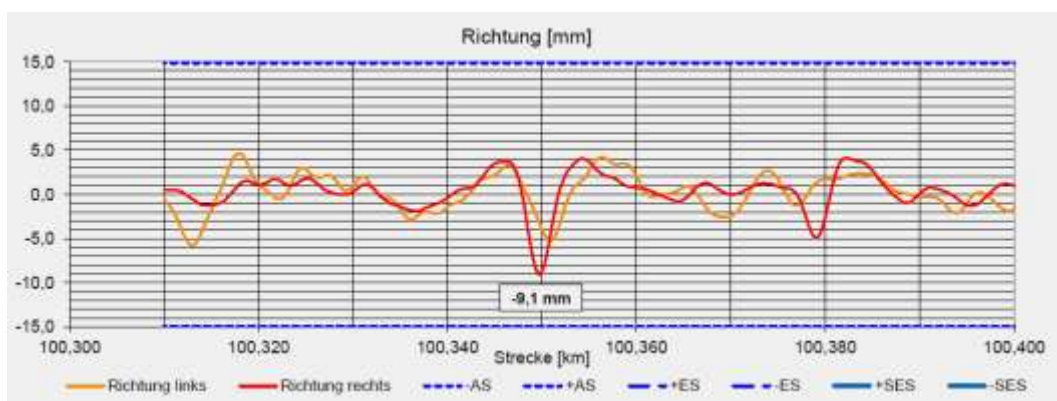


Abbildung 50 Gleisdaten - Richtung

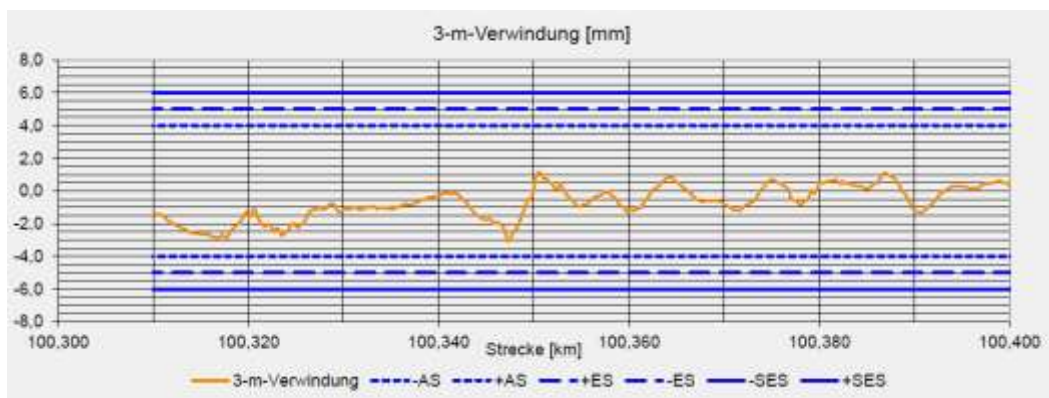


Abbildung 51 Gleisdaten – 3-m-Verwindung

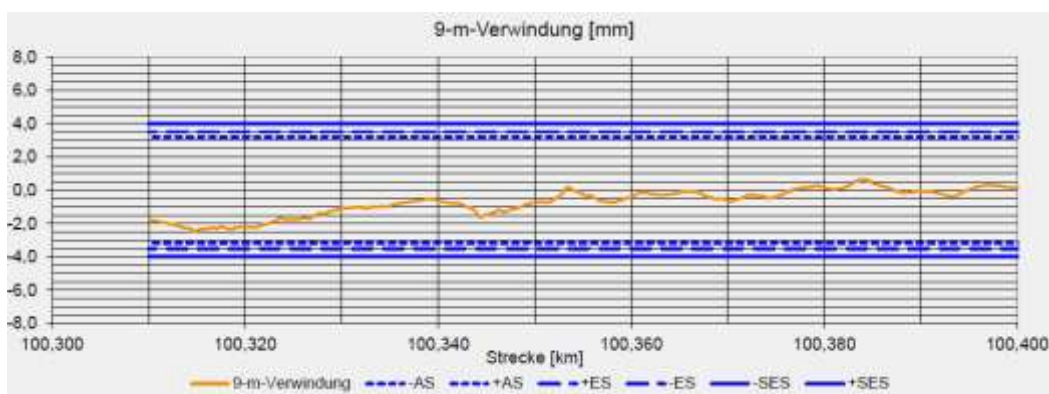


Abbildung 52 Gleisdaten – 9-m-Verwindung

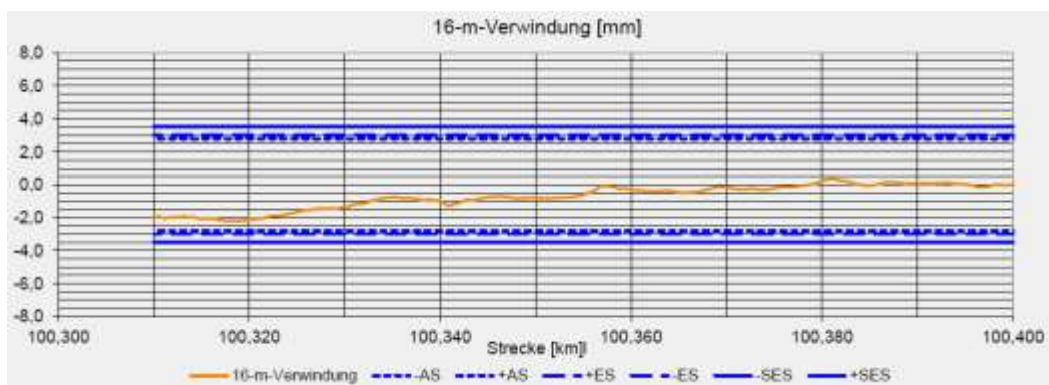


Abbildung 53 Gleisdaten – 16-m-Verwindung

Aus den zur Verfügung gestellten Gleisdaten (100 m) wurde die Standardabweichung für folgende Gleisparameter berechnet:

DB IS2-T1 AS [mm] 200 m Mittelungslänge	EN 14363 <b>QN 3</b> [mm] 250 m Mittelungslänge	Längshöhe $\sigma \Delta z_{\max}^0$ [mm] 100 m Mittelungslänge	
		links	rechts
2,4 bis 2,8	3,38	<b>4,72</b>	<b>4,31</b>

Tabelle 15 Standardabweichung der Längshöhe

Die Standardabweichungen der Längshöhen links und rechts der zur Verfügung gestellten Gleisdaten überschreitet die

- Bandbreite der AS gemäß DB IS2-T1 und
- **QN 3** gemäß EN 14363.

DB IS2-T1 AS [mm] 200 m Mittelungslänge	EN 14363 <b>QN 3</b> [mm] 250 m Mittelungslänge	Richtung $\sigma\Delta y_{\max}^0$ [mm] 100 m Mittelungslänge	
		links	rechts
1,6 bis 2,0	2,34	<b>2,10</b>	<b>2,05</b>

**Tabelle 16 Standardabweichung der Richtung**

Die Standardabweichungen der Richtung links und rechts der zur Verfügung gestellten Gleisdaten überschreitet die

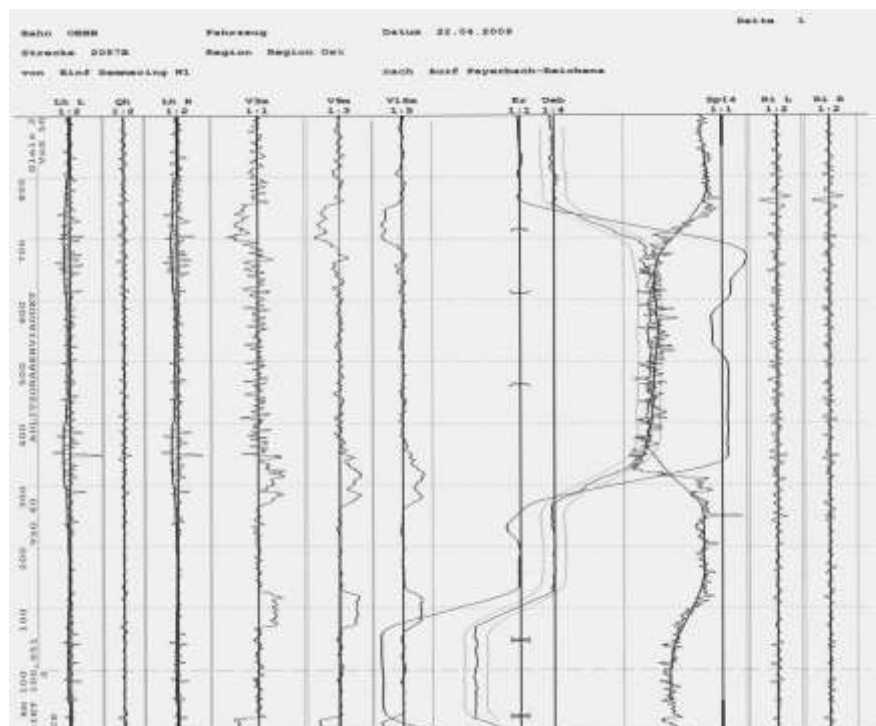
- Bandbreite der AS gemäß DB IS2-T1.

### 6.13. Beurteilung der Gleislage durch [2]

#### 6.13.1. Beurteilung der zur Verfügung gestellten Daten

*Die Datenqualität des Oberbaumessschriebes ist gut (siehe Abbildung 42).*

*Der Gleislagemessschrieb aus der vorherigen Messung vom 22. April 2009 zeigt ein ähnliches Bild.*



**Abbildung 54 Gleislagemessschrieb vom 22. April 2009 - Quelle IM**



### 6.13.2. Kontrolle der Ortung (Stationierung)

Nach dem Erhalt der Daten war es notwendig zu überprüfen, inwieweit die Kilometrierung des Oberbaumesswagens EM 250 mit der tatsächlichen Entgleisungsstelle von der Kilometerangabe mit der Kilometrierung übereinstimmt. Dazu wurden die Daten der händischen Messungen mit den Daten des Oberbaumesswagens verglichen.

Es ergab sich entsprechend [1b] ein Unterschied von 13,6 m in der Angabe der Kilometrierung. Es werden daher die Messwerte des Oberbaumesswagens um 13,6 m verschoben, um die Entfernungen des Oberbaumesswagens den händisch gemessenen Entfernungen anzupassen.

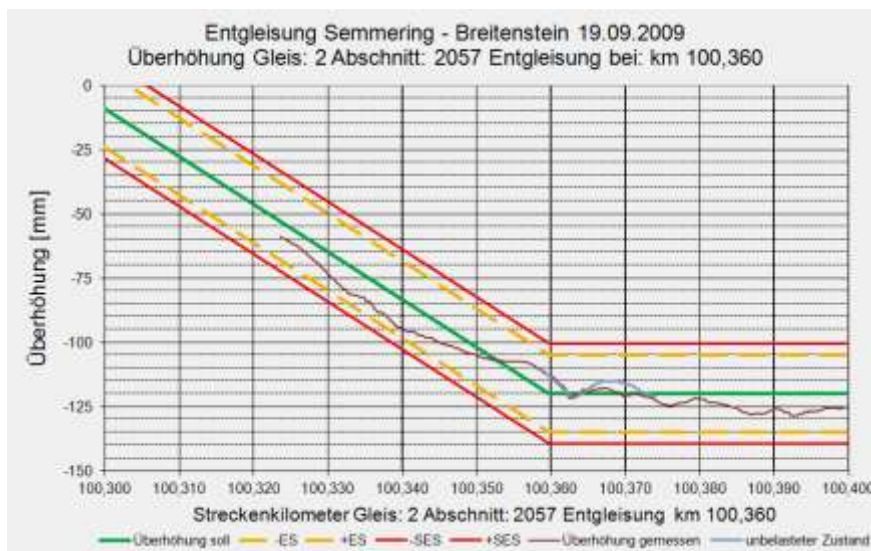


Abbildung 55 Überhöhung - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben – Quelle [2]

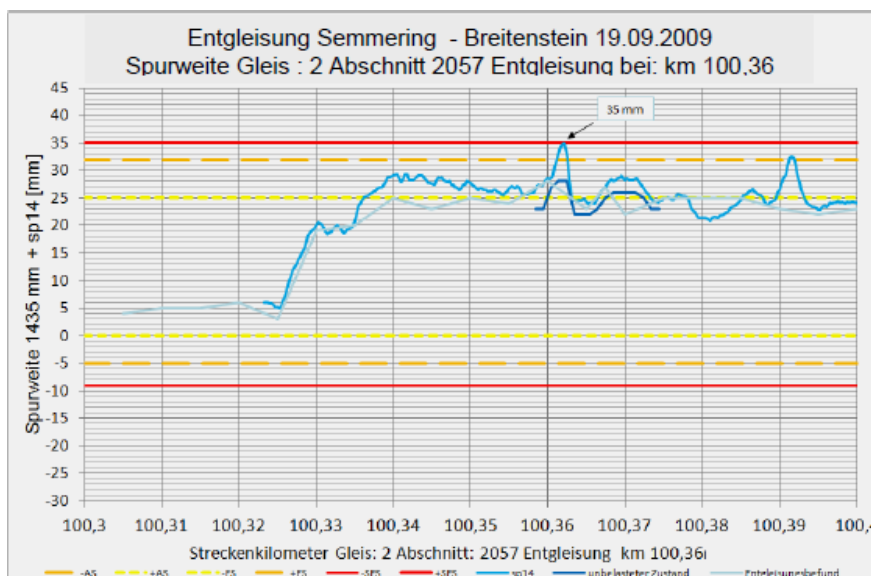


Abbildung 56 Spurweite - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]



**Die Stationierung der Messung entspricht nicht der gemäß [1b] angegebenen Stationierungsgenauigkeit von weniger als 10 m.**

6.13.3. Ergebnisse der Messung - Pfeilhöhe

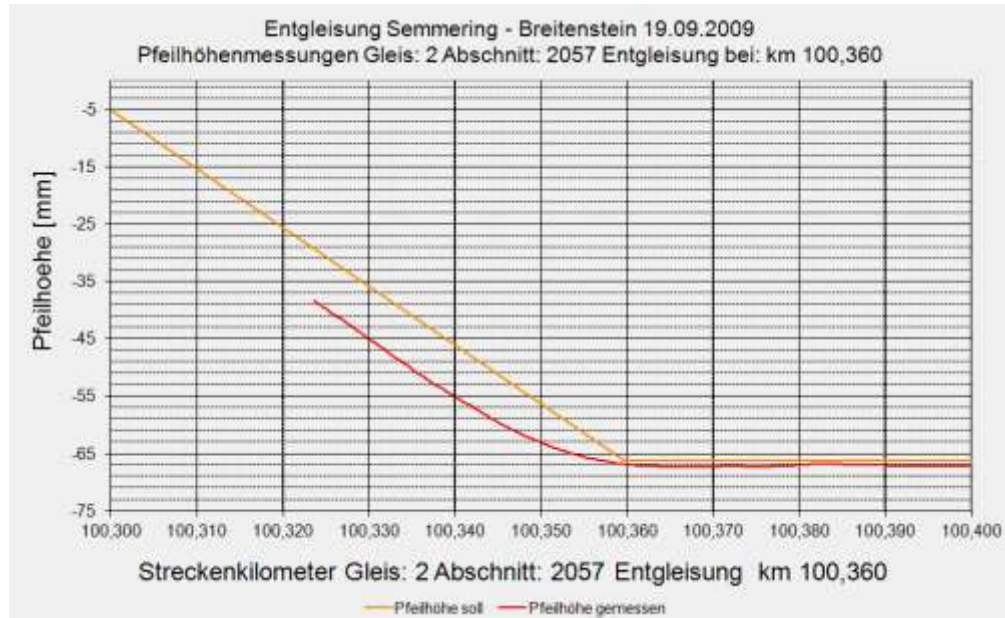


Abbildung 57 Pfeilhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

*Der Krümmungsverlauf zeigt eine Abweichung die jedoch als nicht entgleisungskausal beurteilt wird.*

6.13.4. Ergebnisse der Messung - Längshöhe

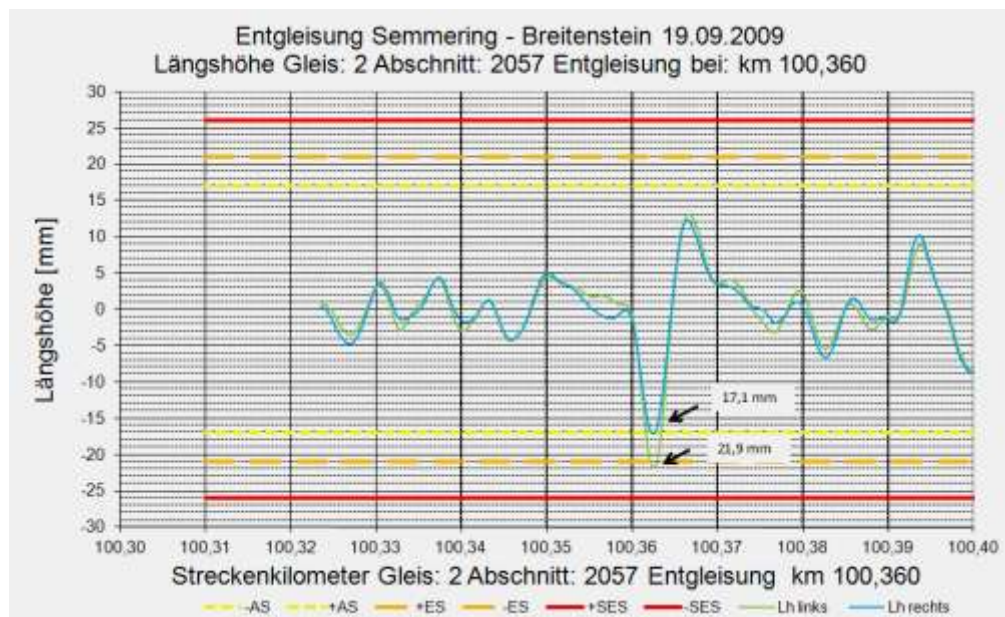


Abbildung 58 Pfeilhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

**Die SES von 26 mm bei der Belastung durch die Radlast des Oberbaummesswagen EM 250 wurde nicht erreicht, die Werte liegen jedoch oberhalb der ES der Längshöhe. Entgegen [1b] zeigen die Ergebnisse der Längshöhe eine Überschreitung der ES von 5% (100%=ES) oder 18% des Bereiches zwischen ES und der SES werden ausgenutzt.**

Aufgrund der Überschreitung der ES ist aus den Stellungnahmen keine korrigierende Instandhaltungsmaßnahme ersichtlich, damit die SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden. Gemäß [1b] wird die Überschreitung der ES der Längshöhe nicht erwähnt. Es kommt infolge der Abnahme der Längshöhe zu einer Radentlastung.

Wenn das Fahrzeug unter Längsdruckbelastung bei mangelhaft geschmierten Puffertellern steht, kommt es zu einer zusätzlichen Radentlastung.

Die tatsächlich zulässige Geschwindigkeit beträgt 50 km/h.

Zur Beurteilung der Gleislagequalität EN14363 ist, um die grundsätzlichen Forderungen an die Gleislage von Versuchsgleisen zu erfüllen, zunächst eine Auswahl der Auswertungsabschnitte zu treffen. Maßgebend für die Einbeziehung eines Auswertungsabschnittes sind bei der fahrtechnischen Prüfung die absoluten Größtwerte  $\Delta z_{max}^0$ . Überschreitet einer von ihnen das Qualitätsniveau **QN 3**, wird der betreffende Auswertungsabschnitt von der weiteren Auswertung ausgeschlossen. Das heißt für diese Werte ist es nicht notwendig, dass ein Fahrzeug bei einer vorgegebenen Geschwindigkeit die Grenzen der Fahrsicherheit einhält.

$v_{max}$ [km/h]	<b>QN 1</b> [mm]	<b>QN 2</b> [mm]	<b>QN 3</b> [mm]	$\Delta z_{max}^0$ <b>links</b> [mm]	$\Delta z_{max}^0$ <b>rechts</b> [mm]
$v \leq 80$ kmh	12	14	18,2	<b>21,9</b>	17,1

**Tabelle 17 Vergleich mit den aus der EN 14363 festgelegten zulässigen Werten - Quelle [2]**

Zieht man die Mittelwert - Spitze entsprechend EN14363 heran, wird das Qualitätsniveau **QN 3** (100%=**QN 3**) wesentlich (um 20%) überschritten. Es kann dabei nicht davon ausgegangen werden, dass das Fahrzeug die Grenzwerte der Fahrsicherheit einhält.

#### 6.13.5. Ergebnisse Detailuntersuchungen Längshöhe lange Wellenlängen (EN 13838)

Die Längshöhe berücksichtigt aufgrund der Filterung nur Wellenlängen von ca. 25 m. Im relevanten Entgleisungsbereich waren für die Längshöhe mit 70 m Wellenlänge keine brauchbaren Daten verfügbar. Von einer Einbeziehung in die Untersuchungen wurde abgesehen.

### 6.13.6. Ergebnisse Querhöhe

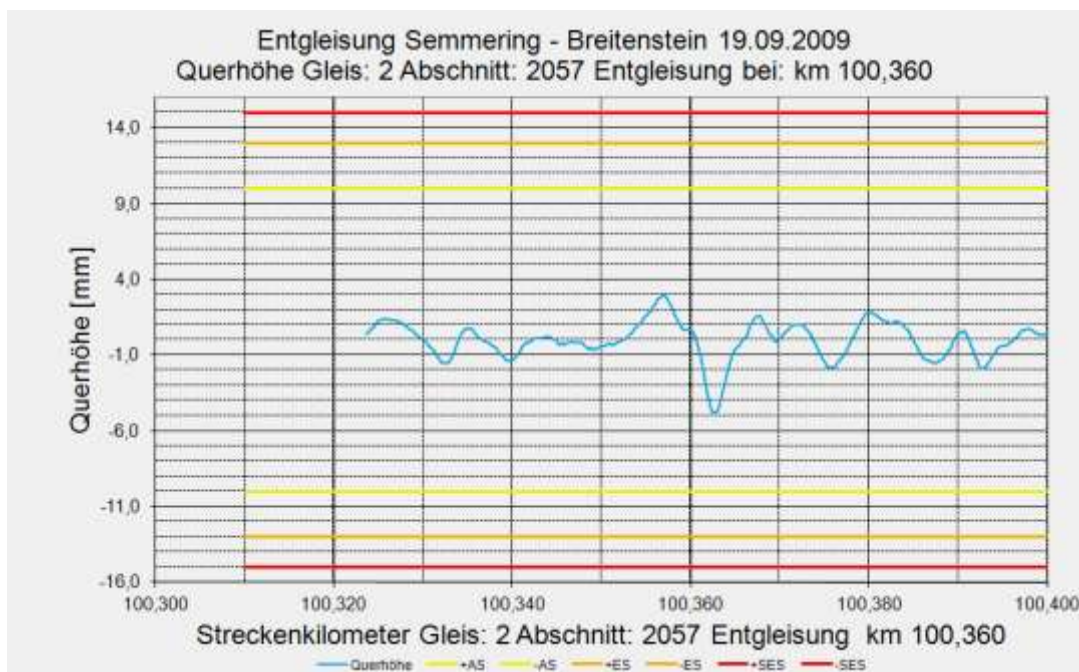


Abbildung 59 Querhöhe - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

Die Ergebnisse für die Querhöhe der Differenz aus den Messsignalen des Messwagens der Längshöhe des linken und rechten Schienenstranges, zeigen keine Überschreitungen der ES oder ESE.

### 6.13.7. Schmierzustand der Fahrkanten

Anhand einiger Abbildung war erkennbar, dass die Außenschiene ausreichend durch die Triebfahrzeuge geschmiert war bzw. ausreichend Schienenschmiereinrichtungen vorhanden waren.

Der tatsächliche Schienenschmierzustand wurde nicht ausreichend dokumentiert.

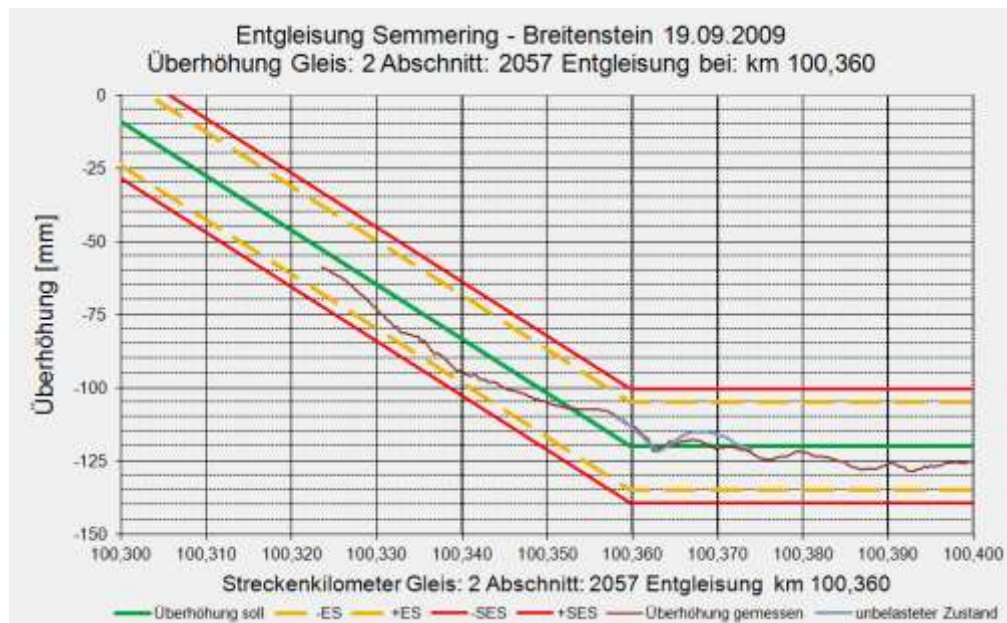
### 6.13.8. Ergebnisse der Messung – 3-m-, 9-m- und 16-m-Verwindung

Von der Null-Linie zum Spitzenwert ergeben sich für die Verwindung auf einer Basis von 3 m, 9 m und 16 m im Bereich der Entgleisungsstelle keinerlei Überschreitung einer ES oder SES.

**Im zum Zeitpunkt der Entgleisung gültigen DB IS2-T1 sind sowohl ES bzw. SES für den Mittelwert zum Spitzenwert enthalten. Im DB IS2-T1-2010 gültig ab 1. Juni 2010 sind diese Werte zum Teil nicht mehr enthalten.**



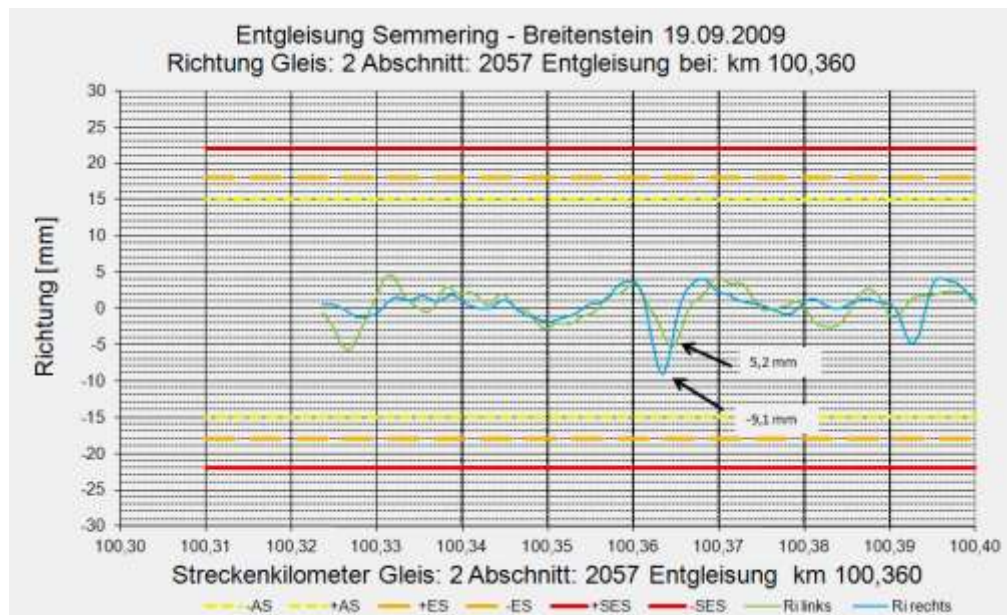
### 6.13.9. Ergebnisse der Messung – Gegenseitige Höhenlage



**Abbildung 60** Gegenseitige Höhenlage - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

Die gegenseitige Höhenlage ist die Differenz zwischen der gemessenen Überhöhung und Soll-Überhöhung laut Bogenverzeichnis. Es ist ein wesentlicher Fehler in der gegenseitigen Höhenlage erkennbar. Für die Entgleisung ist jedoch dieser wesentliche Fehler in der gegenseitigen Höhenlage nicht relevant.

### 6.13.10. Ergebnisse der Messung – Richtung



**Abbildung 61** Richtung - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

Bei der Gleislageabweichung der Richtung zeigen die Ergebnisse der Messungen des Oberbaumesswagens EM 250 keine Überschreitungen der SES, der ES bzw. AS nach dem zum Zeitpunkt der Entgleisung gültigen DB IS2-T1.

**Erkennbar ist, dass gleichzeitig zu den Fehlern der Längshöhen und der Spurweite ein Richtungsfehler in km 100,36 auftritt.**

#### 6.13.11. Ergebnisse der Messung – Spurweite

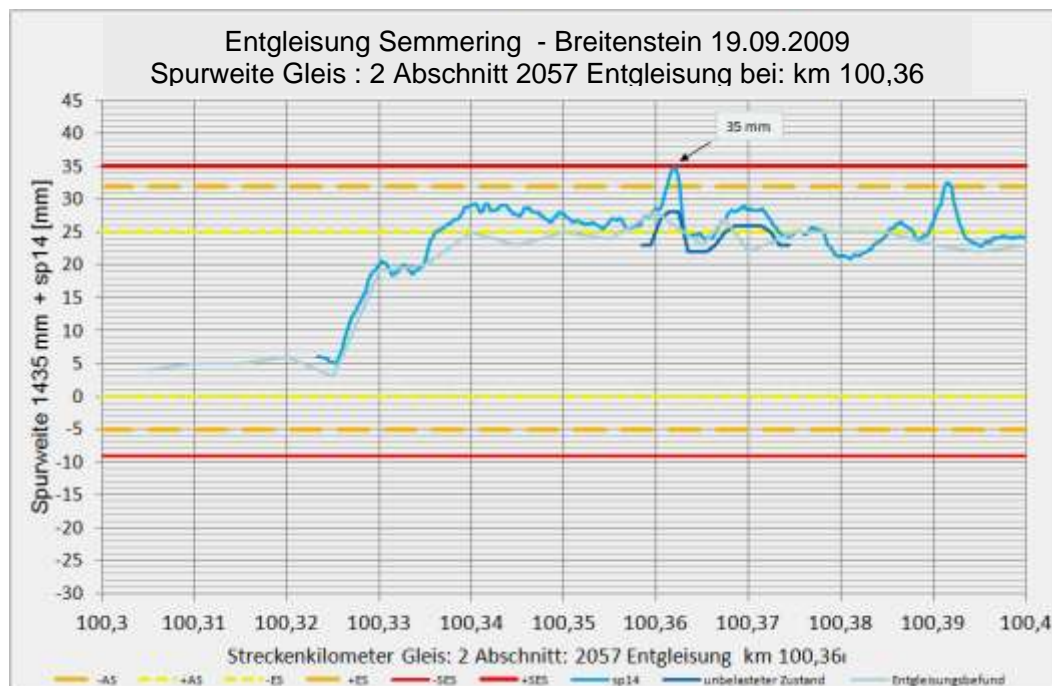


Abbildung 62 Spurweite - Daten des Messwagens um 13,6 m verschoben - Quelle [2]

Bei der Spurweite zeigen die Ergebnisse der Messungen des Oberbaumesswagens EM250 im Bereich der Entgleisungsstelle das Erreichen der SES und kurz zuvor das Überschreiten der ES entsprechend dem zum Zeitpunkt der Entgleisung gültigen DB IS2-T1.

#### 6.13.12. Ergebnisse der Schienenprofilmessung

Der Oberbaumesswagen besitzt eine Vorrichtung zur Erfassung der Schienenprofile.

Die Schienenprofile zeigten die für diese engen Bögen typische Verschleißformen. Auffällig ist die unterschiedliche Neigung und Ausmaß der Abnutzung die auf ausgeprägte Stellen von Kraftspitzen aufgrund der sich ändernden Spurweite schließen lässt.

Bei zwei Profilen (unter Berücksichtigung der Stationierung im Bereich der maximalen Spurweiten) war keine ausreichende Generierung der Schienenprofile möglich.



Die maximal zulässige Seitenabnutzung der Schienen von 18 mm laut DV B52, Tafel 1 für die Schienenform S49 wurde nicht überschritten. Die verglichene Höhenabnutzung laut DV B52 des Schienenprofils in km 100,35 (= ca. km 100,363) erreicht den zulässigen Grenzwert.

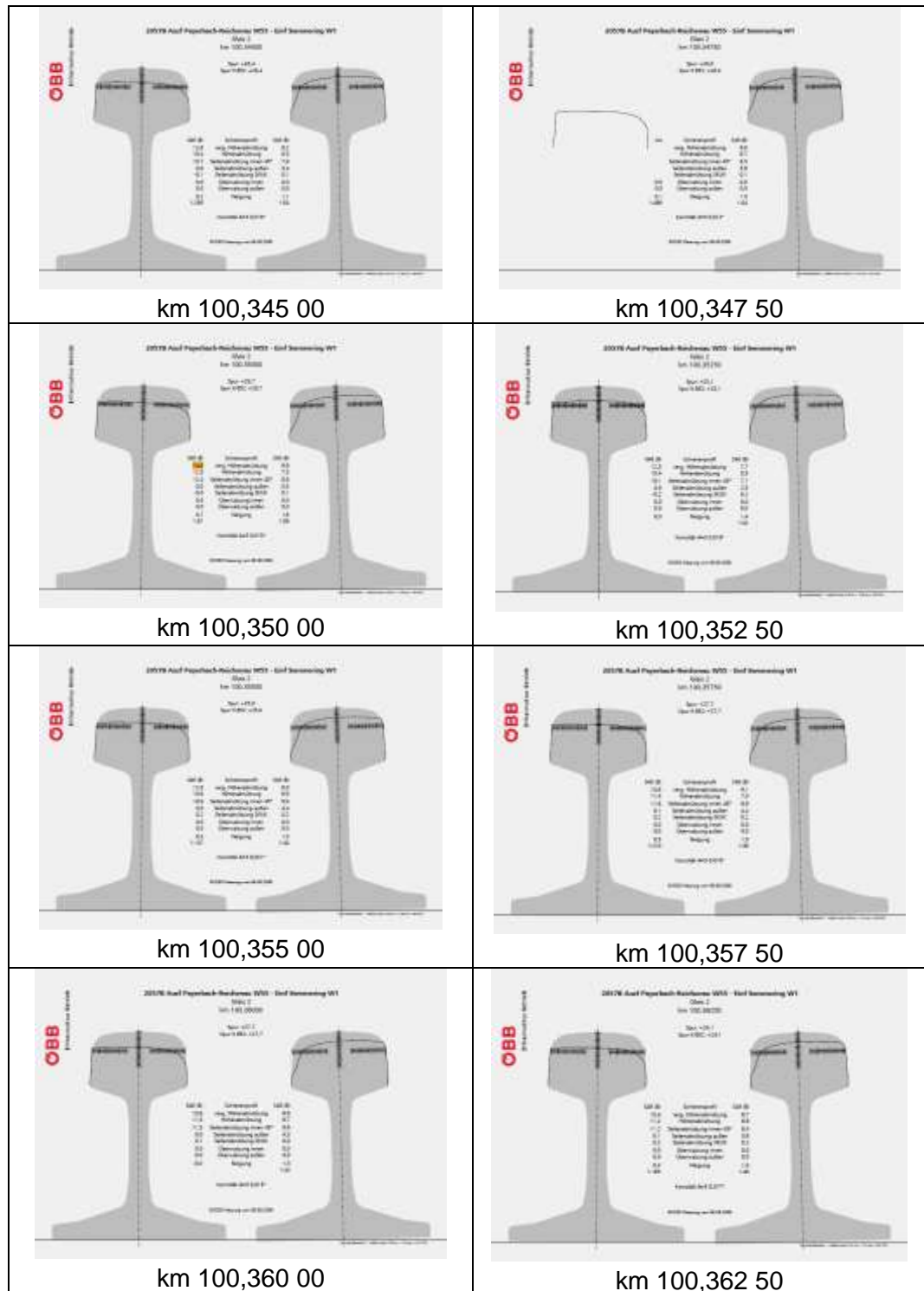
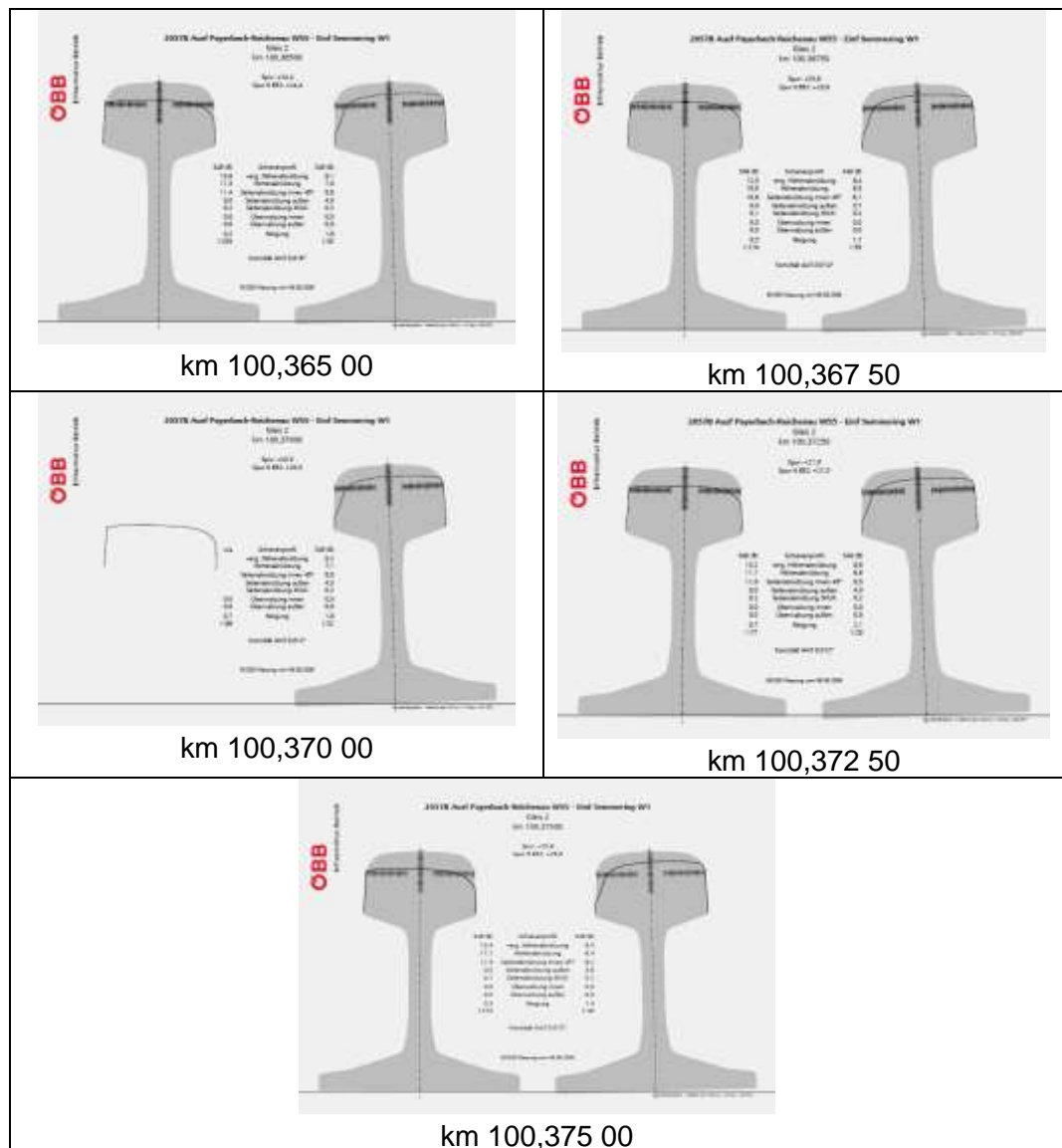


Abbildung 63 Schienenprofile im Bereich der Entgleisungsstelle 1 - Quelle IM



**Abbildung 64 Schienenprofile im Bereich der Entgleisungsstelle 2 - Quelle IM**

#### 6.14. Stand der Technik Entgleisungsdetektion

##### 6.14.1. Zugbeobachtung – Quelle [2]

*Seit der 1977 erfolgten Inbetriebnahme der Fernbedienung der Betriebsstellen der Nordrampe der Semmeringstrecke (außer Bf Gloggnitz und Bf Payerbach-Reichenau) von Bf Semmering aus, wurde die Zugbeobachtung im Bf Breitenstein eingestellt. Zu dem damaligen Zeitpunkt war keine Technologie der Entgleisungsdetektion oder präventive Messsysteme zur Feststellung des Laufzustandes verfügbar.*

#### 6.14.2. Grundsätze Entgleisungsdetektion – Quelle [2]

*Der Entgleisungsdetektor erkennt einen entgleisten Radsatz, in dem er den Zustand, dass die Radsätze nicht mehr im Gleis laufen, erfasst und auswertet.*

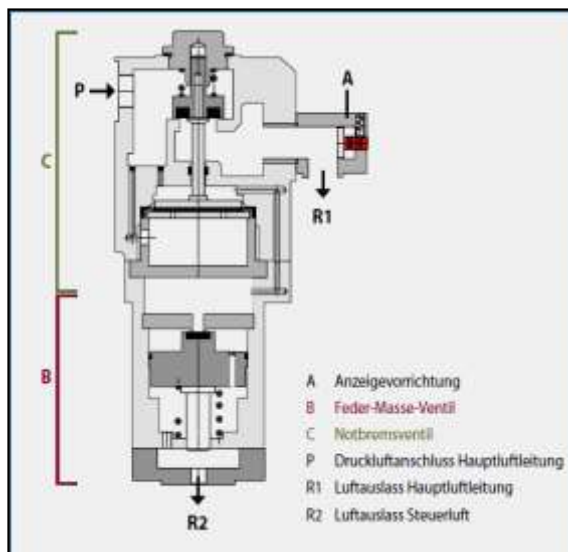
*Es gibt*

- *Fahrzeugseitige angeordnete Entgleisungsdetektoren*
- *Fahrwegseitige angeordnete Entgleisungsdetektoren*

*Wichtig wäre, dass der entgleiste Zug durch eine Betriebsbremsung zum Stillstand gebracht wird und gegebenenfalls ein entgegenkommender Zug unmittelbar zum Halt gebracht wird. Eher nachteilig wird hier die Einleitung einer Zwangs-/Schnellbremsung angesehen.*

#### 6.14.3. Fahrzeugseitige Entgleisungsdetektion – Quelle [2]

Der Entgleisungsdetektor erkennt eine entgleiste Achse, indem er die Stöße der Laufräder über die Bahnschwellen erfasst und auswertet.



Im Fall einer Entgleisung kommt es zu erhöhten Vertikalbeschleunigungen, die von dem Feder-Masse-Ventil registriert werden. Dieses aktiviert sofort das Notbremsventil, welches die HLL öffnet und damit eine Schnellbremsung einleitet. Dabei wird die HLL nahezu vollständig entlüftet. Der Zug wird durch eine Schnellbremsung automatisch zum Stillstand gebracht. Ziel ist die Begrenzung von Folgeschäden nach einer Entgleisung. Angeboten werden Entgleisungsdetektoren für die Verbesserung der Sicherheit von Schienenfahrzeugen. Zur Auswahl stehen ein elektronisches System und ein pneumatisches System - beide eignen sich für eine Vielzahl von Fahrzeugtypen.

**Abbildung 65 Fahrzeugseitiger Entgleisungsdetektor - Quelle Knorr Bremse**

#### 6.14.4. Fahrwegseitige Entgleisungsdetektion – Quelle [2]

*Durch eine örtliche Einrichtung im Gleis wird ein entgleistes Fahrzeug erkannt, es kann eine Meldung an das Signalsystem oder an den Tzfz erfolgen.*

*Es wird der gesamten Bereich zwischen den beiden Schienen überwacht. Bei manchen Anlagen wird eine Entgleisung sogar in solchen Fällen erkannt, bei denen ein Rad knapp neben der Schiene über die Befestigungselemente läuft.*

Die Systeme besteht typischerweise aus mehreren (Anzahl in Abhängigkeit der Geschwindigkeit) in Reihe geschalteten Sensoren, die an den Gleisschwellen befestigt sind, um auch springende entgleiste Achsen zu erkennen (ein Problem, welches bei hohen Geschwindigkeiten auftritt).

Die Positionierung erfolgt vor Zwangspunkten mit Risikopotential für Entgleisungen wie Tunnel, Bahnhöfe, Brücken, feste Fahrbahn etc. Der Entgleisungsdetektor ist an der Schwelle angebracht.



Abbildung 66 Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Argos Systems

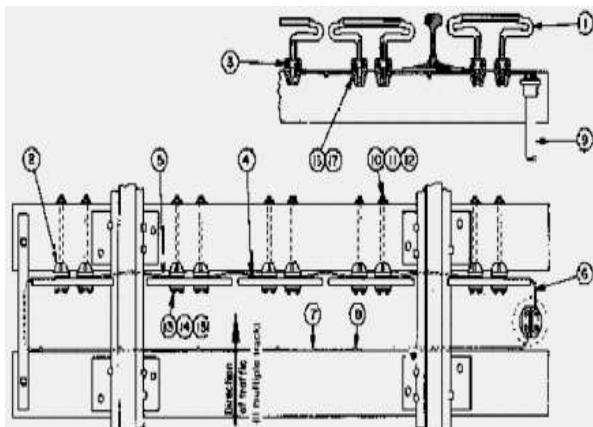


Abbildung 67 Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Safetrain

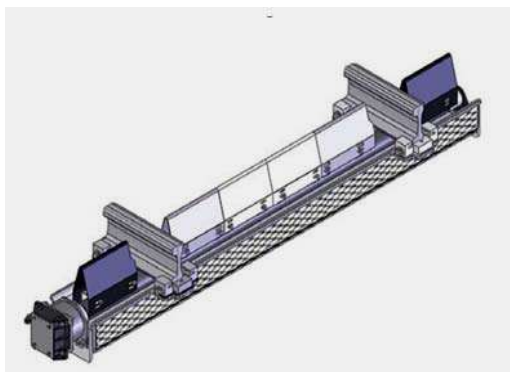


Abbildung 68 Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Thales





**Abbildung 69** Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Vossloh America



**Abbildung 70** Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Inspired Systems



**Abbildung 71** Ortfester Entgleisungsdetektor - Quelle Safety Board of Canada

*Verschiedene Arten von Sensoren (einstellbar und redundant) sorgen für zusätzliche Sicherheit. Wählbare Einstellungen der Empfindlichkeit ermöglichen es, falsche Erkennungen zu minimieren.*

*Durch die einfache und mechanisch robuste Konstruktion und die logische Verknüpfung aller Sensorelemente gibt es bei ausreichenden Zulassungskriterien und Ausführung von Redundanz ein minimiertes Risiko für einen Fehlalarm, welches eine sichere Detektion von entgleisten Achsen vor Risikopunkten wie Tunnel, Brücken, Weichen, etc. gewährleistet.*



## 7. Zusammenfassung der Erkenntnisse

### 7.1. Traktionierung

Die zulässige Fahrgeschwindigkeit wurde von Z 47022 eingehalten.

Die Zugreihung (Hochleistungs E-Bremse an der Zugspitze und herkömmliche E-Bremsen am Zugschluss) widerspricht keinem Regelwerk.

### 7.2. Beteiligte Fahrzeuge

Das entgleiste Fahrzeug kann auf Grund seines Erhaltungszustandes als Ursache für die Entgleisung ausgeschlossen werden.

### 7.3. Zugbildung

Die erhöhte Reibung zwischen den Puffertellern auf Grund des mangelhaften Schmierzustandes und den dadurch entstandenen Verriefungen haben den Entgleisungsvorgang begünstigt.

### 7.4. Fahrweg

Auf Grund der Trassierung (Radius  $R = 188,7$  m und Überhöhung  $u = 120$  mm) liegt die Entgleisungsstelle im Bereich 3 gemäß ORE B55/RP8, Figur 7. Als zusätzliche Sicherheit gegen Entgleisungen werden für den Bereich 3 im Bericht ORE B55/RP8, Figur 7 das Anbringen von Leitschienen oder Einrichtungen für die Schmierung der Schienen (Fahrkante) genannt.

Die Nordrampe der Semmeringstrecke ist durchgehend mit Einrichtungen zur Schmierung der Fahrkante ausgerüstet.

Zusammentreffen mehrerer Mängel der Gleislage:

- Spurweite: SES erreicht
- Längshöhe linke Schiene: ES (um 4 %) und **QN 3** (um 20 %) überschritten
- Längshöhe rechte Schiene: AS (geringfügig) überschritten
- Gegenseitige Höhenlage deren Verlauf an eine Sprungschanze erinnert – Quelle [2]

Zusätzlich wirken sich nachstehende Gleisparameter ungünstig aus:

- Richtung, obwohl kleiner als die AS
- Schienenabnutzung im Entgleisungsbereich

## 7.5. Regelwerke für die Gleisinstandhaltung

Im DB IS 2-T1 fehlt ein Änderungsverzeichnis.

Messwertverlust durch glättende Messbedingungen gemäß DB IS 2-T1, Punkt 4.1, letzter Absatz:

*Die Werte für AS, ES und SES für Längshöhe, Querhöhe, Richtung, Verwindung und Spurweite gelten dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 1 m (3 m bei Spurverengung) überschritten werden.*

**Damit konnten bestimmte Überschreitungen nicht erkannt werden.**

Dies widerspricht den Regelungen der Spurweite gemäß EN 13848-1, Punkt 4.2.7 Auswerteverfahren:

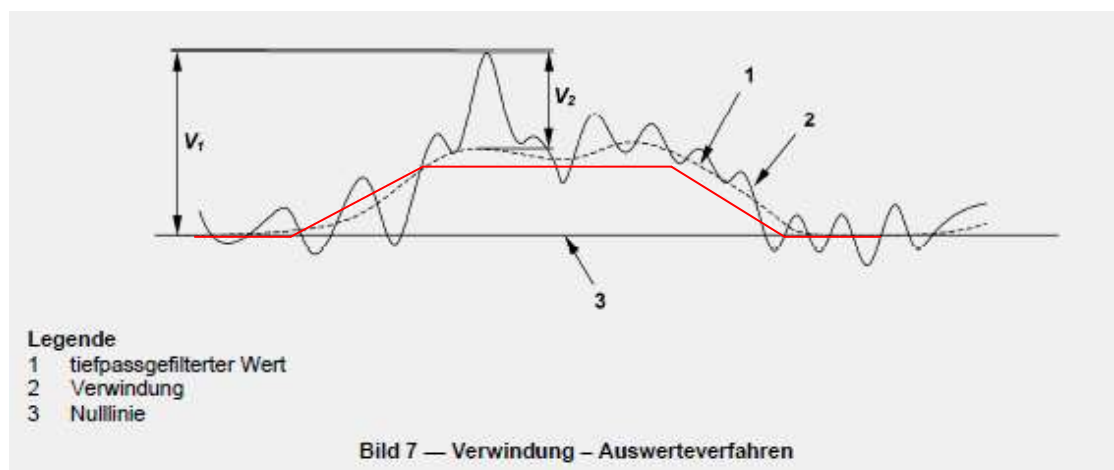
*Einzelne Fehler werden durch den Abstand vom Nennwert zum Spitzenwert (minimalen und maximalen Spitzenwert) dargestellt.*

Darstellung der Parameter der Gleisverwindung:

Nulllinie zum Spitzenwert

Mittelwert zum Spitzenwert

Die in der Abbildung 33 (DB IS2-T1) und Abbildung 34 (EN 13848-1) dargestellten Zusammenhänge der Gleisverwindung Mittelwert zum Spitzenwert zeigen den Zusammenhang dieser Gleisparameter für den Fahrzeuglauf.



**Abbildung 72 Zusammenhang Nulllinie - Mittelwert – Spitzenwert der Gleisverwindung – Quelle EN 13848-1**

Die in der vorstehenden Abbildung dargestellte rote Linie bedeutet die vorgesehene Gleisverwindung.

## 8. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten

keine

## 9. Ursache

Die Entgleisung von Z 47022 resultiert aus dem Zusammentreffen von Gleislagefehler und dem Auftreten von zu hohen Pufferquerkräften infolge unzureichender Pufferschmierung und daraus entstandenen Verriefungen.

Die Kollision von Z 753 mit Z 47022 ist eine Folge der Entgleisung von Z 47022.

## 10. Berücksichtigte Stellungnahmen

Siehe Beilage.

## 11. Sicherheitsempfehlungen

Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an
11.1 A-2012/007	Sicherstellung, dass bei der Zugbildung die Pufferteller ausreichend geschmiert sind (AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 5.2.3.1 und Punkt 5.2.3.2). Begründung: Laut aufliegenden ERRI-Berichten erhöhen sich bei mangelhaft bzw. ungeschmierten Puffern im Zugverband die Pufferquerkräfte auf bis zu 100% im Vergleich zu ordnungsgemäß geschmierten Puffern.	RU
11.2 A-2012/008	Sicherstellung, dass bei Überschreitungen von Gleislageparametern diese auch messtechnisch dargestellt werden. Begründung: Das Erreichen der SES der maximalen Spurweite und das Überschreiten der ES der Längshöhe wurden im Einzelfehlerbericht nicht ausgewiesen.	IM

Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an
11.3 A-2012/009	Für enge Bögen unter 250 m Radius und mit Überhöhungen im Bereich 3 entsprechend ORE B55/RP8 wird empfohlen die Werte der Geschwindigkeitsstufe $80 < v \leq 120$ für die AS, ES, SES insbesondere der Längshöhe anzuwenden. Insbesondere dem Bogenende beim Übergang auf den Übergangsbogen ist bei engen Bögen ein besonderes Augenmerk zu schenken. Anmerkung: Quelle [2]	IM
11.4 A-2012/010	Es wird empfohlen, wenn gleichzeitig mehrere Gleislagefehler, die in ihrer Kombination zu einer wesentlichen Radentlastung und einem gleichzeitigem Anstieg der Radquerkraft führen, bereits einer Überschreitung der ES Sofortmaßnahmen zur Beseitigung des Gleislagefehler einzuleiten, um zu vermeiden, dass Grenzen der Fahrsicherheit wesentlich überschritten werden. Anmerkung: Quelle [2]	IM
11.5 A-2012/011	Es wird empfohlen, den Absolutbetrag der Längshöhe mit der AS, ES, SES zu vergleichen und in den Einzelfehlerbericht gemäß DB IS2-T1 aufzunehmen. Anmerkung: Quelle [2]	IM
11.6 A-2012/012	Es wird empfohlen, in einer unangekündigten jährlichen Schwerpunktaktion stichprobenartig bei Zügen die auf Steilstrecken verkehren, nachweislich zu überprüfen welche RU die Pufferschmierung ordnungsgemäß gemäß AVV durchführen. Die Prozesse der Überwachung und Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Pufferzustandes sind von den RU zu optimieren. Anmerkung: Quelle [2]	IM
11.7 A-2012/013	Es wird empfohlen, die technischen Voraussetzungen zu schaffen, um für die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage die Soll-Überhöhung mit der gemessenen Überhöhung vergleichen zu können. Anmerkung: Quelle [2]	IM



Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an												
11.8 A-2012/014	Es wird empfohlen, im DB IS2-T1 die bisherige Höhe der ES der gegenseitigen Höhenlage neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren. Anmerkung: Quelle [2]	IM												
11.9 A-2012/015	Es wird empfohlen, für die gegenseitige Höhenlage im DB IS2-T1 die bisherige Höhe der ES neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren. <table border="1" data-bbox="469 725 1243 969"> <thead> <tr> <th>Strecken- und Gleisrang</th> <th>AS [mm]</th> <th>ES [mm]</th> <th>SES [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a</td> <td>± 5</td> <td>± 10</td> <td>± 15</td> </tr> <tr> <td>in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen</td> <td>± 10</td> <td>± 15</td> <td>± 20</td> </tr> </tbody> </table> Anmerkung: Quelle [2]	Strecken- und Gleisrang	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]	im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a	± 5	± 10	± 15	in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen	± 10	± 15	± 20	IM
Strecken- und Gleisrang	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]											
im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a	± 5	± 10	± 15											
in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen	± 10	± 15	± 20											
11.10 A-2012/016	Sicherstellung, dass im DB IS2-T1, Punkt 4.1, letzter Absatz den Bestimmungen der EN 13848-1 angepasst wird. Begründung: Siehe Punkt 7.5.	IM												
11.11 A-2012/017	Sicherstellung, dass durch einem kontinuierlichen Verbesserungsprozesses unter Beteiligung interner und externer Experten der DB IS2-T1 an die geltenden TSI, EN und sonstigen Regelwerke aktualisiert wird. Weiteres sollte die Auswirkung von kombiniert auftretenden Gleislagefehler berücksichtigt werden.	BMVIT IM												

Punkt Laufende Jahres- nummer	Sicherheitsempfehlung (nicht unfallkausal)	richtet sich an
11.12 A-2012/018	Überprüfung, ob im Zuge des Qualitätsmanagementsystems im DB IS2-T1 ein Änderungsverzeichnis zur Dokumentenlenkung erforderlich ist.	IM
11.13 A-2012/019	Überprüfung, ob Teile des derart aktualisierten DB IS2-T1 durch Übernahme in die EisBBV auf allen normalspurigen Eisenbahnen in Österreich angewendet werden muss. Begründung: Einheitliches Regelwerk für das Verhalten von Personal auf allen normalspurigen Eisenbahnen.	BMVIT
11.14 A-2012/020	Überprüfung, ob die Verwendung ortsfester Entgleisungsdetektoren vor Zwangspunkten mit Risikopotential wie Bahnhöfe, Brücken, Gleisabschnitte mit fester Fahrbahn, Tunnel u.s.w. erforderlich sind. Begründung: Bei Verwendung eines ortsfesten Entgleisungsdetektors vor dem Viadukt „Kalte Rinne“ hätte ermöglicht Z 47022 spätestens vor dem Ausfahrtsignal des Bf Breitenstein anzuhalten.	BMVIT IM

Wien, am 21. Februar 2012

Bundesanstalt für Verkehr  
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes  
Der Untersuchungsleiter:

Ing. Johannes Piring er eh

Beilagen: Auszug aus Gutachten [2]  
Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

## Beilage Auszug aus Gutachten

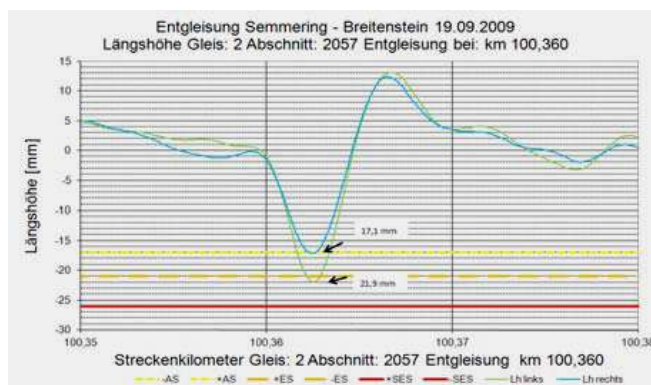
### Schlussfolgerungen aus der Befundaufnahme

#### **Voraussetzungen für die Entgleisung – Oberbau**

Das gleichzeitige Auftreten verschiedener Gleislagefehler:

- **Eines Längshöhenfehlers von 21,9 mm, der die ES um 5 % (100 % = ES 21 mm) überschritten hat und zu einer Radentlastung führt.**

Anmerkung 1: Eine Einleitung einer Instandhaltungsmaßnahme war aus den Unterlagen nicht ersichtlich. In [1b] wurde die Überschreitung der ES nicht erwähnt.



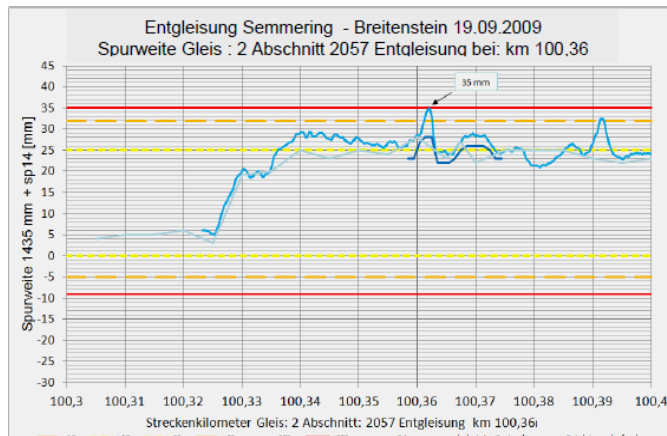
Anmerkung 2: Erkennbar wird, dass im Wesentlichen im Bogen beide Gleise nach unten gehen.

Für diese Art des Vollbogens gibt es kein Kriterium.

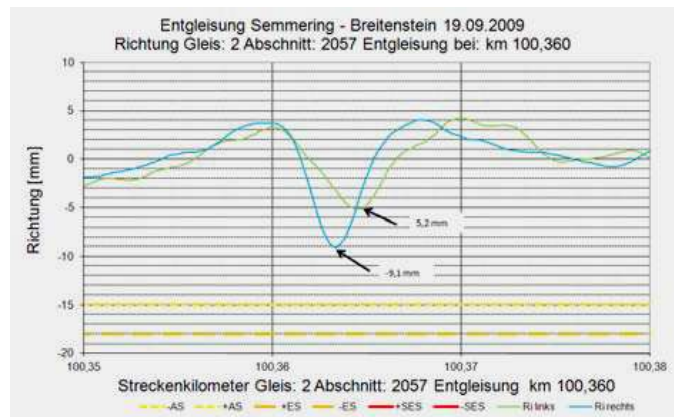
- **Eines Spurerweiterungsfehler der den Grenzwert der SES erreicht hat.**

Anmerkung 1: Der Spurweitenfehler kommt auf der Bogenaußenseite zur Wirkung.

Anmerkung 2: Eine Einleitung einer Instandhaltungsmaßnahme war aus den Unterlagen nicht ersichtlich. In [1b] wurde die Überschreitung der ES erwähnt.

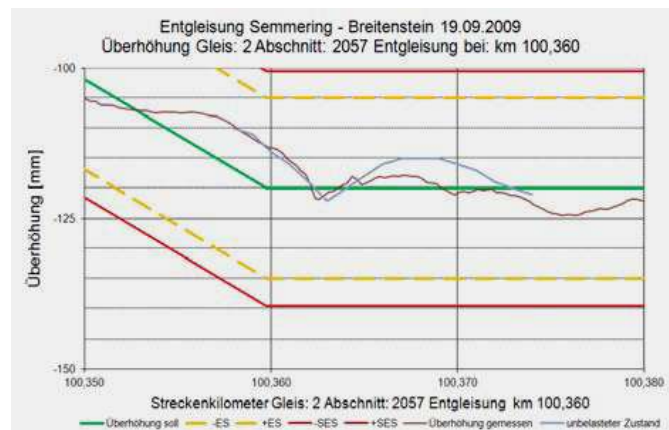


- **Eines Richtungsfehler** von 9,1 mm der wesentlich kleiner als die AS ist.



- **Eines Überhöhungsverlaufes** der an eine „Sprungschanze“ erinnert.

Anmerkung 1: Dies ist eher ein langwelliger Fehler. erkennbar ist die Spitze der Überhöhung an der das Fahrzeug entgleist



Der sehr engen Bogen mit einem Bogenradius  $R=188,7\text{ m}$  und Beginn eines Übergangsbogens ist eine der Voraussetzungen für das Auftreten der Entgleisung an dieser Stelle.

Durch die beginnende Verwindung kommt es zu einer zusätzlichen Radentlastung des führenden Rades. Gleichzeitig kommt es durch einen nicht geringfügigen Mangel in der Längshöhe zu einer Radentlastung beider Räder. Es lag also in diesem Sinne das gleichzeitige Auftreten eines Längshöhenfehlers am Ende eines Bogens und am Übergang zu einem Verwindungsbogen vor, so dass man von einer Verwindungsentgleisung bei Auftreten von höheren Radquerkräften infolge unzureichender Pufferschmierung sprechen kann.

Fahrzeuge sind entsprechend EN14363 grundsätzlich nur auf Bögen  $> 250\text{ m}$  geprüft und es kann nicht vorausgesetzt werden, dass sie auf einer Gleislagequalität schlechter als **QN 3** die Grenzwerte der Fahrsicherheit einhalten. Dementsprechend ist gerade in diesen Bögen darauf zu achten, dass die Qualitätswerte der EN 14363 eingehalten werden.



#### *Schlussfolgerung:*

*Das gleichzeitige Auftreten mehrerer Gleislagefehler an einer Stelle am Ende eines Bogens mit einer Überhöhung im Bereich 3 entsprechend ORE B55/RP8 und am Beginn des Übergangsbogens führt zu einer Radentlastung infolge eines nichtgeringfügigen Mangels in der Längshöhe und der beginnenden Verwindung des Übergangsbogen. Ausreichende Entgleisungssicherheit ist nicht mehr gegeben. Bei Erhöhung der Radquerkraft durch mangelnde Instandhaltung (Pufferquerkräfte) wird der Grenzwert der Fahrsicherheit gegen Entgleisen Y/Q wesentlich überschritten.*

#### *Empfehlung:*

*Für enge Bögen unter 250 m mit Überhöhungen im Bereich 3 entsprechend ORE B55/RP8 wird empfohlen die Werte der Geschwindigkeitsstufe  $80 < V \leq 120$  für die AS, ES, SES insbesondere der Längshöhe anzuwenden. Insbesondere dem Bogenende beim Übergang auf den Übergangsbogen ist bei engen Bögen ein besonderes Augenmerk zu schenken. Es wird empfohlen, wenn gleichzeitig mehrere Gleislagefehler, die in ihrer Kombination zu einer wesentlichen Radentlastung und einem gleichzeitigem Anstieg der Radquerkraft führen bereits einer Überschreitung der ES Sofortmaßnahmen zur Beseitigung der Gleislagefehler einzuleiten um zu vermeiden das Grenzen der Fahrsicherheit wesentlich überschritten werden.*

#### **Voraussetzungen Entgleisung - Einzelfehlerbericht Oberbau**

*Der genannte Längshöhenfehler ist im Einzelfehlerbericht gemäß DB IS2-T1 (aus [1b]) nicht enthalten.*

#### *Schlussfolgerung :*

*Das Auftreten eines Gleislagefehlers der Längshöhe der zu einer Radentlastung führt ist in Bögen an der äußeren Schiene entgleisungsrelevant.*

#### *Empfehlung :*

*Es wird empfohlen den Absolutbetrag der Längshöhe mit der AS, ES, SES zu vergleichen, und in den Einzelfehlerbericht gemäß Instandhaltungsplan aufzunehmen.*

### **Voraussetzungen für die Entgleisung – Fahrzeug**

Bei allen Wagen des Zuges 47022 wurde ein nicht ordnungsgemäßer Schmierzustand (keine bzw. mangelhafte Pufferschmierung) der Pufferteller (AVV Pkt. 5.2.3.1 und Pkt.5.2.3.2) festgestellt.

Insbesondere der 4. Wagen rechte hintere Pufferteller in Fahrtrichtung gesehen weist komplett blanke Stellen in den Berührungspunkten der Puffertellerflächen auf.

Ein zu straffes Kuppeln der Wagen 4 und 5 kann nicht ausgeschlossen werden. Der 5. Wagen hat im rechten vorderen Puffer in Fahrtrichtung mangelhafte Pufferschmierung und blanke Stellen.



**Beispiele Pufferschmierzustand im Zug**

Die Puffer der 6. und 7. Wagen wiesen komplett blanke Flächen auf. Bei allen Wagen von Z 47022 wurde ein nicht ordnungsgemäßer Schmierzustand (keine bzw. mangelhafte Pufferschmierung und Verriefungen) der Pufferteller (AVV Pkt. 5.2.3.1 und Pkt.5.2.3.2) festgestellt.

#### **Schlussfolgerung :**

Für den Nachschiebebetrieb ist ausreichende Pufferschmierung und gezieltes Kuppeln der Fahrzeuge eine wesentliche Voraussetzung zur Einhaltung der Grenzwerte der Fahrsicherheit. Der Vollzug des AVV in Hinblick auf ausreichend geschmierte Puffer war bei Z 47022 nicht gegeben. Bei den Übergangsuntersuchungen ist insbesondere bei Zügen die nachgeschoben werden auf ausreichende Pufferschmierung zu achten.

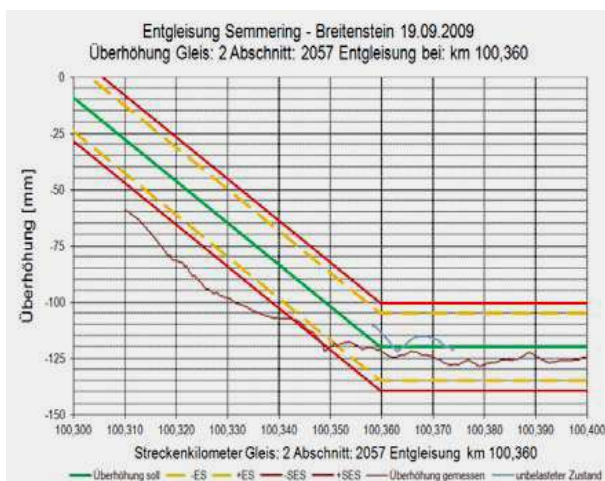
### Empfehlung :

Es wird empfohlen in einer unangekündigten jährlichen Schwerpunktaktion stichprobenartig bei Zügen die auf Steilstrecken verkehren, nachweislich zu überprüfen welche RU die Puffer-schmierung ordnungsgemäß gemäß AVV durchführen. Die Prozesse der Überwachung und Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Pufferzustandes sind von den RU zu optimieren.

### Voraussetzungen Umsetzung von Vorschriften des Oberbaues

Die gegenseitige Höhenlage ist als Differenz der Soll-Überhöhung zur Ist-Überhöhung definiert. Derzeit ist der Vergleich der Soll-Überhöhung mit der Ist-Überhöhung nicht durchführbar (aufgrund technischer Hindernisse, die noch zu lösen sind).

Hätte man dies umgesetzt, hätte man eine Abweichung der Soll-Höhenlage von der Ist-Höhenlage mit der Überschreitung der ES festgestellt wäre so einerseits auf die falsche Stationierung gekommen, andererseits wäre die Gleislage in diesem Übergangsbogen zu untersuchen gewesen.



Die Datenbanken der Bogenverzeichnisse mit der Angabe der Soll-Überhöhung sind auf dem Oberbaumesswagen derzeit nicht direkt verfügbar und werden daher am Messschrieb auch nicht dargestellt. Außerdem werden sie den Daten nicht direkt beigefügt und verglichen.

Anhand eines Oberbaumessschriebes des EM250 ist es derzeit nicht möglich direkt eine Überschreitung festzustellen.

### Überschreitung der SES durch falsche Stationierung

Dadurch ist die Überschreitung einer ES oder einer SES nur in Postprozessing möglich. Insbesondere in Bögen könnte die Nichtbeachtung einer Überschreitung der Abweichung der Überhöhung von der Sollhöhe zu unzulässigen nichtausgeglichene Seitenbeschleunigungen führen.

### Empfehlung:

Es wird empfohlen die technischen Voraussetzungen zu schaffen, um für die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage die Soll-Überhöhung mit der gemessenen Überhöhung vergleichen zu können. Im DB IS2-T1 wird empfohlen, die bisherige Höhe der ES neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren.

## **Schlussfolgerungen - Fehlen von SES**

*Eine der Ursachen der Entgleisung liegt in der Nichtbeachtung einer ES der gegenseitigen Höhenlage, bei gleichzeitigem Fehlen einer SES.*

*Aufgrund der Formulierungen im DB IS2-T1 sind ES bei einer fehlenden SES daher Grenzwerte, deren Überschreitung korrigierende Instandhaltungsmaßnahmen erfordert, damit die nicht explizit definierten SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden. In der Regel und auch entsprechend DB IS2-T1 werden in etwa 30% des Wertes der ES zur SES dazu addiert.*

*Es ist also davon auszugehen, dass in der Praxis aufgrund der fehlenden SES die Interaktion von Fahrzeugen oder das Verhalten der Fahrsicherheit nicht richtig eingeschätzt wird.*

### *Empfehlung:*

*Es wird empfohlen für die gegenseitige Höhenlage im DB IS2-T1 die bisherige Höhe der ES neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren.*

*Aufgrund der Untersuchungen werden also folgende Werte vorgeschlagen:*

*In der Geraden oder im Kreisbogen, als Differenz zwischen gemessener Überhöhung und Soll-Überhöhung (laut Bogenverzeichnis):*

Strecken- und Gleisrang	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a	±5	±10	±15
in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen	±10	±15	±20

**Tabelle empfohlene Grenzwerte der gegenseitigen Höhenlage**

## **Zusammenfassung der Schlussfolgerungen**

### **Grundsätzliche Schlussfolgerungen**

*Zum tatsächlichen Zustand des Fahrzeuges sowie des Gleises bei dieser Entgleisung sind Schlussfolgerungen aus*

- *den Vorschriften und Richtlinien des Oberbaues und des Fahrzeuges,*
  - *dem Zustand der Zug- und Stoßeinrichtungen ,*
  - *dem Zustand der Gleislage,*
  - *dem Zustand des Gleises und der Berührgeometrie vor der Entgleisung*
  - *den Auswertungsverfahren zur Messung der Längshöhe,*
  - *dem Zustand des Fahrzeuges bei der Entgleisung,*
- zu ziehen.*

*Auch bei einer Entgleisung im Bogen ist der Entgleiskoeffizient das Verhältnis  $Y/Q$  der lateralen und vertikalen Radkraft maßgebend. Der Bogen mit einem dem nominale Bogenradius von  $R = 188,7 \text{ m}$  in dem der 5. Wagen entgleiste, ist grob gesehen der erste enge Bogen bei der Bergabfahrt. Das Befahren einer Stelle erfolgt unter Längskräften an beiden Puffern mit Längsdruckkräften aufgrund einer theoretischen technischen Begrenzung von 150 kN.*

*Die Entgleisung resultiert aufgrund dieser Fahrweise aus dem Auftreten von zu hohen Pufferquerkräften infolge mangelhafter, unzureichender Pufferschmierung. Es erhöhen sich bei mangelhaften, unzureichenden bzw ungeschmierten Puffern im Zugverband die Pufferquerkräfte auf bis zu 100% im Vergleich zu ordnungsgemäß geschmierten Puffern. Das Auftreten eines Richtungsfehlers vom 9,1 mm erfordert eine zusätzliche Richtkraft. Durch die erhöhte Querkraft der Puffer wird auch die Radquerkraft um 100 % erhöht. Gleichzeitig wird die Radaufstandskraft durch einen Gleislagefehler der Längshöhe von 21,9 mm entlastet. Durch die Radentlastung des beginnenden Übergangsbogens, wird das äußere führende Rad zusätzlich entlastet. Aufgrund der nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung von  $-0,05 \text{ m/s}^2$  kann man von einer Gleichverteilung der Radaufstandskräfte ausgehen.*

*Da der Wagen eingespannt ist, also in der Höhe nicht folgen kann, wird die Radaufstandskraft zusätzlich aufgrund der Längsdruckkräfte um 50% vermindert. Dies bedeutet, dass der Entgleiskoeffizient von  $Y/Q=0,8$  entsprechend der Abschätzung auf  $Y/Q = 3,2$  angehoben wird.*

*Aufgrund der höheren Radquerkraft ist nicht konforme Berührung Rad und Schiene gegeben. Das Rad entgleist daher nicht schleichend sondern eher unvorhergesehen, da ein Berührungspunktssprung stattfindet und aufgrund der Schienenprofilform der maximale Winkel in der Kontaktebene nicht wirksam wird.*

*Aufgrund der Zusammensetzung des Zuges (leere Drehgestellwagen und zwei Tfz am Zugschluss), im gegenständlichen. Gefälle (Gefälle  $\sim 23 \text{ ‰}$ ), gegenläufige Gleisbögen), mit der (Hochleistungs-)E-Bremse des Zug-Tfz, bewirkten die dadurch verursachten hohen längsdynamischen Kräfte, also überhöhte Pufferquerkräfte die, bei der gegenständlichen Konstellation, zu hohen Radquerkräften führen und damit die Entgleisung aufgrund einer zusätzlichen Radentlastung durch einen Längshöhenfehler (der die ES überschritten hatte) verursachten.*



### Schlussfolgerung:

*Bei Fahrt im Gefälle kommt es gegen Ende eines Bogens beim Übergang auf den Übergangsbogens im km 100,36 wegen nicht geringfügiger Mängel beim Zustand der Pufferschmierung aufgrund trockener bzw. mangelhaft geschmierter Puffer zu einem Anstieg der Radquerkräfte. Im Bogen beim Übergang auf den Übergangsbogen kommt es wegen nicht geringfügiger Mängel beim Zustand der Pufferschmierung aufgrund trockener bzw. mangelhaft geschmierter Puffer zu einem Anstieg der Radquerkräfte aufgrund von bis zu 100% höherer Pufferquerkraft bei und einem Spurweitenfehler (erreichen der SES) und einem zulässigen Richtungsfehler. Zusätzlich kommt es zu einer unzulässigen Radentlastung aufgrund der beginnenden Verwindung und aufgrund eines Längshöhenfehlers (ES überschritten) in der Form, dass der Grenzwert der Entgleisung der Entgleisungskoeffizient  $Y/Q$  wesentlich ( $Y/Q=3,5$ ) überschritten wird.*

### **Schlussfolgerungen Ursachen des Schadensausmaß, Gefährdung**

*Der Zug war entsprechend den Aufzeichnungen ca. 3,5 km und 4 min 40 s bis zum Stillstand unterwegs. Im Bf Breitenstein fand keine Zugbeobachtung statt.*

*Aufgrund der Zugtrennung im Bf Breitenstein kommt es zu einer Zwangsbremmung (Schnellbremsung) des Zuges. Durch das schlagartige Einsetzen der Bremsung kommt es zu erhöhten Längsdruckkräften, die zur Überpufferung also der Stauchung des Zuges führen. Durch die im Zug vorhandenen Kräfte werden die nicht mehr durch das Gleis geführten Fahrzeuge seitlich hinausgedrückt. Die Lage des 5. Wagens zeigt eine Neigung des Fahrzeugkastens in den lichten Raum des Gegenzuges. Ein vollständiges Kippen des ganzen Fahrzeuges, kann bei einer Abbremsung in diesem Ausmaß und einer etwas weiteren Querverschiebung des Drehgestells aufgrund der Lösung des Wagenkastens vom Drehzapfen in den lichten Raum des Gegenzuges nicht ausgeschlossen werden.*

*Die Erkenntnisse aus der Kollision (Streifung) von Z47022 durch den entgegenkommenden Z 753 und die lange Fahrt über Risikopunkte wie Tunnel, Viadukte und durch Bf Breitenstein zeigen, dass auch die Möglichkeit durch den Einsatz ausmaßmindernder Technologie und damit den Einsatz fahrwegseitiger Entgleisungstechnologie eine Reduktion des Schadensausmaßes bzw. des durch die Entgleisung gefährdeten Personenkreises zu erzielen ist.*

### Schlussfolgerung:

*Im Tunnel „Weinzettelfeld“ kommt es zu einer Kollision (Streifung) des entgleisten 5. Wagens mit dem Tzf und dem 1. Wagen von Z 753. Eine Gefährdung der Personen des entgegenkommenden Z 753 war gegeben. Die Zeit zwischen Entgleisung und Stillstand von 4 min 40 s hätte bei Anwendung der verfügbaren Technik der Entgleisungsdetektion ausgereicht, den Tzf von Z 47022 von der Entgleisung zu verständigen. Auch eine entsprechende Anhaltung des Gegenzuges Z 753 wäre in dieser Zeit betrieblich möglich. Eine Zugbeobachtung im Bf Breitenstein entspricht einer fahrwegseitigen Entgleisungsdetektion und erfüllt den gleichen Zweck der Reduktion der Anzahl der durch die Entgleisung gefährdeten Personen.*

### *Empfehlung :*

*Es wird empfohlen die fehlende Zugbeobachtung durch entsprechende technische Einrichtungen zu ersetzen. Die Positionierung von Entgleisungsdetektoren in ausreichendem Abstand von den Risikopunkten und ausreichender Anzahl insbesondere vor Bf, unzugänglichen Brücken und Tunneln und insbesondere nach engen Bögen mit einem Bogenradius  $R < 200$  m am Semmering wird empfohlen.*

*Als Minimum ausreichend wird der Ersatz der seit 1977 fehlenden Zugbeobachtung durch Entgleisungsdetektoren zum Schutz der Bahnsteige und Weichen in den Bf und Hst zu erachtet.*

*Es wird weiteres empfohlen die Entgleisungsdetektoren in die Betriebsführung zu integrieren. Es wird empfohlen durch eine definierte Warnung des Tfzf den entgleisten Zug zum Halten zu bringen und für den Gegenzug das Hauptsignal in Halt-Stellung zu bringen. Es verkürzt sich die Länge des zerstörten Oberbaus und reduziert sich die Anzahl der durch die Entgleisung gefährdeten Personen.*

## **Gutachterliche Stellungnahme**

*Aus den durchgeführten Erhebungen, Berechnungen und Untersuchungen und dem Vorliegen entsprechender Stellungnahmen der Bediensteten des IM und RU kann folgende*

### **Gutachterliche Stellungnahme**

*zu der Entgleisungsursachen der Entgleisung von Z 47022 am 19. September 2009 und zur Kollision (Streifung) durch den entgegenkommenden Z 753 abgegeben werden:*

*Entgleisungsursache des Zuges Z47022 ist das Auftreten einer **unzulässigen Radentlastung**,*

- einerseits aufgrund nicht geringfügiger Mängeln der Pufferschmierung bzw. vollständigen Fehlen ausreichender Pufferschmierung der Wagen bei der Fahrt des Zuges im Gefälle und Anwendung der Hochleistungs-E-Bremse des Zug-Tfz und der in diesem Geschwindigkeitsbereich reduzierten E-Bremse der Nachschiebe Tfz und Nichteinsatz der Zugbremse (Sägezahnbremsung ab bestimmten Tonnagen und Zuglängen).*
- und andererseits aufgrund einer Radentlastung durch einen nichtgeringfügige Mangel in der Längshöhe bei der Gleislage und nichtgeringfügige Mangel der Spurweite sowie der Radentlastung durch die beginnenden Verwindung des Übergangsbogens*

*bei gleichzeitiger **Erhöhung der Radquerkraft***

- aufgrund nicht geringfügiger Mängeln der Pufferschmierung bzw. vollständigen Fehlen ausreichender Pufferschmierung bei einem an sich zulässigen Richtungsfehler infolge eines Mangel in der maximalen Spurweite durch Erreichen der SES.*

*Dadurch kommt es zu einer wesentlichen unzulässigen Überschreitung des Entgleisungskoeffizienten (Verhältnis Y/Q) beim Befahren des Bogens bzw. der beginnenden Verwindung des Übergangsbogens und zur Entgleisung. Ursache der Kollision (Streifung) des entgleisten Z 47022 durch den entgegenkommenden Z 753 und der damit verbundenen Gefährdung von Personen ist eine fehlende Zugbeobachtung oder Ersatz derselben durch entsprechende dem Stand der Technik vorhandenen Einrichtungen der Entgleisungsdetektion.*

## Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Litera Stellungnahme des Tzff Z 753 eingelangt am 23. Jänner 2012

Betreff: Kollision Z 753 mit  
Zug 47022 im Tunnel  
Weinzettelrand

- a) Bei der Fahrt des Zuges 753 am 19. September 2009 um ca. 20:08 kam ich zum ES des Bf. Breitenstein. ES „Frei“, AVS „Vorsicht“, Geschwindigkeit betrug 60 km/h. Nach dem ES kommt der Tunnel „Weinzettelrand“ dort ist ein Rechtsbogen, es kam der Leernagenzug 47022 entgegen. Der Zug stand aber bereits weil er entgleist war. Ich streifte mit dem Zug bzw. Tzff den 5. Wagen. Zug angehalten und untersucht.

Stellungnahme des IM eingelangt am 24. Jänner 2012

### Allgemeine ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme zum vorläufigen Untersuchungsbericht:

- Zusammenfassend ist zum vorläufigen Untersuchungsbericht bzw. zu der Gutachterlichen Stellungnahme festzuhalten:
- b) - die angewendete ÖBB interne Norm zur Gleislagebeurteilung wendet für alle relevanten Messgrößen schärfere Grenzwerte an, als dies in der relevanten Euronorm gefordert wird.
- c) - im Gutachten werden nicht anzuwendende Normen herangezogen bzw. nicht korrekt angewendet. (Gutachtenspunkte 6.10.3, 6.12, 6.13, EN 14363).
- d) - bei der Gleislagemessung werden geometrische IST-Werte aufgenommen und diese auf Übereinstimmung mit den geltenden Grenzwerten überprüft. Ein automatischer Vergleich mit SOLL-Werten ist nicht vorgesehen. Eine genauere Stationierung der Messung hat keinen Einfluss auf die Bewertung der Gleislage hinsichtlich Betriebssicherheit. (Gutachtenspunkte 6.11.3, 6.12, 6.13). Diese Vorgangsweise entspricht der üblichen Europäischen Praxis.
- e) - Einzelne Rohdaten können aufgrund von Fehlern (Reflexe, Störungen, Fremdkörper) keine stichhaltige Aussage liefern. Aus diesem Grund werden bei ÖBB (wie auch bei den SBB und anderen Europäischen IM) Auswertungen der Messungen herangezogen, nicht einzelne Rohdaten (Gutachtenspunkte Pkt 6.11.3, 6.12 und 6.13, Sicherheitsempfehlung 11.2, 11.4, 11.5).

## und deren Berücksichtigung

Litera	Anmerkung
a)	berücksichtigt – Meldung des Tzfz Z 753 ergänzt.
b)	Für die Gleislagebeurteilung wurde in der Stellungnahme keine EN genannt. Beim Vergleich der Grenzwerte für die Spurweite für den Bereich $0 < v \leq 80$ km/h, gemäß DB IS2-T1, ES = 32 mm (siehe Tabelle 9), mit EN 13848-5:2008, Tabelle B.1, ES = 30 mm, konnte diese Aussage nicht nachvollzogen werden.
c)	Anwendung der EN 14363 Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche Gemäß TSI INF HS, Punkt 4.2.10.3 Soforteingriffs- und Eingriffsschwelle und Auslösewert gilt: Bei der Festlegung dieser Grenzwerte muss der Infrastrukturbetreiber die Grenzwerte für die Gleislagequalität berücksichtigen, die als Grundlage für die Abnahme der Fahrzeuge dienen. Die Anforderungen für die Abnahme der Fahrzeuge sind in der TSI Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsbahnsystems festgelegt.
d)	Stationierung gemäß EN 13848-2:2008, <u>Punkt 3.9 Lokalisierung</u> ist die „Stationierung“ eine Information, die benötigt wird, um <b>Ereignisse und gemessene Gleisgeometriewerte zu lokalisieren</b> . <u>Punkt 5.1, Gleismessfahrzeug - Allgemeine Beschreibung</u> Seite 9, 1. Absatz legt fest, dass die Ausgabe des Gleisgeometriemesssystems die einzelnen Parameteranforderungen nach EN 13848-1 erfüllen muss. Alle nach EN 13848-1 spezifizierten Messungen müssen während der Messfahrt aufgenommen, verarbeitet und gespeichert werden. Die Ergebnisse müssen graphisch aufgezeichnet und analysiert werden <b>in strenger Zuordnung zum entsprechenden Ort</b> . <u>Punkt 5.3 Ortszuordnung</u> - Der Referenzpunkt für das Ortszuordnungssystem darf die Kilometerinformation oder andere feste Punkte sein. Das Ortszuordnungssystem gibt die Position des Gleismessfahrzeugs auf dem Gleis wieder und muss folgende Funktionen erfüllen: <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Synchronisieren der Position mit dem Referenzpunkt durch verschiedene Methoden</b>, z. B. GPS, aktive oder passive Balisen oder andere singuläre Punkte;</li><li>- .....</li><li>- <b>manuelle oder automatische Korrektur für Ungenauigkeiten</b> durch:<ul style="list-style-type: none"><li>- Abnutzung, Schlupf, Konizität der Räder des Gleismessfahrzeugs;</li><li>- unterschiedliche Länge des Kilometers;</li><li>- Ungenauigkeit des Weggebers.</li></ul></li></ul>
e)	Stichhaltige Aussage bezüglich einzelner Rohdaten siehe Punkt 6.10.3.



Litera Stellungnahme des IM eingelangt am 24. Jänner 2012 (Fortsetzung)

**Im Detail wird zu den einzelnen Punkten wie folgt Stellung genommen:**

- c) Zu Pkt 6.10.3, 6.12 und 6.13: Die EN 14363 harmonisiert lediglich die Bedingungen für die fahrzeugtechnische Zulassung aller Fahrzeuge und hat nichts mit möglichen Gleislagen im Netz des IM zu tun! Damit sollen im Zulassungsprozess vernünftige und vergleichbare Messwerte und keine Extremwerte sichergestellt werden. Die in Europa zulässige Gleislage aus Sicht des IM wird in der EN 13848 sowie in den TSI INF HS und TSI INF CR geregelt. Demnach sind bei weitem "schlechtere" Gleislagen im Gleisnetz zulässig und auch europaweit vorhanden, als die EN 14363 für die Zulassung ihrer Fahrzeuge zugrunde legt. Binlüsse auf die zulässigen Abweichungen der Gleisgeometrie können aus der EN 14363 nicht abgeleitet werden, wie auch in der dortigen Definition des Qualitätstyps QN 3 beschrieben ist. Es spricht jedoch nichts dagegen, die Zulassungsbedingungen in der EN 14363 zu überdenken und den Gleiserhaltungszuständen der europäischen Schieneninfrastrukturen anzupassen.  
Weiters ist zu bemerken, dass durch den DB IS 2 T1 für nahezu alle Parameter national schärfere Grenzwerte festgelegt werden als in der international gültigen EN 13848 verlangt wird. Dies stellt einen wesentlichen Beitrag des IM zur Erhöhung der Sicherheit dar.
- d) Zu 6.10 und 6.13.8: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war der DB IS 2 - Teil 1 mit Ausgabedatum 1.6.2009 in Kraft. In diesem IHP waren für die Verwindung dieselben AS, ES und SES wie im DB IS 2 - Teil 1 aus 1.7.2010 enthalten. Im Bericht wird an mehreren Stellen dieser DB IS 2 - Teil 1 vom 1.6.2009 inkorrekt zitiert.
- e) Zu Pkt 6.11.3, 6.12 und 6.13: Zu den Ergebnissen der gutachterlichen Stellungnahme zum Unfallereignis muss festgestellt werden, dass entgegen der Meinung des Sachverständigen keine Überschreitungen der SES für die Spurweite und ES für die Längshöhe vorliegen, da der Sachverständige falsche Berechnungsmethoden verwendet. Bei einer Auswertung der Messfahrt vom 6.8.2009 nach dem damals gültigen DB IS 2 Teil 1 ergibt sich nur eine Überschreitungen der ES für die Spurweite - aus Sicht des IM lagen alle Gleislageparameter gemäß gültigem DB IS 2 Teil 1 im zulässigen Bereich. Ferner wird festgestellt, dass die Stationiergenauigkeit des Messwagens für die Auffindung und Behebung von Mängeln wichtig ist, jedoch keinen Einfluss auf die Bewertung der Gleislage hinsichtlich Betriebssicherheit hat.
- f) Zu Pkt 7.4: Es wird nochmals festgestellt, dass entgegen der Meinung des Sachverständigen keine Überschreitungen der SES für die Spurweite und ES für die Längshöhe vorliegen, da der Sachverständige falsche Berechnungsmethoden verwendet. Zum Thema Qualitätsniveau QN 3 wird festgestellt: die Beurteilung der Gleislage durch den IM erfolgt grundsätzlich nicht auf Basis der EN 14363 sondern des DB IS 2, weshalb die Vergleiche mit QN3 - Limits zwar möglich, aber nicht relevant sind. Im Gutachten ist zu ergänzen, dass durch die vorhandenen - infrastrukturseitigen - Fahrkantenschmieranlagen, welche flächendeckend an der Semmeringnordrampe eingebaut sind, die im Bericht ORE B55/RP8, Figur 7 geforderte zusätzliche Sicherheit gegen Entgleisungen vorhanden ist.

Litera	Anmerkung
c)	<p>Gemäß TSI INF HS, Punkt 4.2.10.3 muss bei der Festlegung dieser Grenzwerte der Infrastrukturbetreiber die Grenzwerte für die Gleislagequalität berücksichtigen, die als Grundlage für die Abnahme der Fahrzeuge dienen. Die Anforderungen für die Abnahme der Fahrzeuge sind in der TSI Fahrzeuge des Hochgeschwindigkeitsbahnsystems festgelegt. Der Infrastrukturbetreiber muss auch die Auswirkungen von kombiniert auftretenden Einzelfehlern berücksichtigen.</p> <p>Gemäß TSI INF CR, Punkt 4.2.9.1, 3) muss bei der Festlegung dieser Grenzwerte der Infrastrukturbetreiber die Grenzwerte für die Gleislagequalität berücksichtigen, die als Grundlage für die Abnahme der Fahrzeuge dienen. Die Anforderungen für die Abnahme der Fahrzeuge sind in den TSI „Fahrzeuge“ HS und CR festgelegt.</p> <p>Regelwerk für die Zulassung von Fahrzeugen ist auch die EN 14363.</p>
d)	berücksichtigt
e)	DB IS 2-T1, Punkt 4.1, letzter Absatz widerspricht der zuvor zitierten EN 13848-1 (siehe Punkt 7.5)
f)	<p>Die auf der Semmering-Nordrampe flächendeckend vorhandenen Fahrkantenschmieranlagen dienen in erster Linie dazu, Entgleisungen zu vermeiden, die bei gleichzeitigem Auftreten von Radkraftänderungen auf großen Gleisüberhöhungen und –verwindungen in Gleisbögen mit engen Gleisbogenhalbmessern, wenn sie mit geringer Geschwindigkeit befahren werden, entstehen.</p> <p>Entgleisungen infolge Zusammentreffen anderer Parameter können durch Fahrkantenschmieranlagen nicht vermieden werden.</p>



Litera Stellungnahme des IM eingelangt am 24. Jänner 2012 (Fortsetzung)

**Des Weiteren folgen die Stellungnahmen der ÖBB-Infrastruktur AG zu den jeweiligen Sicherheitsempfehlungen:**

- g) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.2  
Sicherstellung, dass bei Überschreitungen von Gleislageparametern diese auch messtechnisch dargestellt werden.  
Begründung: Das Erreichen der SES der maximalen Spurweite und das Überschreiten der ES der Längshöhe wurden im Einzelfehlerbericht nicht ausgewiesen.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Im Einzelfehlerbericht der Messwagenfahrten wurden alle Überschreitungen der ES und SES gemäß DB IS 2 Teil 1 ausgewiesen.
- h) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.3  
Für enge Bögen unter 250 m mit Überhöhungen im Bereich 3 entsprechend ORE B55/RP8 wird empfohlen die Werte der Geschwindigkeitsstufe  $80 < v \leq 120$  für die AS, ES, SES insbesondere der Längshöhe anzuwenden. Insbesondere dem Bogenende beim Übergang auf den Übergangsbogen ist bei engen Bögen ein besonderes Augenmerk zu schenken.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Die TSI INF CR fordert in Bezug auf die Verwindung und den Bericht ORE B55 gegenüber der TSI INF HS strengere Grenzwerte der Verwindung, speziell für die 9m- und 16m-Verwindung. Die ÖBB haben ihren DB IS 2 - Teil 1 bereits dahingehend angepasst und werden diesen im 1.Quartal 2012 in Kraft setzen. Damit wird ein wesentlicher Beitrag des IM zur weiteren Erhöhung der Sicherheit geschaffen.
- i) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.4  
Es wird empfohlen, wenn gleichzeitig mehrere Gleislagefehler, die in ihrer Kombination zu einer wesentlichen Radentlastung und einem gleichzeitigem Anstieg der Radquerkraft führen, bereits einer Überschreitung der ES Sofortmaßnahmen zur Beseitigung des Gleislagefehlers einzuleiten, um zu vermeiden, dass Grenzen der Fahrsicherheit wesentlich überschritten werden.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Es muss festgestellt werden, dass beim gegenständlichen Ereignis keine Häufung von Gleislagefehlern vorgelegen ist.
- j) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.5  
Es wird empfohlen, den Absolutbetrag der Längshöhe mit der AS, ES, SES zu vergleichen und in den Einzelfehlerbericht gemäß DB IS2-T1 aufzunehmen.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Im Einzelfehlerbericht der Messwagenfahrten werden alle Überschreitungen der ES und SES der Längshöhe gemäß DB IS 2 Teil 1 ausgewiesen.

Litera	Anmerkung
g)	-
h)	-
i)	-
j)	-

Litera Stellungnahme des IM eingelangt am 24. Jänner 2012 (Fortsetzung)

- k) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.6  
Es wird empfohlen, in einer unangekündigten jährlichen Schwerpunktaktion stichprobenartig bei Zügen die auf Steilstrecken verkehren, nachweislich zu überprüfen welche RU die Pufferschmierung ordnungsgemäß gemäß AVV durch-führen. Die Prozesse der Überwachung und Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Pufferzustandes sind von den RU zu optimieren.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Diese Sicherheitsempfehlung sollte sich ausschließlich an die EVU richten (Empfehlung 11.1) - Einwirkung auf den Schmierzustand der Puffer. Die EVU müssen auf die Wagenhalter einwirken um den ordnungsgemäßen Schmierzustand sicher zu stellen. Das Hauptproblem ist, dass der ordnungsgemäße Schmierzustand eigentlich nirgends exakt dokumentiert ist, daher kann nur festgehalten werden, dass sich dieser Zustand über das Nichtentstehen von Verriefungen auf den Puffertellern definiert - siehe AVV Pkt. 5.2.3.1 und Pkt. 5.2.3.2! Dieser Punkt wird seitens der TUE wenn möglich bei jeder Wagen- bzw. Zugkontrolle geprüft, da uns seit Jahren die genannte Problematik bekannt ist. Die technische Überwachung von der Infra-AG kann hier keinesfalls die Aufgaben der EVU übernehmen, insbesondere aufgrund der Tatsache dass das AVV ja als 1. Maßnahme bei Auffinden trockener Pufferflächen das Nachschmieren vorsieht.
- l) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.7  
Es wird empfohlen, die technischen Voraussetzungen zu schaffen, um für die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage die Soll-Überhöhung mit der gemessenen Überhöhung vergleichen zu können.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Abweichungen von den Soll- zu Istwerten der gegenseitigen Höhenlage können mit Messwagenfahrten nicht automatisiert gemessen werden, da die Abstimmung der Daten (Planwerte der Trassierung / Abweichungen im Betrieb / Kilometrierung) nicht möglich ist. Deshalb sind im DB IS 2 - Teil 1 nur Werte für ES angegeben. Verglichen mit tatsächlich gemessenen Beschleunigungswerten des Fahrzeugs ist die durch Mängel in der gegenseitigen Höhenlage verursachte Erhöhung der nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung vernachlässigbar.
- m) Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.8  
Es wird empfohlen, im DB IS2-T1 die bisherige Höhe der ES neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren.  
ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:  
Seitens der ÖBB-Infrastruktur AG kann diese Sicherheitsempfehlung keinem Meßergebnis (Höhenlage, Richtung, Spurweite, Verwindung, ...?) zugeordnet werden.



Litera	Anmerkung
k)	-
l)	-
m)	-

Litera Stellungnahme des IM eingelangt am 24. Jänner 2012 (Fortsetzung)

n)

**Sicherheitsempfehlung Pkt. 11.9**

Es wird empfohlen, für die gegenseitige Höhenlage im DB IS2-T1 die bisherige Höhe der ES neu zu überdenken und die bisherigen ES als SES zu definieren.

Strecken- und Gleisrang	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
im Streckenrang S und 1 im Gleisrang a	± 5	± 10	± 15
in allen übrigen Streckenrängen und Gleisen	± 10	± 15	± 20

**ÖBB-Infrastruktur AG Stellungnahme:**

Abweichungen von den Soll- zu Istwerten der gegenseitigen Höhenlage können mit Messwagenfahrten nicht automatisiert gemessen werden, da die Abstimmung der Daten (Planwerte der Trassierung / Abweichungen im Betrieb / Kilometrierung) nicht möglich ist. Deshalb sind im DB IS 2 - Teil 1 nur Werte für ES angegeben. Verglichen mit tatsächlich ermessenen Beschleunigungswerten des Fahrzeugs ist die durch Mängel in der gegenseitigen Höhenlage verursachte Erhöhung der nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung vernachlässigbar.

Mit freundlichen Grüßen

Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 13. Jänner 2012

o)

Aus fahrzeugtechnischer Sicht wird der gesamte vorläufige Unfallbericht einschließlich der Sicherheitsempfehlungen zustimmend zur Kenntnis genommen. Besonders positiv fällt die sehr profunde Recherche der Längsdruckkräfte (dargestellt in Abb. 32) auf.

p)

Rein redaktionell wird angemerkt:

1. Unter 4.3 muss es heißen: Reisezugwagen

q)

2. Die in Sicherheitsempfehlung 11.1 enthaltene Begründung

„Laut aufliegenden ERRI-Berichten erhöhen sich bei mangelhaft bzw. ungeschmierten Puffern im Zugverband die Pufferquerkräfte auf bis zu 100% im Vergleich zu ordnungsgemäß geschmierten Puffern“.

bedarf zwecks Verständlichkeit einer Umformulierung. Vorschlag:

„Gemäß ERRI-Berichten, die der UUB vorliegen, verursachen mangelhaft oder nicht geschmierte Puffer im Zugverband eine Erhöhung der Pufferquerkräfte, die bis zum Doppelten jenes Werts, der bei ausreichender Schmierung erreicht wird, betragen können“.

r)

Schön wäre darüber hinaus, wenn die erwähnten ERRI-Berichte auch vollständig referenziert würden.

Litera	Anmerkung
n)	-
o)	-
p)	berücksichtigt
q)	-
r)	-

Litera Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 23. Jänner 2012 (Fortsetzung)

Aus Sicht der Abteilungen IV/SCH5 (Fachbereich Betrieb und Bautechnik), IV/SCH4 und IV/SCH2 (jeweils Maschinentechnik) ergeben sich zu dem vorgelegten vorläufigen Untersuchungsbericht nachstehende Einsichtsbemerkungen:

**Abteilung IV/SCH5:**

**Fachbereich Betrieb:**

- s) 1. Der vorläufige Untersuchungsbericht wird zur Kenntnis genommen.
- t) 2. Im Punkt 1. (Seite 8/72) ist im zweiten Absatz „uns“ auf „und“ zu ändern.
- u) 3. Im Verzeichnis der Abkürzungen (Seite 5/72) ist die Bezeichnung der Abkürzung „NSA“ auf „national safety authority“ zu ändern.
- v) 4. Im Punkt 4.3 (Seite 21/72) ist der Begriff „Reisezugwagen“ richtig zu stellen.

**Fachbereich Bautechnik:**

Aus eisenbahnbautechnischer Sicht ergeht folgende Stellungnahme zum ggst. vorläufigen Unfalluntersuchungsbericht:

- w) (redaktionell: bei Abkürzungen - Seite 5: bei NSA bitte national safety authority korrigieren)

- x) Aus ho. Sicht wäre im Zusammenhang mit der Beschreibung des Vorfalles in Punkt 3 interessant, wie der 5. Wagen die Weichenbereiche (Weiche 53 und 11) passiert hat bzw. ob es eine Aussage dazu gibt, wo sich das Drehgestell vom Fahrzeugkasten löste (Nach ho. Vermutung und aufgrund Abbildung 18 müsste das Drehgestell bei der Weiche 11 zwischen Mast und Tunnelportal „über“ die Weichenzunge gesprungen sein). Des Weiteren wäre interessant, ob bei den überfahrenen Viadukten (mit dem entgleisten 5. Wagen) Sicherheitsschienen vorhanden sind und ob sich im Falle des Vorhandenseins solcher, Anlaufspuren zu finden waren.
- y)

- z) (redaktionell: Die Quelle von Abbildung 13 dürfte vmtl. nicht StH sein).

- aa) Zur Beurteilung der Schrägstellung durch [2] (Seite 20): hier sollte die Passage ergänzt werden, wie zB. *Auf Grund der Abbildung ist ersichtlich, dass bei nur einer geringen Erhöhung des Winkels (5°) des 5. Wagens dieser in den lichten Raum des Nachbargleises derart hineinragt, dass...*

- ab) Die Aussage in 6.10.2:  
„Wenn also keine SES angegeben wird erfordert eine Überschreitung der ES aufgrund der Formulierungen im DB IS2-T1 eine korrektive Instandhaltungsmaßnahme, **damit eine nicht definierte SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht wird.**“ – Quelle [2]  
ergibt in dieser Form keinen Sinn und sollte aus dem Untersuchungsbericht entfernt werden.



Litera	Anmerkung
s)	-
t)	berücksichtigt
u)	berücksichtigt
v)	berücksichtigt
w)	berücksichtigt
x)	berücksichtigt – Beschreibung des Herganges in Punkt 3 präzisiert. Es gibt keine Aussage wo sich der Wagenkasten vom Drehgestell gelöst hat.
y)	Es gab keine Sicherheitsschienen.
z)	berücksichtigt
aa)	berücksichtigt
ab)	Diese Aussage ist ein Teil des Gutachtens <b>[2]</b> .

Litera Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 23. Jänner 2012 (Fortsetzung)

ac) Aus der Sicherheitsempfehlung 11.8 geht nicht hervor, welcher Grenzwert gemeint ist.

ad) Die Sicherheitsempfehlung 11.9 insbesondere eine Angabe von Soforteingriffsschwellen für die gegenseitige Höhenlage zwischen gemessener Überhöhung und Soll-Überhöhung (lt. Bogenverzeichnis) ist aus ho. Sicht nicht zwingend erforderlich, da eine Überschreitung dieses Grenzwertes nicht zwangsläufig sicherheitsrelevant sein muss (sofern Verwindungsgrenzwerte eingehalten werden).

**Fachbereich Maschinentechnik:**

ae) Aus fahrzeugtechnischer Sicht wird der gesamte vorläufige Unfallbericht einschließlich der Sicherheitsempfehlungen zustimmend zur Kenntnis genommen.  
Besonders positiv fällt die sehr profunde Recherche der Längsdruckkräfte (dargestellt in Abb. 32) auf.  
Rein redaktionell wird angemerkt:

af) 1. Unter 4.3 muss es heißen: Reisezugwagen

ag) 2. Die in Sicherheitsempfehlung 11.1 enthaltene Begründung  
„Laut aufliegenden ERRI-Berichten erhöhen sich bei mangelhaft bzw. ungeschmierten Puffern im Zugverband die Pufferquerkräfte auf bis zu 100% im Vergleich zu ordnungsgemäß geschmierten Puffern“.  
bedarf zwecks Verständlichkeit einer Umformulierung. Vorschlag:  
„Gemäß ERRI-Berichten, die der UUB vorliegen, verursachen mangelhaft oder nicht geschmierte Puffer im Zugverband eine Erhöhung der Pufferquerkräfte, die bis zum Doppelten jenes Werts, der bei ausreichender Schmierung erreicht wird, betragen können“.

ah) Schön wäre darüber hinaus, wenn die erwähnten ERRI-Berichte auch vollständig referenziert würden.

**Abteilung IV/SCH2:**

**Fachbereich Maschinentechnik:**

ai) Der vorläufige Untersuchungsbericht samt Sicherheitsempfehlungen wird zustimmend zur Kenntnis genommen.

Litera	Anmerkung
ac)	berücksichtigt - ergänzt
ad)	-
ae)	-
af)	berücksichtigt
ag)	-
ah)	-
ai)	-