



## **ENTGLEISUNG DES ZUGES 49581**

**am 1. September 2009**

**Österreichische Bundesbahnen  
Strecke 10601  
von Wien Matzleinsdorf (Wien Meidling)  
nach Wiener Neustadt  
Bf Ebenfurth**

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

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

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

**BMVIT-795.166-IV/BAV/UUB/SCH/2009**

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

**Untersuchungsbericht**

## Inhalt

## Seite

Verzeichnis der Abbildungen .....	4
Verzeichnis der Gutachten.....	6
Verzeichnis der Abkürzungen .....	6
Verzeichnis der Regelwerke .....	7
Verzeichnis der Regelwerke des IM/RU .....	7
Untersuchungsverfahren.....	7
Vorbemerkungen .....	8
Empfänger .....	8
1. Zusammenfassung .....	9
2. Allgemeine Angaben .....	9
2.1. Ort .....	9
2.2. Zeitpunkt.....	10
2.3. Witterung, Sichtverhältnisse .....	10
2.4. Behördenzuständigkeit .....	10
2.5. Örtliche Verhältnisse .....	10
2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt .....	12
2.7. Zulässige Geschwindigkeiten .....	12
2.7.1. Auszug aus VzG des IM .....	12
2.7.2. Auszug aus Fahrplananordnung 11114 des IM .....	13
2.7.3. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 5871 des IM .....	13
2.7.4. Geschwindigkeitseinschränkung durch La .....	14
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 .....	17
4.1. Verletzte Personen .....	17
4.2. Sachschäden an Infrastruktur.....	17
4.3. Sachschäden an Fahrzeugen.....	17
4.4. Betriebsbehinderungen .....	17
4.5. Schäden an Umwelt .....	18
5. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen .....	18
6. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse .....	18
6.1. Auswertung der Registriereinrichtung des Tzf .....	18
6.2. Aussage Z 49581: .....	19
6.3. Aussage Bf Ebenfurth:.....	19
6.4. Untersuchung der beteiligten Wagen .....	19
6.4.1. Allgemein.....	19
6.4.2. Regelwerke .....	21
6.4.3. Untersuchung vor Ort am 1. September 2009.....	25
6.4.4. Untersuchung in der Werkstätte Kledering am 7. September 2009.....	26
6.4.5. Beladung .....	28
6.5. Verwiegung des entgleisten Wagens .....	33
6.6. Auswertung des Zuglauf-Check-Points .....	34
6.7. Sicherung der Ladung .....	35
6.8. Überprüfung der Verwindesteifigkeit.....	42
6.9. Radentlastung des entgleisten Wagens und Verschiebung der Last .....	43
6.10. Radlastveränderung durch Verwindung des Gleises.....	44
6.11. Regelwerke für den Fahrweg .....	45
6.11.1. Grundlagen gemäß TSI HS INFRA: .....	45
6.11.2. DB IS 2 – Teil 1 .....	45
6.12. Fahrweg .....	50
6.12.1. Allgemein.....	50
6.12.2. Überprüfung der Gleislage mit dem Messwagen vom 19. März 2009: .....	51
6.12.3. Überprüfung der Gleislage mit dem Messwagen vom 17. Juni 2009: .....	51
6.12.4. Beurteilung der Gleislagemessschriebe durch [1] (Zitat): .....	53
6.12.5. Analyse der Messung der Längshöhe durch [1]: .....	54
6.12.6. Detailuntersuchung Längshöhe lange Wellenlänge durch [1]:.....	57
6.12.7. Detailuntersuchung Querrhöhe durch [1]:.....	59
6.12.8. Detailuntersuchung 3 m-Verwindung durch [1]:.....	60
6.12.9. Detailuntersuchung 7 m-Verwindung Drehzapfen bzw. 1,8 m-Verwindung Drehgestell durch [1]: ..	60
6.12.10. Detailuntersuchung 9 m-Verwindung durch [1]:.....	61

6.12.11. Detailuntersuchung 16 m-Verwindung durch [1]:.....	62
6.12.12. Zusammenfassung der Detailuntersuchungen der Verwindungen durch [1]: .....	63
6.12.13. Analyse der gegenseitigen Höhenlage durch [1]: .....	63
6.12.14. Analyse der Gleislageabweichung der Richtung durch [1]: .....	64
6.12.15. Analyse der Spurweite durch [1]:.....	65
6.13. Analyse des Entgleisungsvorganges.....	66
6.13.1. Auslösung der Entgleisung – Quelle [1]: .....	66
6.13.2. Beladungsbewegungen bei der Kippbewegung an der Spritzstelle – Quelle [1]:.....	66
6.13.3. Beladungsbewegungen nach der Entgleisung .....	67
6.14. Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen – Quelle [1] .....	67
7. Zusammenfassung der Erkenntnisse.....	68
7.1. Fahrgeschwindigkeit.....	68
7.2. Regelwerke für die Beladung .....	68
7.3. Beteiligtes Fahrzeug.....	68
7.4. Fahrweg .....	70
7.5. Regelwerke für die Instandhaltung des Fahrweges des IM.....	72
7.6. Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung .....	73
8. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten.....	73
8.1. Technische Mängel am vierten Wagen im Zugverband von Z 49581 .....	73
8.2. Auswertung der Lastverteilung rechts / links am Zuglauf-Check-Point Deutsch Wagram .....	75
8.3. Änderung von Instandhaltungsregelwerken des IM.....	75
8.4. Mängel des Messschriebes des Messwagens EM250 .....	76
9. Ursache .....	76
10. Berücksichtigte Stellungnahmen.....	76
11. Sicherheitsempfehlungen .....	77
Beilage Auszug aus Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009 [1].....	84
Beilage - Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen.....	88

## Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1 Skizze Eisenbahnlinien Österreich .....	9
Abbildung 2 Auszug aus Homepage BMVIT.....	10
Abbildung 3 Übersichtsskizze Ebenfurth .....	11
Abbildung 4 Lageplanskizze Bf Ebenfurth - Quelle IM.....	11
Abbildung 5 Auszug aus VzG des IM .....	12
Abbildung 6 Auszug aus Fahrplananordnung 11114 - Quelle IM .....	13
Abbildung 7 Auszug aus Buchfahrplan - Quelle IM .....	13
Abbildung 8 Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 5871 des IM .....	14
Abbildung 9 Entgleister 3. Wagen von Z 49581 - Blick von vorne .....	15
Abbildung 10 Entgleister 3. Wagen - Ansicht von links - Quelle IM .....	16
Abbildung 11 Entgleisungsspuren - Quelle [1].....	16
Abbildung 12 Gebrochene Schiene vor dem Herzstück der Weiche 154 .....	17
Abbildung 13 Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz .....	18
Abbildung 14 Anschriften am entgleisten Wagen .....	20
Abbildung 15 Typenskizze Simms – Quelle Homepage Fahrzeughersteller .....	20
Abbildung 16 BT, Band 1 Grundsätze, Punkt 5.6.1 .....	23
Abbildung 17 Ladungssicherungssystem Stand der Technik - Handrad und Führungsplatten - Quelle [1] .....	24
Abbildung 18 Ladungssicherungssystem Stand der Technik - stufenlose Einstellung der STS - Quelle [1].....	25
Abbildung 19 STS der vorderen Lademulde unmittelbar nach der Entgleisung - Quelle IM .....	25
Abbildung 20 Nichtanliegende rechte, hintere STS des vorderen Coils .....	26
Abbildung 21 Nichtanliegende rechte, vordere STS des vorderen Coils .....	26
Abbildung 22 Gebrochene Gleitstückfeder .....	26
Abbildung 23 Auszug aus Merkblatt UIC 510-1, Anlage 8 - Gleitstückspiel.....	27
Abbildung 24 Auszug aus Merkblatt UIC 510-1, Anlage 9 - Gleitstückspiel.....	27
Abbildung 25 Ladeskizze mit Coils - Quelle RU .....	28
Abbildung 26 Ladeschema aus dem entgleisten Wagen - Quelle IM .....	29
Abbildung 27 Ladeschema aus dem entgleisten Wagen - Quelle IM .....	29
Abbildung 28 Ladungsschema eines Referenzwagens aus Z 49581 - Quelle IM.....	30
Abbildung 29 Anschrift der Lademulde des entgleisten Wagens .....	30
Abbildung 30 Zeichen für Einzellasten, Aufladelängen gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1 .....	31
Abbildung 31 Zeichen für Einzelkasten, Aufladelängen gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1 .....	31
Abbildung 32 Auszug aus AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1 - Quelle AVV .....	32
Abbildung 33 Lastgrenzraster - Quelle IM .....	33
Abbildung 34 Auszug aus Wagenliste – Quelle RU.....	33
Abbildung 35 Wiegekarte des entgleisten Wagens - Quelle IM .....	33
Abbildung 36 Auswertung des Zuglaufcheckpoints - Quelle IM.....	34
Abbildung 37 Auswertung des Zuglauf-Check-Points gemäß BT .....	34
Abbildung 38 Überprüfung nach BT .....	35
Abbildung 39 STS - Quelle IM .....	35
Abbildung 40 Lagerung des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU.....	36
Abbildung 41 Abmessungen des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU.....	37
Abbildung 42 Abmessungen des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU.....	37
Abbildung 43 STS links vorne - Quelle RU .....	38
Abbildung 44 STS rechts vorne - Quelle RU .....	38
Abbildung 45 Angehobene STS rechts vorne - Quelle [1] .....	39
Abbildung 46 Zahnstange der STS rechts vorne - Quelle [1] .....	39
Abbildung 47 Angeschlagener Zahn der Zahnstange - Quelle [1] .....	40
Abbildung 48 Seitlich positionierte STS rechts hinten - Quelle RU .....	41
Abbildung 49 Tabelle der Radkräfte und Achslasten Mittelwerte aus Verwinderversuchen - Quelle [1].....	42
Abbildung 50 Ermittlung der Radentlastung – Quelle [1] .....	43
Abbildung 51 Formeln für die Radentlastung – Quelle [1] .....	43
Abbildung 52 Tabelle der Radentlastung - Quelle [1] .....	44
Abbildung 53 Tabelle Langshöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM .....	46
Abbildung 54 Tabelle Quershöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM .....	47
Abbildung 55 Tabelle Kennwerte Richtung - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM.....	47
Abbildung 56 Tabelle Kennwerte Standardabweichung Richtung - Quelle IM.....	48
Abbildung 57 Verwindungskennwerte - Von der Null-Linie zum Spitzenwert - Quelle IM .....	48
Abbildung 58 Verwindungskennwerte - Von Mittelwert zum Spitzenwert - Quelle IM.....	48
Abbildung 59 Verwindungsgrenzwerte – Händische Messung - Quelle IM .....	49
Abbildung 60 Tabelle Quershöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM.....	49

Abbildung 61	Tabelle Kennwerte Spurweite - Einzelfehler - Quelle IM.....	49
Abbildung 62	Gleisansicht der Entgleisungsstelle – Quelle IM.....	50
Abbildung 63	Entgleisungsstelle – augenscheinliche Mängel – Quelle IM .....	50
Abbildung 64	Einzelfehlerbericht vom 19. März 2009 - Quelle IM .....	51
Abbildung 65	Gleismesssschrieb vom 17. Juni 2009 - Quelle IM.....	51
Abbildung 66	Auszüge aus den Gleismesssschrieben vom 17. Juni 2009 - Quelle IM .....	52
Abbildung 67	Bild der Entgleisungsstelle vom 17. Juni 2009 – Quelle Messwagen IM .....	53
Abbildung 68	Tabelle Längshöhen - Quelle [1].....	54
Abbildung 69	Wegmessung der Längshöhe - Quelle [1] .....	54
Abbildung 70	Darstellung der Wegmessungen bei der Entgleisungsstelle und am Spritzstoß - Quelle [1] .....	55
Abbildung 71	Analyse der Längshöhen - Quelle [1].....	55
Abbildung 72	Tabelle der aus dem DB IS 2 - Teil 1 angegebenen Standardabweichungen - Quelle [1] .....	56
Abbildung 73	Standardabweichung der Längshöhe gemäß EN 14363 - Quelle [1].....	56
Abbildung 74	Tabelle der Fehler Längshöhe - Quelle [1] .....	57
Abbildung 75	Langwellige Fehler der Längshöhe - Messung vom 17. Juni 2009 - Quelle [1] .....	58
Abbildung 76	EN 13848-1, Tabelle 5 – Längshöhe Einzelfehler Mittelwert-Spitzenwert - SES .....	59
Abbildung 77	Detailuntersuchung Verwindung Drehzapfen bzw. Drehgestell - Quelle [1].....	60
Abbildung 78	Fahrzeugprüfverwindung laut ORE B55/RP8 – Figur 6 .....	61
Abbildung 79	Analyse der Oberbaumessdaten 9-m-Verwindung - Quelle [1].....	61
Abbildung 80	Analyse der Oberbaumessdaten 16-m-Verwindung –Mittelwert-Spitze - Quelle [1] .....	62
Abbildung 81	Tabelle Überschreitung der Verwindungen - Quelle [1] .....	63
Abbildung 82	Analyse der gegenseitigen Höhenlage - Quelle [1].....	63
Abbildung 83	Tabelle Überschreitungen der gegenseitigen Höhenlage - Quelle [1].....	64
Abbildung 84	Tabelle der Standardabweichung der Gleislageabweichung der Richtung - Quelle [1] .....	65
Abbildung 85	Analyse Gleislageabweichung der Richtung - Quelle [1] .....	65
Abbildung 86	Simulationsberechnung MEDYNA - laterale Beschleunigung des vorderen Coils - Quelle [1] .....	66
Abbildung 87	Beladungsverteilung bei der lateralen Kippbewegung - Quelle [1] .....	67
Abbildung 88	Beladungsverteilung nach der Entgleisung - Quelle [1] .....	67
Abbildung 89	Tabelle Berechnung MEDYNA Auszug- Entgleisungssicherheit Y/Q und Radanhebung $\Delta z$ – Quelle [1].....	68
Abbildung 90	Längshöhe - Musterbildung im Gleis - Quelle [1].....	71
Abbildung 91	Gegenseitige Höhenlage – Fehler mit charakteristischer Funktion - Quelle [1] .....	71
Abbildung 92	9-m-Verwindung - Fehler mit charakteristischer Funktion - Quelle [1] .....	71
Abbildung 93	Fehler mit charakteristischer Funktion an den Spritzstellen - Quelle [1] .....	72
Abbildung 94	Auszug aus AVV, Anlage 9, Anhang 1 .....	73
Abbildung 95	Eingriffsmaß des Griffes unterschritten.....	74
Abbildung 96	Luftabsperrhahn in der Endlage "OFFEN" .....	74
Abbildung 97	Luftabsperrhahn in undefinierten Zwischenposition .....	74
Abbildung 98	Luftabsperrhahn in der Endlage "GESCHLOSSEN" .....	75

## Verzeichnis der Gutachten

[1] Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009 erstellt durch den allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger Dipl.-Ing. Johannes Stephanides

## Verzeichnis der Abkürzungen

AS	Aufmerksamkeitsschwelle
BAV	Bundesanstalt für Verkehr
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Bf	Bahnhof
Bh	Bremshundertstel
DB	Dienstbehelf
E-Bremse	Elektrodynamische Bremse des Tfz
ES	Eingriffsschwelle
ERRI	European Rail Research Institut (Nachfolger ORE)
Hbf	Hauptbahnhof
HGV	Hochgeschwindigkeitsverkehr
HLL	Hauptluftleitung
Hst	Haltestelle
IM	Infrastruktur Manager (Infrastrukturbetreiber)
La	Übersicht über Langsamfahrstellen und Besonderheiten
MEDYNA	Mehrkörperdynamik-Simulationsprogramm mit Rad-Schiene-Kontakt der Arbeitsgemeinschaft Computer Aided Railway Engineering
NSA	National Safety Authority (Nationale Eisenbahn-Sicherheitsbehörde)
ÖBB	Österreichische Bundesbahnen
ORE	Forschungs- und Versuchsamt der UIC
QN	Qualitätsniveau
ROeEE	Raab-Ödenburg-Ebenfurth-Eisenbahn
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
SES	Soforteingriffsschwelle
STS	Seitliche Transportsicherung
Tfz	Triebfahrzeug
Tfzf	Triebfahrzeugführer
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UUB	Unfalluntersuchungsstelle des Bundes
VK	Vehicle Keeper (Fahrzeughalter)
Z	Zug
Zvbf	Zentralverschiebebahnhof



## Verzeichnis der Regelwerke

Richtlinie 2004/49/EG „Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“	
TSI „Güterwagen“	2006/861/EG Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge - Güterwagen“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems
TSI HS INFRA	2008/217/EG Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) des Teilsystems „Infrastruktur“ transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems
EisbG	Eisenbahngesetz 1957, BGBl. Nr. 60/1957, i. d. F. BGBl. I, Nr. 95/2009
UUG 2005	Unfalluntersuchungsgesetz, BGBl. Teil I, Nr. 123/2005
MEG	Maß- und Eichgesetz, BGBl. Nr. 152/1950, i. d. F. BGBl. Teil I Nr. 137/2004,
MeldeVO Eisb	Meldeverordnung Eisenbahn 2006, BGBl. Teil II, Nr. 279/2005
EisbBBV	Eisenbahnbau- und -betriebsverordnung, BGBl. Teil II, Nr. 398/2008
HL-VO	Verordnung: Erklärung von Eisenbahnen zu Hochleistungsstrecken, BGBl. 370/1989
EN 13848-1	Bahnanwendungen — Oberbau — Qualität der Gleisgeometrie Beschreibung der Gleisgeometrie
EN 13848-5	Bahnanwendungen — Oberbau — Qualität der Gleisgeometrie Geometrische Qualitätsstufen
EN 14363	Bahnanwendungen — Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen — Prüfung des Fahrverhaltens und Stationäre Versuche

## Verzeichnis der Regelwerke des IM/RU

AVV	Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen
BT	Beladetarif: Verladevorschriften des RU – Band 1 – Grundsätze vom 1. März 2008 Dies enthält sowohl Bestimmungen über die Beladung der Güterwagen als auch Verpackungs- und Verladebestimmungen für Güter und gilt im nationalen sowie im internationalen Verkehr für alle Transporte, die von der Rail Cargo Austria AG (RCA) durchgeführt werden. Der BT entspricht im Wesentlichen den UIC-Verladerichtlinien.
UIC 510-1	Güterwagen – Laufwerke
UIC 530-2	Güterwagen – Fahrsicherheit
UIC 541-1	Brems – Vorschriften für den Bau der verschiedenen Bremsteile
UIC 510-1	Güterwagen Laufwerk Normung
ORE B55/RP8	Entgleisungssicherheit von Güterwagen in Gleisverwindungen
ERRI S1081/RP1	Verhalten der Ladung von Güterwagen bei hohen Geschwindigkeiten
DV V2	Signalvorschrift des IM
DV V3	Betriebsvorschrift des IM
ZSB	Zusatzbestimmungen zur Signal- und zur Betriebsvorschrift des IM
DB IS 2 – Teil 2	Dienstbehelf Instandhaltungsplan - Teil 2: Oberbauanlagen Ausgabe vom 1. September 2007 und Ausgabe vom 1. Juni 2010

## Untersuchungsverfahren

Der Untersuchungsbericht stützt sich auf folgende Aktionen der UUB:

- Untersuchung vor Ort nach dem Ereignis am 1. September 2009
- Untersuchung des entgleisten Wagens in einer Werkstätte am 7. September 2009
- Begehung der Entgleisungsstelle am 17. September 2009
- Beauftragung eines Gutachters am 24. September 2009
- Untersuchung des entgleisten Wagens am 12. Oktober 2009

Bewertung der eingelangten Unterlagen:

- „Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009“ [1], eingelangt am 27. Juli 2010
- Untersuchungsbericht des IM, eingelangt am 6. April 2011

Allfällige Rückfragen wurden bis 11. Juli 2011 beantwortet.

## Vorbemerkungen

Die Untersuchung wurde unter Zugrundelegung der Bestimmungen des Artikels 19, Ziffer 2 der EU-Richtlinie 2004/49/EG in Verbindung mit den Bestimmungen des § 2, Absatz 4 UUG durchgeführt. Die Untersuchung durch die UUB erfolgte vor Ort.

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 Stufenverfahren mit einem Untersuchungsbericht abgeschlossen.

Gemäß Artikel 25, Ziffer 2 der EU Richtlinie 2004/49 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 Artikel 25, Ziffer 3 der EU-Richtlinie 2004/49).

## Empfänger

Dieser Untersuchungsbericht ergeht an:

Unternehmen / Stelle	Funktion
Tfzf Z 49581	Beteiligter
Fdl Bf Ebenfurth	Beteiligter
PKP Cargo S.A.	VK
ÖBB-Infrastruktur AG	IM Rechtsnachfolger
Rail Cargo Austria AG	RU
ÖBB Produktion GmbH.	Traktionsleister VK des Tfz Rechtsnachfolger
ÖBB Konzernbetriebsrat	Personalvertreter
Office of Rail Transportation International Cooperation Unit	NSA PL
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	NSA AT
BMWfJ - Clusterbibliothek	Europäisches Dokumentationszentrum



## 1. Zusammenfassung

Am 1. September 2009, um ca. 05:18 Uhr, bei der signalmäßig tauglichen Durchfahrt von Z 49581 im Bf Ebenfurth, entgleiste der 3. Wagen (31 51 464 4 589-7, Simms) im Bereich der Weiche 153 (ca. km 39,290). Die Entgleisung des vorlaufenden Drehgestells in Fahrtrichtung nach links bewirkte eine Auftrennung der HLL zwischen 2. und 3. Wagen und in weiterer Folge kam es dadurch zu einer Zwangsbremung. Die Spitze von Z 49581 kam im km 40,035 zum Stillstand.

Durch die Entgleisung entstand erheblicher Sachschaden an der Infrastruktur.

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

Als Ursachen der Entgleisung sind die Ladungssicherung, die Beladung des Wagens und Gleislagefehler anzusehen.

## 2. Allgemeine Angaben

### 2.1. Ort

IM Österreichische Bundesbahnen

- Strecke 10601 von Bf Wien Matzleinsdorf (Wien Meidling) nach Wiener Neustadt Hbf
- Bf Ebenfurth
- Umfahrgleis 101, Weiche 153
- km 39,290

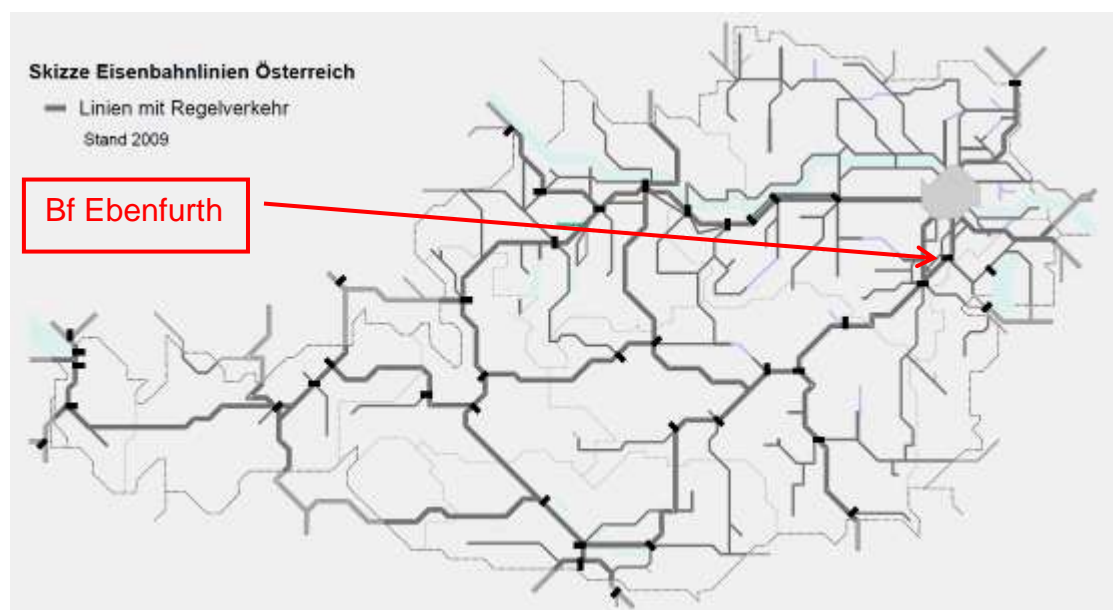


Abbildung 1 Skizze Eisenbahnlinien Österreich

## 2.2. Zeitpunkt

Dienstag, 1. September 2009, 05:18 Uhr

## 2.3. Witterung, Sichtverhältnisse

heiter, + 14 °C, keine witterungsbedingte Einschränkung der Sichtverhältnisse.

## 2.4. Behördenzuständigkeit

Gemäß HL-VO ist die Strecke „Wien – Pottendorf – Wiener Neustadt“ eine Hochleistungsstrecke und somit gemäß § 4, Absatz 1 EisbG eine Hauptbahn.

Gemäß § 12, Absatz 3, Punkt 1 EisbG, ist der Bundesminister für Verkehr, Innovation und Technologie als Behörde für alle Angelegenheiten der Hauptbahnen zuständig.

## 2.5. Örtliche Verhältnisse

Gemäß Homepage des BMVIT [http:// www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/interoperabilitaet/arbeitsgruppe/20040623/beilage2.pdf](http://www.bmvit.gv.at/verkehr/eisenbahn/interoperabilitaet/arbeitsgruppe/20040623/beilage2.pdf) liegt der Bf Ebenfurth an der interoperable Strecke für HGV Wampersdorf – Ebenfurth – Müllendorf (blau) und der interoperablen konventionellen Strecke Ebenfurth – Wiener Neustadt (grün).

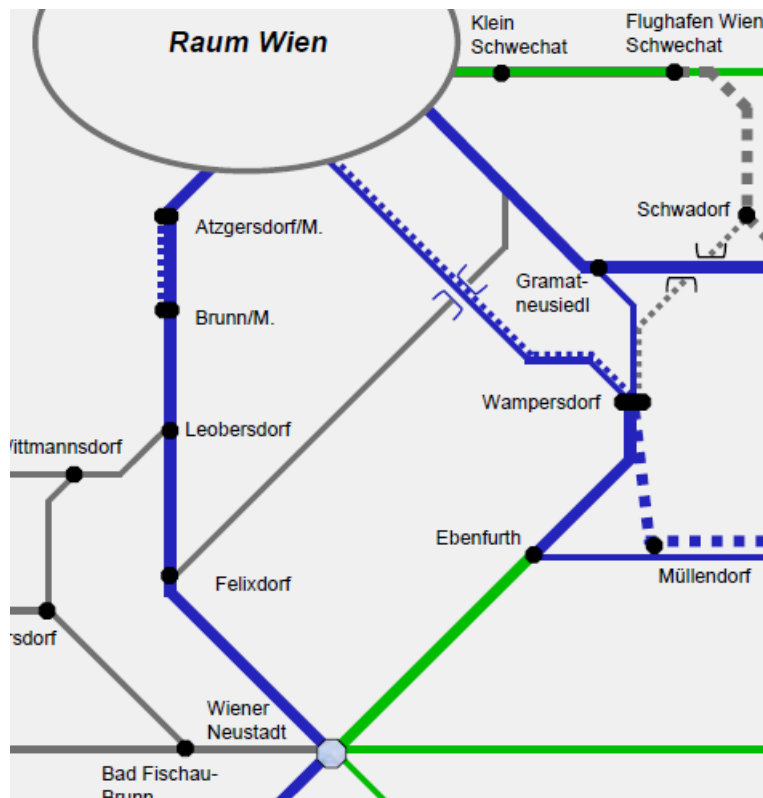


Abbildung 2 Auszug aus Homepage BMVIT



Die Strecke ist in diesem Abschnitt zweigleisig und elektrifiziert (15 kV, 16,7 Hz). Die Betriebsabwicklung erfolgt gemäß den Bestimmungen und Vorgaben der betrieblichen Regelwerke des IM.

## 2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt

### **SGAG 49581** (Sonder-Ganzzug des RU)

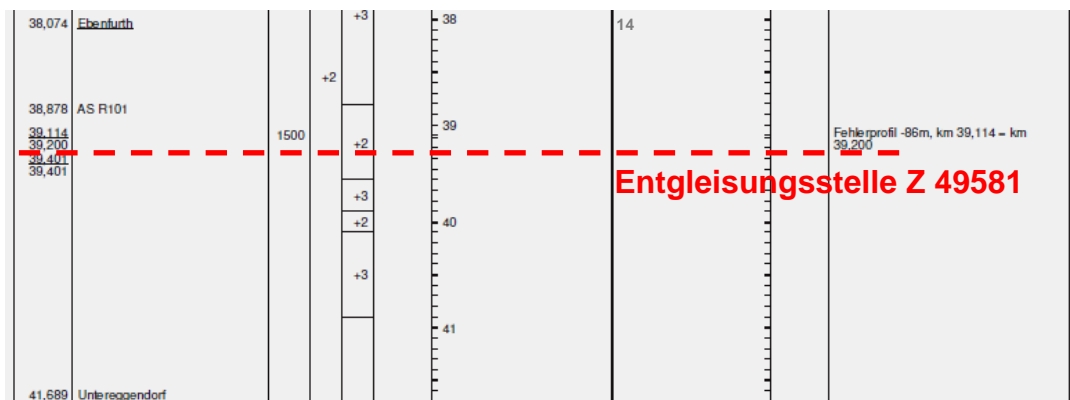
Zuglauf: von Bf Breclav (CZ) nach Villach Süd Gvbf

#### Zusammensetzung:

- Tfz 1116 069-4
  - 18 Wagen der Gattung Simms
  - 1339 t Gesamtgewicht (Masse gemäß MEG)
  - 264 m Gesamtzuglänge
  - Z 49581 verkehrt gemäß Fahrplananordnung 11114 nach Buchfahrplan Heft 401, Muster 5871
- $v_{\max} = 100 \text{ km/h}$   
Brems Hundertstel erforderlich 66 %  
Brems Hundertstel vorhanden 75 %  
Durchgehend und ausreichend gebremst

## 2.7. Zulässige Geschwindigkeiten

### 2.7.1. Auszug aus VzG des IM



**Abbildung 5** Auszug aus VzG des IM

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt in Fahrtrichtung von Z 49581 beträgt 140 km/h.

Der Begriff „Fehlerprofil -86 m“ ist in diesem Fall die Bezeichnung für die Verkürzung der Strecke durch Ausbaumaßnahmen.

## 2.7.2. Auszug aus Fahrplananordnung 11114 des IM

Gem. DV V3 §37 und ZSB 3 §3 sind durch die zuständigen Befehlsbahnhöfe einzuleiten bzw. abzusagen:

**Einzuleiten ist:**  
am 01.09.2009

**SGAG 49581**  
Strecke: Bpa - Nh - Gae - St - Za - Gn - Nb - Mzg - Leb -  
Kt - Vb - Ve

**Fahrplan:**

Strecke	Bpa - Za	gem. Musterfahrplan	4741	Heft	801
Strecke	Za - Mzg	gem. Musterfahrplan	5871	Heft	401
Strecke	Mzg - Ve	gem. Musterfahrplan	4321	Heft	501

Festgesetzte Abfahrt in Bpa 02:52 Uhr

**Abbildung 6 Auszug aus Fahrplananordnung 11114 - Quelle IM**

Gemäß Fahrplananordnung 11114 verkehrte Z 49581 am 1. September 2009 nach Buchfahrplan, Heft 401 Musterfahrplan 5871 des IM.

## 2.7.3. Auszug aus Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 5871 des IM

**Heft 401**

**OBB**  
Infrastruktur Betrieb

# BUCHFHRPLAN

## Heft 401

Hiezu 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**

**Abbildung 7 Auszug aus Buchfahrplan - Quelle IM**



Muster 5871 <sub>nP</sub>					
BT	511 b	St-Zur	Bh = 57%		
	479 b	Zur-Gn	Bh = 64%		
	587 b	Gn-Wp	Bh = 62%		
	483 b	Wp-Nb	Bh = 65%		
	426 c	Nb-Mzg	Bh = 66%		
M 5871			Vmax = 100 km/h Bhmax = 66% – ZF A – 61 –		
4	5	6	1	2	3

		100	11.3	Reisenberg-M.
			8.0	<b>Mitterndorf-M.</b>
			4.6	Sbl Mim 1
			2.5	Unter Waltersdorf (Awanst)
			30.2	Km 0.0 = Km 30.2
				– ZF A – 67 –
		37	30.8	<b>Wampersdorf</b>
			33.4	AB (Awanst)
			34.0	Pottendorf-Landegg
			34.1	Sbl Wp 1
		42	38.1	<b>Ebenfurth</b> C-40
			41.7	Untereggendorf
			42.2	AB (Awanst)
		46	43.8	<b>Obereggendorf</b>
			47.7	Wr.Neustadt Civitas N.
			48.1	PZB 2000 Hz
				<b>Wr.Neustadt Hbf-</b>
		0.50	49.0	<b>Schleppbf</b> (in Nb) *Nbb*

Abbildung 8 Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 5871 des IM

Die zulässige Geschwindigkeit für Z 49581 im Bereich der Entgleisungsstelle beträgt laut Buchfahrplan, Heft 401, Fahrplanmuster M 5871 des IM 100 km/h.

#### 2.7.4. Geschwindigkeitseinschränkung durch La

Gemäß La Nummer 17/2009 des IM gab es im betroffenen Streckenabschnitt und Gleis keine Einschränkung der Geschwindigkeit.

#### 2.7.5. Geschwindigkeitseinschränkung durch schriftliche Befehle

Der UUB wurden keine Befehle für eine Geschwindigkeitseinschränkung im betroffenen Streckenabschnitt vorgelegt.

#### 2.7.6. Signalisierte Geschwindigkeit

Das Ausfahrtsignal „R101“ zeigte „FREI“. Dies bedeutete, dass mit der Fahrplangeschwindigkeit gefahren werden durfte.

### 3. Beschreibung des Vorfalles

Bei der signalmäßig tauglichen Durchfahrt von Z 49581 im Bf Ebenfurth, auf Gleis 101 (Umfahrung Ebenfurth) in Richtung Wiener Neustadt Hbf, entgleiste um 05:18 Uhr der 3. Wagen (31 51 464 4 589-7) im km 39,290 unmittelbar nach der Weichenspitze der Weiche 153. Durch die Entgleisung kam es zu keiner Zugtrennung, jedoch zur Auftrennung der HLL zwischen 2. und 3. Wagen. Der Tfzf bemerkten die Entgleisung erst durch die Zwangsbremse infolge der Trennung der HLL. Das Tfz von Z 49581 kam im km 40,035, der entgleiste Wagen im km 39,980 zum Stillstand.



Abbildung 9 Entgleister 3. Wagen von Z 49581 - Blick von vorne





Abbildung 10 Entgleister 3. Wagen - Ansicht von links - Quelle IM

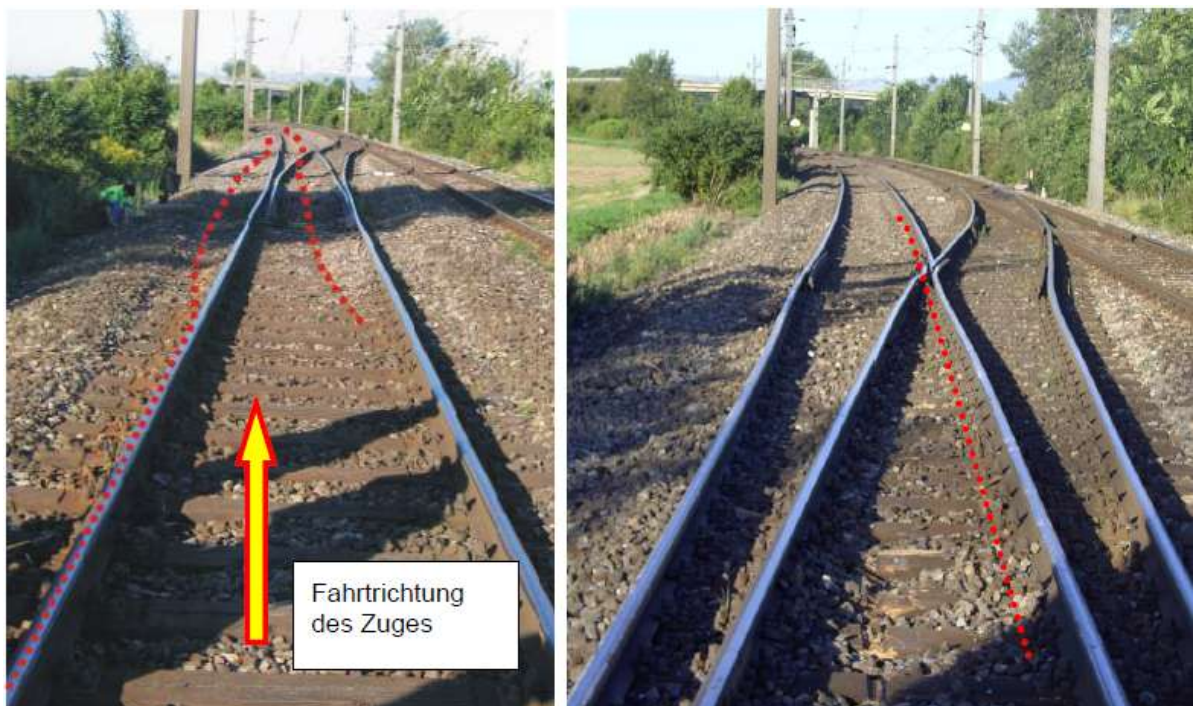


Abbildung 11 Entgleisungsspuren - Quelle [1]

In der vorstehenden Abbildung wird gezeigt, in welchem Bereich das linke Rad von der Schiene abgeleitet wurde und der Wagen seine Spuren im Schotter hinterließ.



In der Nähe des Herzstückes der Weiche 154 klemmte das rechte Rad und die Schiene brach bzw. das Rad hüpfte über die Schiene.

**Abbildung 12 Gebrochene Schiene vor dem Herzstück der Weiche 154**

Ca. 280 m nach der Entgleisungsstelle kam es zur Trennung der HLL.

Anschließend begann der Bogen und das entgleiste Drehgestell wurde durch die Außenschiene geführt.

## **4. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen**

### **4.1. Verletzte Personen**

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

### **4.2. Sachschäden an Infrastruktur**

Eine Weiche, ca. 0,5 km Oberbau und sicherungstechnische Einrichtungen stark beschädigt.

### **4.3. Sachschäden an Fahrzeugen**

Der entgleiste Güterwagen und seine Ladung wurden beschädigt.

Gesamtsachschaden ca. € 650 000,-

### **4.4. Betriebsbehinderungen**

Sperre der Steckengleise 1 und 2 zwischen Bf Ebenfurth und Bf Obereggendorf am 1. September 2009 von 05:18 Uhr bis 05:42 Uhr. Ein Schienenersatzverkehr für personenbefördernde Z auf der Strecke Obereggendorf – Ebenfurth – Wampersdorf wurde eingerichtet.

Die Sperre des Steckengleises 1 dauerte bis 2. September 2009, 03:15 Uhr; danach Freigabe des Streckenabschnitt von km 39,3 bis km 40,0 mit  $v_{\max} = 30$  km/h.

#### 4.5. Schäden an Umwelt

Keine Schäden an der Umwelt.

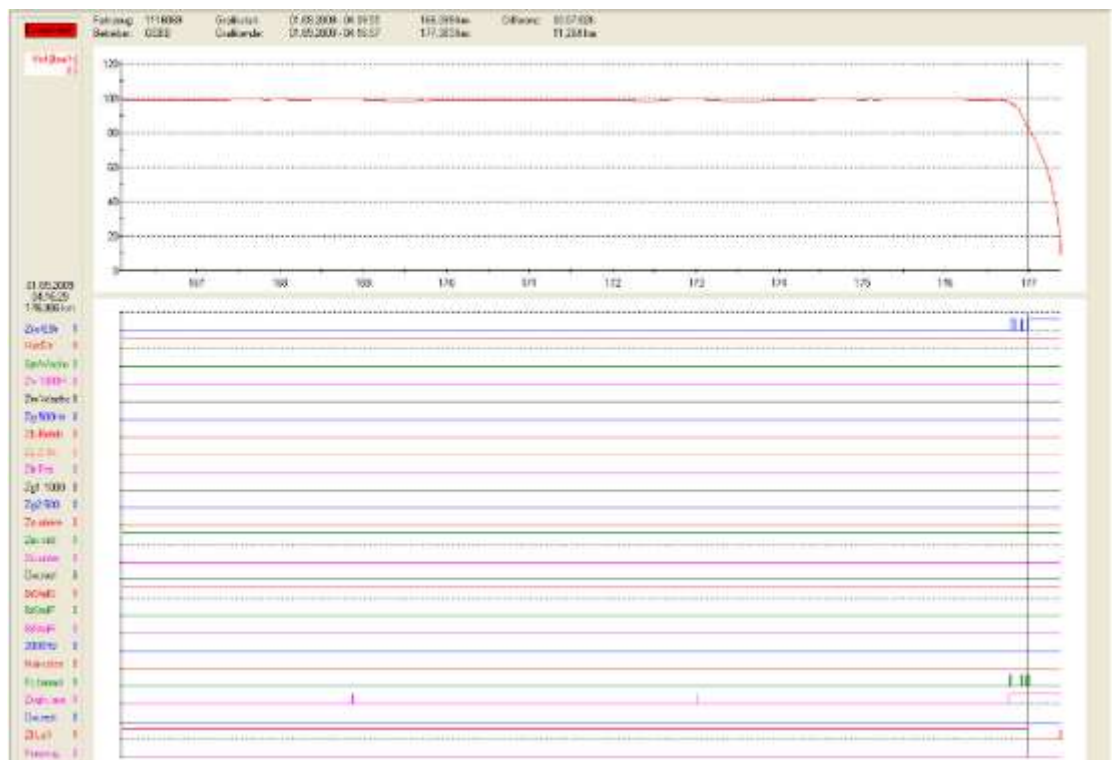
### 5. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen

- IM ÖBB-Infrastruktur Betrieb AG
  - Fdl Bf Ebenfurth
- RU Rail Cargo Austria AG
- VK des Tfz und Traktionsleister ÖBB-Traktion GmbH
  - Tfzf Z 49581
- VK des entgleisten Güterwagen Simms

### 6. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse

#### 6.1. Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz

Die Aufzeichnung der Registriereinrichtung des Tfz von Z 49581 (1116 069-4) wurde nach dem Ereignis gesichert, durch den Traktionsleister ausgewertet und die Auswertung der UUB-Schiene zur Verfügung gestellt.



**Abbildung 13 Auswertung der Registriereinrichtung des Tfz**

Die zulässige Geschwindigkeit von 100 km/h wurde eingehalten.



6.2. Aussage Z 49581:  
(gekürzt und sinngemäß)

Z 49581 fuhr von Wien Zvbf nach Bf Knittelfeld. Laut Buchfahrplan war eine Geschwindigkeit von 100 km/h zulässig, diese wurde eingehalten. Bei der Ausfahrt im Bf Ebenfurt in Richtung Wiener Neustadt wurde ein Druckabfall in der HLL festgestellt. Die Zwangsbremmung wurde durch eine Schnellbremmung unterstützt. Nach dem Stillstand von Z 49581 wurde der Bf Ebenfurth per Funk verständigt und ein Kontrollgang durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass der dritte Wagen im Zugverband mit dem vorlaufenden Drehgestell entgleist war. Danach wurde der Bf Ebenfurth vom Vorfall verständigt.

6.3. Aussage Bf Ebenfurth:  
(gekürzt und sinngemäß laut Mitschrift des Vorfallesuntersuchers des IM)

Für Z 49581 wurde eine Durchfahrt auf Gleis 101 bei tauglicher Sicherungsanlage mit freizeigenden Signalen in Richtung Wiener Neustadt gestellt. Bei der Durchfahrt kam es zu einer Auffahrmeldung der Weiche 154 (*Anmerkung UUB: Weiche 154 folgt Weiche 153*). Unmittelbar darauf meldete Z 49581 eine Zwangsbremmung bzw. die Entgleisung.

6.4. Untersuchung der beteiligten Wagen

6.4.1. Allgemein

Der entgleiste Wagen **Simms** 31 51 464 4 589-7 wies folgende Merkmale auf:

Gemäß Merkblatt UIC 438-2, Anlage E.10 handelt es sich um einen Drehgestell-Flachwagen (**S**) mit 4 Achsen:  $l_u < 15 \text{ m (mm)}$ , mit beweglicher Abdeckung (*Anmerkung UUB: Teleskophauben*) und festen Stirnwänden (i) eines Fahrzeughalters aus Polen.

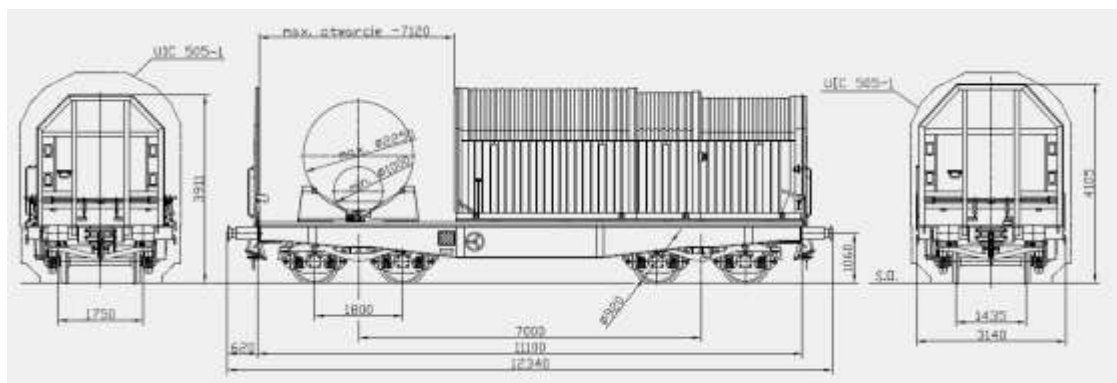
- Regime „S“ (100 km/h) beladen
- 120 km/h leer
- Eigenmasse 23 100 kg
- Streckenklasse „C3“ und „C4“ (20 t Achslast) maximale Zuladung 56,5 t gemäß Lastgrenzraster
- Länge über Puffer 12,34 m
- Drehzapfenmittenabstand 7,00 m
- Drehgestellbauart Y25C
- Baujahr 1987
- Letzte Revision 15.02.2006 bei einem 4-jährigen Instandhaltungsintervall

- **Ladung:**  
Fünf Lademulden mit einer Gesamtmasse von ca. 4 t und in den beiden äußeren Lademulden zwei Coils aus warm gewalztem Blech mit einer Breite von ca. 127 cm und einer Masse von 23820 kg (vorlaufend) und 23800 kg (nachlaufend)



**Abbildung 14** Anschriften am entgleisten Wagen

Der an diesem Wagen nicht vorhandene Kennbuchstabe **h** bedeutet: ausgerüstet für den Transport von Stahlblechrollen, Walzenloch seitlich. Dabei wird die Masse der Lademulden der Fahrzeugmasse hinzugerechnet.



**Abbildung 15** Typenskizze Simms – Quelle Homepage Fahrzeughersteller

*Anmerkung UUB: Die Anordnung der Lademulde entspricht nicht dem Zustand des entgleisten Wagens.*

#### 6.4.2. Regelwerke

Gemäß BT, Punkt 1.3 Transportbeanspruchungen gilt:

*Zu berücksichtigende Beanspruchungen beim Bahntransport in Wagenlängsrichtung*

- *bis 4-fache Gewichtskraft (4 G) der Ladung bei starr festgelegten Gütern,*
- *bis 1-fache Gewichtskraft (1 G) der Ladung*
- *bis 1-fache Gewichtskraft (1 G) bei Gütern, die in Längsrichtung gleiten können,*
- *in Wagenquerrichtung bis 0,5-fache Gewichtskraft der Ladung (0,5 G),*
- *in senkrechter Richtung bis 0,3-fache Gewichtskraft der Ladung (0,3 G) (hierdurch wird das Verschieben der Güter begünstigt).*

*Die Einwirkdauer der vorgenannten Kräfte beträgt etwa 1/10 Sekunde (Beschleunigungsmessungen gefiltert mit 15 - 20 Hz). Für die Sicherung von Gütern sind diese Kräfte als quasistatisch zu betrachten.*

*Die auf die Güter während der Fahrt in Wagenquerrichtung und in senkrechter Richtung einwirkenden Kräfte werden durch Schwingungen mit 2 - 8 Hz hervorgerufen.*

Siehe auch [1]

Gemäß BT, Punkt 1.4 Ladegüter gilt:

*Die Verladerichtlinien und -beispiele unterscheiden nach*

- *Schüttgut (Kies, Schrott, Abfälle, Holzhackschnitzel usw.),*
- *Einzelstücken (Fahrzeuge, Kisten, Maschinen, Transporteinheiten des kombinierten Verkehrs usw.),*
- *zu Ladeeinheiten zusammengefasste Gegenstände, die sich während des Transports wie Einzelstücke verhalten (Pakete, Bunde, Ballen, gebundene Stapel usw.).*

*Die Güter müssen innerhalb der Transporteinheiten*

- *- gleichmäßig verteilt sein,*
- *- gegen Verlagerung und Verlust / Herabwehen gesichert sein,*
- *- soweit sie bruchempfindlich sind durch geeignetes Material geschützt sein.*

Siehe auch [1]

Gemäß BT, Punkt 2.7 Integrierte Einrichtungen zur Ladungssicherung (Auszug) gilt für Lademulden:

*Lademulden dienen im allgemeinen zur Sicherung von Blechrollen. Sie sind auch zur Verladung ähnlicher Güter, z.B. Kabeltrommeln, geeignet. Die für die einzelnen Mulden zugelassenen Durchmesser und Gewichte sind zu beachten. Die vorhandenen Einrichtungen zur seitlichen Sicherung (Festlegearme) sind nach dem Beladen der Mulden so dicht wie möglich an den Rollen in Wirkstellung zu bringen.*

Gemäß BT, Punkt 3.3 Lastverteilung gilt:

*Das Ladegut ist im Wagen gleichmäßig zu verteilen. Dabei darf die höchstzulässige Radsatzlast nicht überschritten werden*

- *bei Drehgestellwagen Verhältnis der Drehgestelllasten 3 : 1*
- *bei den Rädern jedes Radsatzes (links/rechts) 1,25 : 1*

*Die Grenzwerte für die Radlastunterschiede werden eingehalten, wenn der Ladungsschwerpunkt in Querrichtung nicht mehr als etwa*

- *10 cm bei voller Wagenauslastung,*
  - *15 cm bei halber Wagenauslastung*
- abweicht.*

Siehe auch [1]

Gemäß BT, Punkt 5.1 Verladearten und Ladungssicherung – Grundsätze gilt:

*Bei der Verladung der Güter muss deren Eigenschaften, den technischen Merkmalen des Wagens und der zu befahrenden Strecke Rechnung getragen werden. Eine Gefährdung des Eisenbahnbetriebes darf weder durch eine Verlagerung der Ladung, noch durch die Lage ihres Schwerpunktes, noch durch Windinflüsse, noch durch Eis und Schnee auf der Ladefläche bzw. am Ladegut usw. eintreten. Die Güter müssen daher standsicher gelagert und gegen Abheben, Herabfallen, Verschub, Rollen und Kippen sowohl in Längs- als auch in Querrichtung gesichert werden. Sie dürfen durch ihre Lagerung und Befestigung nicht beschädigt werden.*

*Wände, Borde, Rungen und in den Wagen integrierte Festlegeeinrichtungen sind zur Ladungssicherung heranzuziehen. Borde und Rungen sind daher grundsätzlich in Wirkstellung zu bringen. Wenn dies, z. B. bei überbreiten Ladungen, nicht möglich ist, müssen die Güter nach Zustimmung des Versand-EVU mit Spezialfestlegeeinrichtungen gesichert werden.*

Siehe auch [1]



Gemäß BT, Punkt 5.6 Güter, die rollen können, gilt (Auszug):

*Güter, wie Blechrollen, Papierrollen, Kabeltrommeln, Radsätze, andere zylindrische Ladeeinheiten, Fahrzeuge usw., sind in jeder Rollrichtung festzulegen durch feste Wände, Borde, Rungen, Keile, Sattelgestelle oder Lademu-  
lden.*

- *Güter über 10 t Einzelgewicht sind in Wagen oder Behältern mit Lademu-  
lden zu verladen.*

#### Güter über 10 t Einzelgewicht

Das Gut ist einzeln in Wagen oder Behälter mit Lademu-  
lden zu verladen.

- ⑧ Die Güter dürfen weder auf dem Muldenboden aufliegen, noch sich in den Mulden verschieben.
- ⑨ Die wirkende Höhe muss min  $1/8$  des Durchmessers betragen.
- ⑩ In Wagenquerrichtung sind die Güter gegen Verschieben zu sichern sowie gegen Kippen min in Schwerpunkthöhe abzustützen, wenn die Breite weniger  $4/10$  des Durchmessers beträgt.

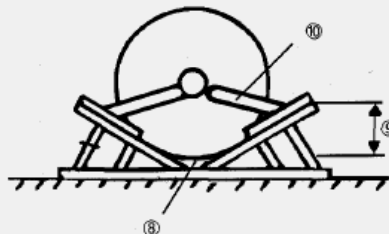


Abbildung 16 BT, Band 1 Grundsätze, Punkt 5.6.1

Siehe auch [1]

Gemäß ERRI S1081/RP 1 – Verhalten der Ladung von Güterwagen bei hoher Geschwindigkeit, Punkt 5.2.3 – Wagen 3 Shimmms, beladen mit Blechrollen gilt (Auszug):

*Ganz unabhängig vom Beladungsfall ist der Einfluss der Überhöhung ausschlaggebend, verglichen mit der Erhöhung der Geschwindigkeit, die den Zustand noch verschlechtert.*

*In sämtlichen Prüffällen scheint die Reibung zwischen Ladung und Sattel nicht auszureichen, um eine seitliche Verschiebung zu verhindern.*

*Die Verwendung einer reibwerterhöhenden Unterlage hat nicht die gewünschte Verbesserung erbracht; im Gegenteil, sie scheint die Tendenz zum Kippen zu begünstigen.*

*Die Standsicherheit von Ladeeinheiten, bestehend aus Schmalbandblechrollen mit dem bisher zugelassenen Breiten-Durchmesser-Verhältnis von 0,17 ist nicht gewährleistet.*

**Die unterschiedlichen erprobten Beladungsfälle demonstrieren die Notwendigkeit, die Rollen gegen jeden Querverschub zu sichern.**

Siehe auch [1]

Anmerkung UUB zum Kennbuchstabe **n**:

mit 4 Achsen  $tu > 60\ t$

mit 6 Achsen oder darüber  $tu > 75\ t$

Stand der Technik für Ladungssicherung – Quelle [1] (Auszug):

*Ausgehend von der Forderung, dass die Ladung gegen jede Verschiebung in lateraler Richtung gesichert werden muss, die laterale Verschiebung der Ladung durch konstruktive Maßnahmen zu verhindern.*

*Bei Verwendung einer Rasterung von 40 mm der Sicherungsarme, zur Aufnahme der hohen lateralen Kräfte, beträgt der Zwischenraum bis zu 40 mm. Dies verhindert jedoch nicht jedwede Verschiebung der Blechrollen.*

**Stand der Technik** ist, die Rasterungen durch Spindeln und über Handrad **stufenlos in lateraler Richtung verstellbare Sicherungsarme** zu ergänzen oder zu ersetzen. Diese besitzen Anpressflächen an die Stirnseite der Coils, die in den meisten Fällen mit ladungsschonenden Materialien ausgerüstet sind, die auf der Blechrolle ohne Zwischenraum aufliegen. Dadurch kann eine jedwede Verschiebung der Ladung verhindert werden.

*Die letzte Blechlage hat einen Zwischenraum und wird daher nicht durch den Sicherungsarm bei einer Querverschiebung verformt, wie dies im Falle einer Rasterung und einem geraden Arm der Fall wäre.*



**Abbildung 17** Ladungssicherungssystem Stand der Technik - Handrad und Führungsplatten - Quelle [1]



**Abbildung 18** Ladungssicherungssystem Stand der Technik - stufenlose Einstellung der STS - Quelle [1]

Gemäß AVV, Anlage 9 gilt:

Anhang 1 - Fehlerkatalog, Punkt 4.8.2 Gleitstückfeder gebrochen

- *Maßnahme aussetzen – Fehlerklasse 4*

Anhang 2 – Definition der Fehlerklassen (Auszug)

- *Fehlerklasse 4 - Hauptfehler  
Fehler bei denen die Verkehrstauglichkeit nicht gewahrt ist oder die zur Betriebsgefährdung führen können sowie Fehler, die zu Personenschäden führen können (Bedienungspersonal Güterwagen)*

Siehe auch [1]

#### 6.4.3. Untersuchung vor Ort am 1. September 2009



**Abbildung 19** STS der vorderen Lademulde unmittelbar nach der Entgleisung - Quelle IM

#### 6.4.4. Untersuchung in der Werkstätte Kledering am 7. September 2009



Abbildung 20 Nichtanliegende rechte, hintere STS des vorderen Coils



Abbildung 21 Nichtanliegende rechte, vordere STS des vorderen Coils

Beim Blechcoil lag die rechte hintere STS nicht an (Abstand ca. 18 cm). Die dazugehörige rechte vordere STS war infolge einer fehlenden konstruktiven Abhebesicherung in einer angehobenen Position, sodass bei der lateralen Bewegung des Coils dieser die Rasterung der STS beschädigte.

Die in Fahrtrichtung vorlaufende Gleitstückfeder der rechten Wagenkastenabstützung des entgleisen Drehgestells wies ca. 20 % Anbruch auf. Die Restfläche war ein Gewaltbruch.



Abbildung 22 Gebrochene Gleitstückfeder

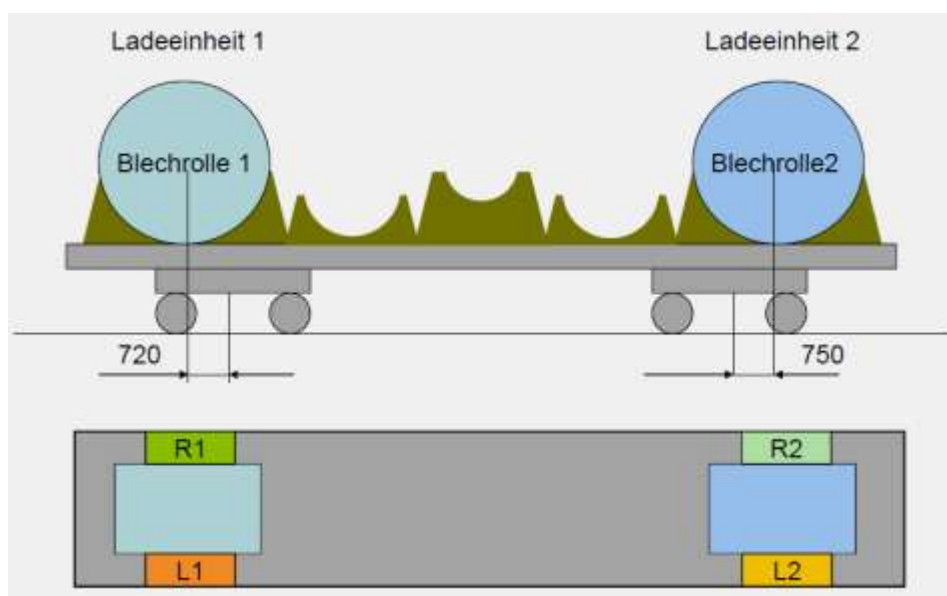




Am 7. und am 8. September 2009 erfolgten Sicherheitschecks (1 bis 3) am entgleisten Wagen, am vorgereihten Wagen 31 51 464 4 054-2 und am nachgereihten Wagen 31 51 464 4 821-4. Diese zeigten keine weiteren Regelwidrigkeiten wie Radsätze, Radprofile, Primärfederung, Zug- und Stoßeinrichtung (eine Schraubenkupplung musste entgleisungsbedingt getauscht werden). Siehe auch [1].

#### 6.4.5. Beladung

Bei der Untersuchung des Beladezustandes des entgleisten Wagens in der Werkstätte Kledering am 17. September 2009 wurde festgestellt:



**Abbildung 25 Ladeskizze mit Coils - Quelle RU**

Die Ladung bestand aus fünf Lademulden mit einer Breite > 2,0 m und zwei Coils aus warm gewalztem Blech mit einer Breite von 127 bis 129 cm. Die Masse der Lademulden betrug ca. 4 t, die der Coils 23820 kg (vorlaufend) und 23800 kg (nachlaufend) in den jeweils äußeren Lademulden verladen.



Abbildung 26 Ladeschema aus dem entgleisten Wagen - Quelle IM

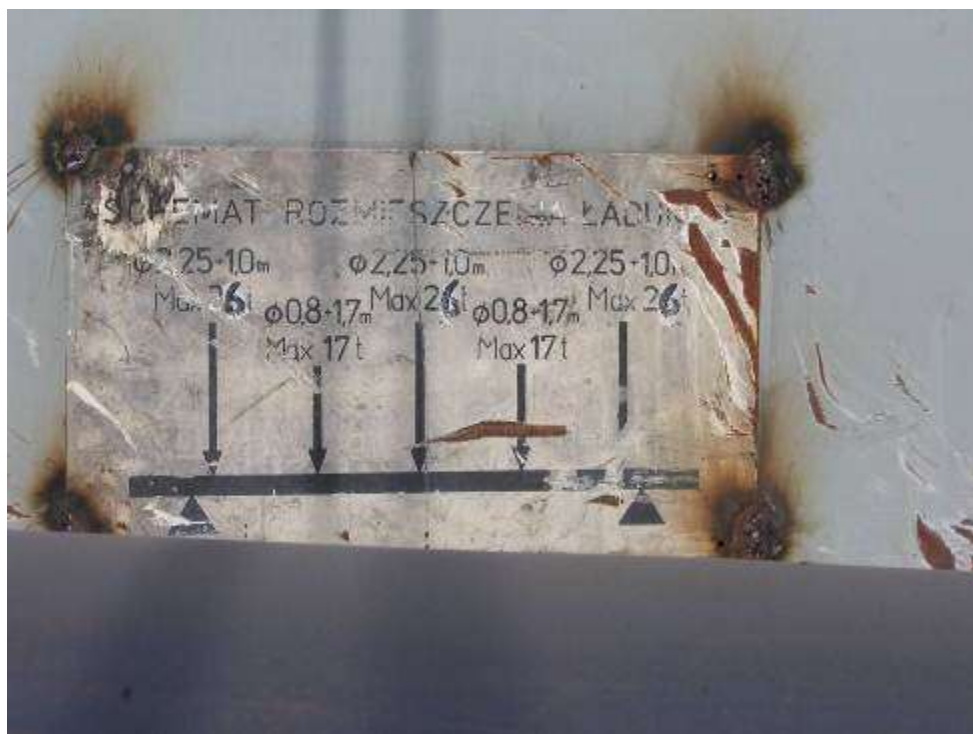


Abbildung 27 Ladeschema aus dem entgleisten Wagen - Quelle IM





Abbildung 28 Ladungsschema eines Referenzwagens aus Z 49581 - Quelle IM



Abbildung 29 Anschrift der Lademulde des entgleisten Wagens

In der vorstehenden Abbildung lässt sich erkennen, dass die Lademasse von 20 t auf 26 t geändert wurde.



Abbildung 30 Zeichen für Einzellasten, Aufladelängen gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1



Abbildung 31 Zeichen für Einzelkasten, Aufladelängen gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1

Die Breite des liegenden Coils (Höhe des stehenden Coils) betrug ca. 127 cm bis 129 cm. Die Breite der Lademulden war > 2,0 m. Dadurch ist gemäß AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1 (Auflagenbreite  $\geq 2,0$  m) anzuwenden.



**Abbildung 32 Auszug aus AVV, Anlage 11, Punkt 2.6.1 - Quelle AVV**

Bedeutung (Zitat aus AVV):

*Bei Einheitsflachwagen das höchstzulässige Gewicht für verteilte Einzellasten und für Lasten auf zwei Unterlagen, jeweils für die im UIC-Kodex angegebene Zahl von Auflagenlängen beziehungsweise Auflageabstände.*

Es gilt: Die Angaben gemäß Ladeschema beziehen sich nicht auf die Gesamtauslastung des Wagens, hierfür ist ausschließlich der Lastgrenzenraster maßgebend. Die Lasten sind jeweils symmetrisch anzuordnen.





Abbildung 33 Lastgrenzraster - Quelle IM

Nr	Wagennummer	P	Ax	Lue	P	IR	Eg	GL	Gg
			b	l	dm		t	t	t
1	3151.4644286-0	4			124	52	28	47	75
2	3151.4644054-2	4			124	52	28	48	76
3	3151.4644589-7	4			142		23	48	71

Abbildung 34 Auszug aus Wagenliste – Quelle RU

Der Kennbuchstabe **h** war in der Gattungs-Kennzeichnung gemäß UIC 438-2, Anlage F nicht vorhanden; in diesem Fall war die Eigenmasse der Ladestelle bei der Masse der Ladung hinzuzuzählen, da die Eigenmasse des Wagens dies nicht berücksichtigt.

**Die zusätzlichen fünf Ladegestelle mit einer Masse von ca. 4 t sind bei den Massenangaben dieses Wagens in der Wagenliste nicht enthalten. Die Gesamtmasse beträgt ca. 75 t.**

#### 6.5. Verwiegung des entgleisten Wagens

Am 1. September 2009 erfolgte in Kledering eine Verwiegung des entgleisten Wagens auf einer geeichten Waage. Das Ergebnis zeigte die Einhaltung des Lastgrenzrasters und eine **Überschreitung der angegebenen Gesamtmasse um ca. 4 t:**

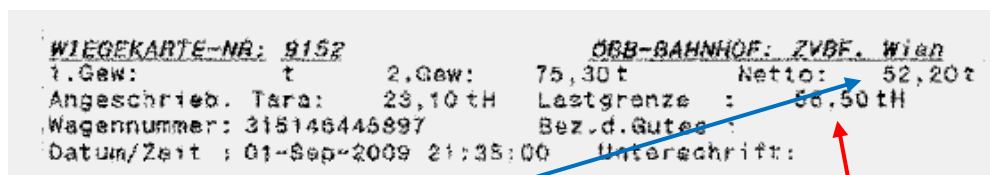


Abbildung 35 Wiegekarte des entgleisten Wagens - Quelle IM

Die Ladung (52,2 t), bestehend aus fünf Lademulden und zwei Coils überschritt nicht den im Lastgrenzraster angegebenen zulässigen Höchstwert von 56,5 t.

## 6.6. Auswertung des Zuglauf-Check-Points

Z 49581 befuhr am 1. September 2009, um ca. 03:48 Uhr den Zuglauf-Check-Point zwischen Bf Deutsch Wagram und Bf Süssenbrunn. Die gemessenen und ausgewerteten Daten wurden der UUB übermittelt:

laufende Nummer Fahrzeug	Achse	Achs- distanz [mm]	Achsgeschwindigkeit [km/h]	Achslast [t]	RD1 Radlast [t]	RD2 Radlast [t]	Radlast- verhältnis	Fahrzeug- typ
1	1	0	54.744	23.199	11.666	11.533	0.014	1016
1	2	2999	54.648	20.562	10.409	10.153	0.020	1016
1	3	9899	54.504	21.564	10.690	10.874	-0.001	1016
1	4	12899	54.339	19.292	9.572	9.720	0.000	1016
2	5	17805	54.236	18.741	9.138	9.603	-0.024	
2	6	19609	54.113	18.450	9.597	8.853	0.035	
2	7	24798	54.024	19.182	10.172	9.010	0.042	
2	8	26605	53.918	18.427	8.837	9.591	-0.060	
3	9	30092	53.849	19.250	9.685	9.565	0.030	
3	10	31896	53.748	18.640	8.866	9.773	-0.033	
3	11	37096	53.666	18.886	9.040	9.846	-0.044	
3	12	38902	53.566	18.426	9.161	9.265	-0.007	
4	13	42400	53.499	19.301	9.629	9.671	0.009	
4	14	44204	53.401	18.406	8.561	9.845	-0.060	
4	15	49400	53.317	18.747	9.173	9.574	-0.011	
4	16	51202	53.217	18.611	9.349	9.262	0.016	

Abbildung 36 Auswertung des Zuglaufcheckpoints - Quelle IM

Durch die UUB erfolgte die nachstehende Auswertung der Daten der Radsätze des entgleisten 3. Wagens im Zugverband:

Massenverteilung am Zuglauf-Check-Point Deutsch Wagram								
Z 49581 am 1. September 2009, 03:48 Uhr								
3. Wagen im Zugverband 31 51 464 4 589-7								
Geschwindigkeit während der Messung ca. 54 km/h.								
Radsatz	m <sub>links</sub> [kg]	m <sub>rechts</sub> [kg]	m <sub>Radsatz</sub> [kg]	m <sub>max</sub> [kg]	m <sub>min</sub> [kg]	Δm <sub>absolut</sub> [kg]	Δm <sub>prozentil</sub> [%]	Verhältnis max/min
1	9.629	9.671	19.300	9.671	9.629	42	0,4	1,004
2	8.561	9.845	18.406	9.845	8.561	1.284	15,0	1,150
3	9.173	9.574	18.747	9.574	9.173	401	4,4	1,044
4	9.349	9.262	18.611	9.349	9.262	87	0,9	1,009
Σ	36.712	38.352	75.064					

Abbildung 37 Auswertung des Zuglauf-Check-Points gemäß BT

Die Auswertung der Daten des Zuglaufcheckpoints entsprachen nicht den Bestimmungen des BT, Band 1 - Grundsätze, Punkt 3.3 - Lastverteilung.

**Die Ergebnisse in der Spalte „Radlastverhältnis“ betrug durch einen fehlerhaften Algorithmus ca. den ½ Wert des tatsächlichen Wertes.**

Gemäß BT, Band 1 „Grundsätze, Punkt 3.3 „Lastverteilung“ darf bei den Rädern jedes Radsatzes (links/rechts) das Verhältnis maximal **1,25 : 1** betragen.

**Die Radlastverteilung am Zuglauf-Check-Point zwischen Bf Deutsch Wagram und Bf Süssenbrunn entsprach den Verladerichtlinien des BT.**

#### 6.7. Sicherung der Ladung

Entsprechend den Beladevorschriften waren die Coils, einzeln im Wagen, in den äußeren Lademulden verladen. Dabei ist festgelegt:

⑧ *Die Güter dürfen weder auf dem Muldenboden aufliegen, noch sich in den Mulden verschieben.*

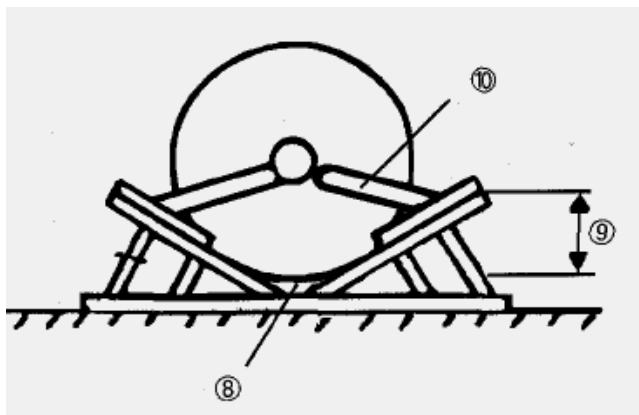


Abbildung 38 Überprüfung nach BT

⑨ *Die wirkende Höhe muss min 1/8 des Durchmessers betragen.*



Abbildung 39 STS - Quelle IM

1/8 des Durchmessers = 240 mm.

Die STS (bei ordnungsgemäßer Position) befanden sich in einer Höhe von ca. 600 mm.

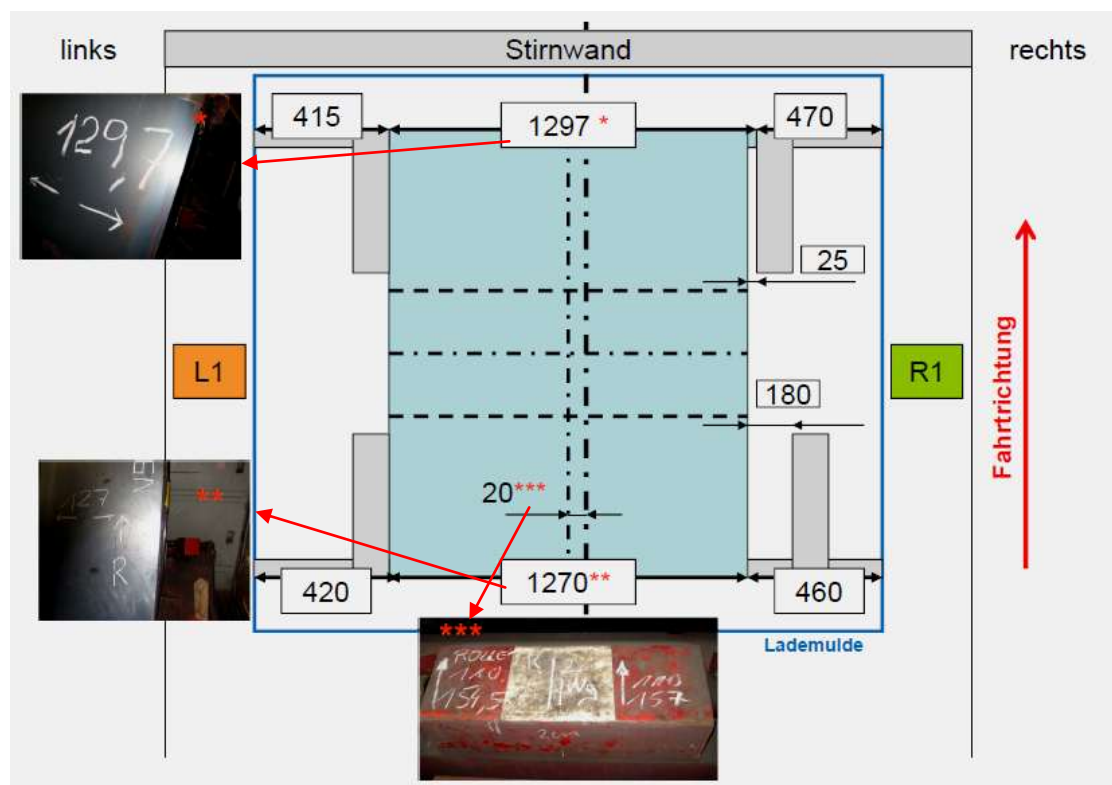
⑩ In Wagenquerrichtung sind die Güter gegen Verschieben zu sichern sowie gegen Kippen min in Schwerpunkthöhe abzustützen, wenn die Breite weniger 4/10 des Durchmessers beträgt.

Breite = 1270 mm

Durchmesser = 1920 mm

4/10 des Durchmessers = 768 mm

**Eine Sicherung gegen Kippen war nicht erforderlich.**



**Abbildung 40 Lagerung des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU**

Der Coil war ca. 20 mm links von der Längsachse verschoben gelagert.



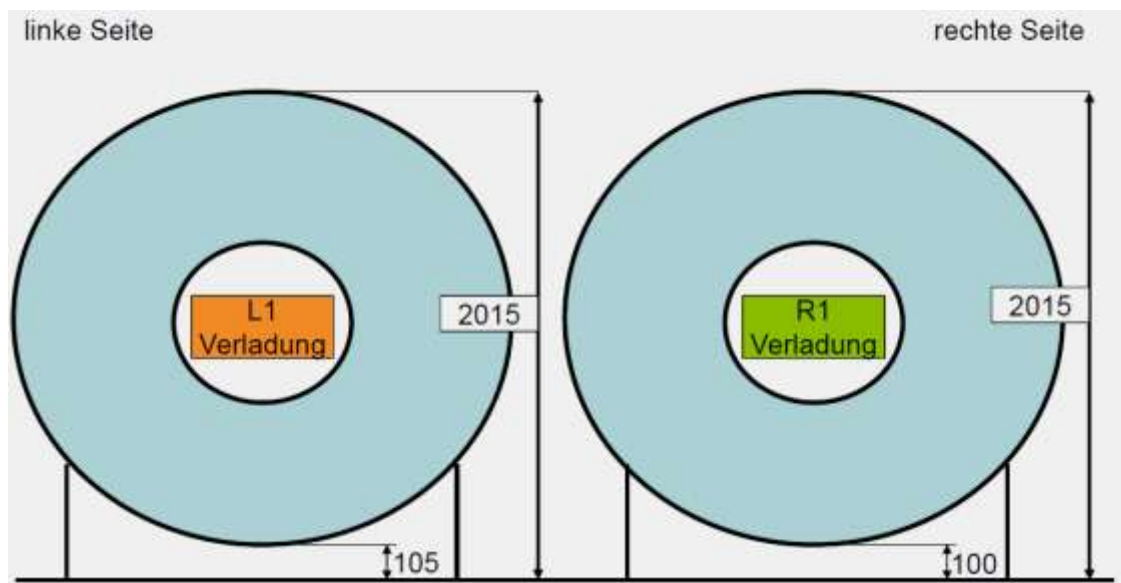


Abbildung 41 Abmessungen des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU

Ein Abstand zum Boden  $\geq 100$  mm war vorhanden.

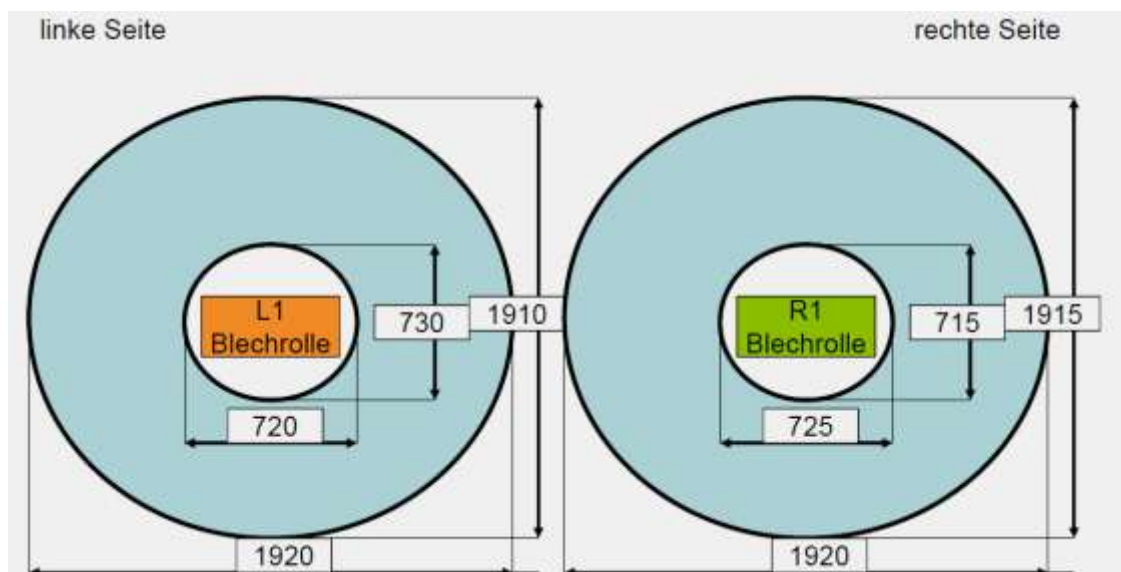


Abbildung 42 Abmessungen des Coils in der Lademulde 1 - Quelle RU

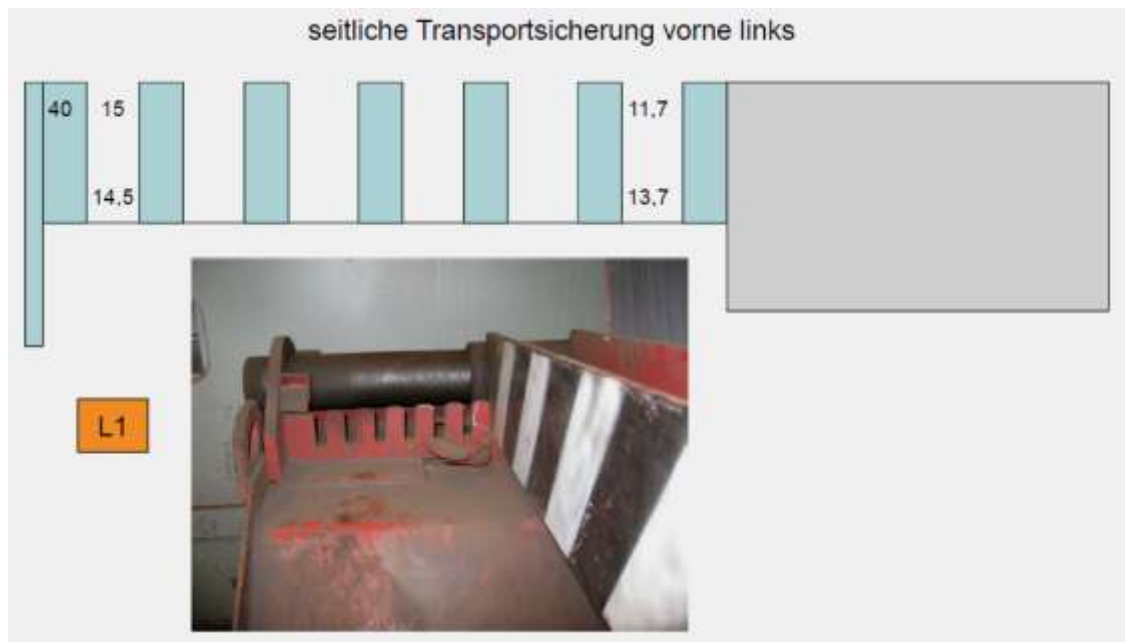


Abbildung 43 STS links vorne - Quelle RU

Die linke vordere STS war so platziert, dass sechs Zahnücken frei blieben.

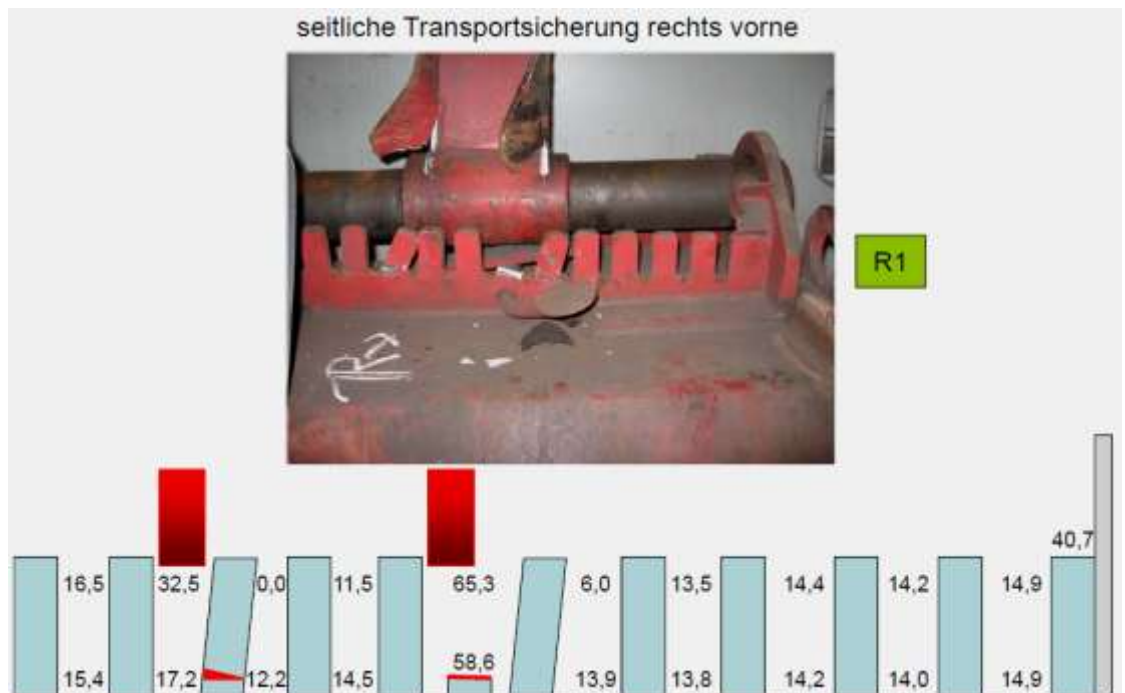


Abbildung 44 STS rechts vorne - Quelle RU

Die vorstehende Abbildung zeigt die ursprüngliche Position der linken vordere STS vor dem linken angerissenen Zahn und beim gebrochenen Zahn (sechs Zahnücken blieben frei).

Der Bruch (Anriss) der beiden Zähne kann nur bei einer angehobenen STS erfolgen.



Abbildung 45 Angehobene STS rechts vorne - Quelle [1]

Die STS rechts vorne wurde nach der Entgleisung leicht schräg nach oben stehend vorgefunden - Quelle [1].



Abbildung 46 Zahnstange der STS rechts vorne - Quelle [1]



**Abbildung 47 Angeschlagener Zahn der Zahnstange - Quelle [1]**

Auszug aus [1]:

*Bei der Rasterung der Zahnstange für die Arretierung der STS rechts vorne ist eine frische Bruchstelle erkennbar. Nach der Entgleisung wurde diese STS leicht schräg nach oben stehend vorgefundenen.*

*Die STS rechts vorne war ursprünglich in die zweite Zahnücke von links eingelegt. Der zugehörige Zahn besitzt im unteren Drittel blanke Stellen die zeigen, wo die schrägstehende Kante der STS angeschlagen hat. Durch das Moment das aufgrund des höheren Angriffspunktes der seitlichen Belastung der nach oben gedrehten STS auf den Zahn entsteht wurde der dritte Zahn von rechts angerissen und geknickt.*

*Der sechste Zahn von rechts ist abgebrochen. Hier muss noch einmal die Ladung in Querrichtung nach rechts beschleunigt worden sein und angeschlagen haben.*

*Die Zahnstange der Rasterung der STS rechts hinten der Lademulde ist nahezu unbeschädigt.*



*Der letzte Zahn hat der Belastung durch den Anschlag der Blechrolle standgehalten. Allerdings befindet sich die STS in einer Entfernung von 18 cm zum Coil nach der Entgleisung wie sich aus der nachstehenden Abbildung erkennen lässt.*



**Abbildung 48** Seitlich positionierte STS rechts hinten - Quelle RU

Die obere Kante der STS weist eine Eindellung auf. An der Blechrolle sind Farbspuren erkennbar, die mit der STS zusammenpassen. Die konstruktive Ausgestaltung der Lademulden erfüllen nicht die wichtigen Anforderungen, die Ladung gegen jedwede Verschiebung zu sichern (Quelle [1]).

**Die erforderliche Absicherung gegen Verschiebung bzw. Kippung der Ladung in lateraler Richtung ist nicht gegeben (Quelle [1]).**

Bei der Ladungseinheit 2 ist das Rutschen der Ladung anhand frischer vorhandenen Schleifspuren aber auch anhand von Roststellen und Rutschspuren erkennbar (Quelle [1]).



## 6.8. Überprüfung der Verwindesteifigkeit

Im Zuge der Begutachtung durch [1] wurde die Radentlastung des entgleisten Wagens, die aus der Verwindungssteifigkeit der Fahrzeugbrücke und der hintereinander geschalteten Primärfedern der Drehgestelle resultiert, durch einen Verwinderversuch gemäß ORE B55/RP8 im Werk Knittelfeld untersucht.

Der Wagen sollte im Zustand der Transportfähigkeit belassen werden. Die Last sollte nicht in die Stellung wie bei der Entgleisung gebracht werden, daher wurden die Radlasten im Zustand nach der Entgleisung durch einen Verwinderversuch ermittelt.

Q_12_WZ_FD815__CH4MW(4)=	9024,9	10532,8	Q_11_WZ_FD816__CH7MW(7)=#
MW_4u7=	9778,4	9778,4	Mittel Räder Achse 1
2*MW_4u7=	19556,8		Achslast Achse 1
2*MW_4u5u6u7=	19096		Mittel Achslasten
2*MW_5u6=	18635,2		Achslast Achse 2
MW_5u6=	9317,6	9317,6	Mittel Räder Achse 2
Q_22_WZ_FD814__CH5MW(5)=	9258	9378,2	Q_21_WZ_FD813__CH6MW(6)=#
4*MW_4u5u6u7=	38192		SummeDrehgestell1
	76021,9		Gesamtgewicht
4*MW_12u13u14u15=	37825,9		SummeDrehgestell2
Q_32_WZ_210__CH12MW(12)=	9471	8544,4	Q_31_WZ_213__CH15MW(15)=#
	9007,2	9007,2	Mittel Räder Achse 3
2*MW_12u15=	18014,4		Achslast Achse
2*MW_12u13u14u15=	18913		Mittel Achslasten
2*MW_13u14=	19811,5		Achslast Achse 4
MW_13u14=	9905,7	9905,7	Mittel Räder Achse 4
Q_42_WZ_202__CH13MW(13)=#	9937,4	9875,1	Q_41_WZ_207__CH14MW(14)=#

DG Drehgestell

1 Rechte Seite in Fahrrichtung

2 Linke Seite in Fahrrichtung

**Abbildung 49 Tabelle der Radkräfte und Achslasten Mittelwerte aus Verwinderversuchen - Quelle [1]**

## 6.9. Radentlastung des entgleisten Wagens und Verschiebung der Last Quelle [1]

Zum Zeitpunkt der Entgleisung kann von einem geraden Gleis, aber von einem verschobenen Coil ausgegangen werden. Nachfolgend wird die Radentlastung, die sich aus dem verschobenen Coil ergibt, abgeschätzt:

In einer vereinfachten Modellvorstellung kann die Radentlastung aufgrund der Lastverschiebung, abgeschätzt werden.

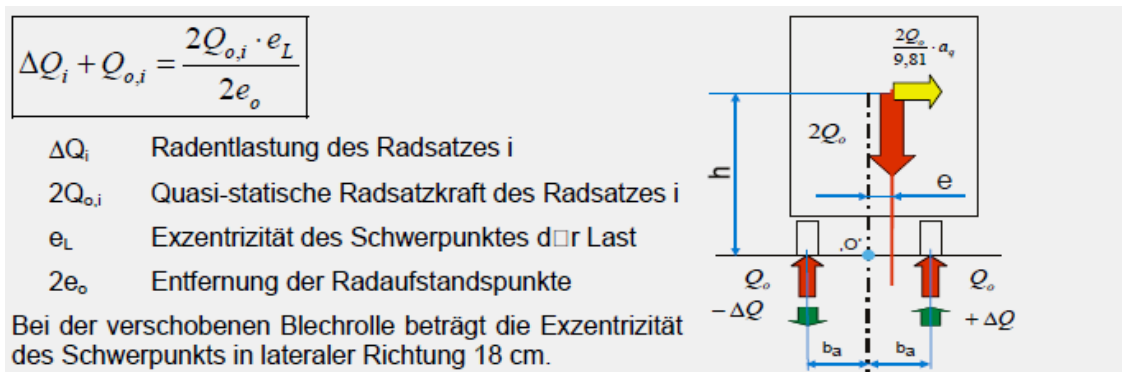


Abbildung 50 Ermittlung der Radentlastung – Quelle [1]

In einer vereinfachten Modellvorstellung kann die Radbelastung aus dem Momentengleichgewicht gewonnen werden, wobei die Exzentrizität des Lastangriffpunktes der Gewichtskraft und das durch die Überhöhung hervorgerufene Kippen des Fahrzeuges berücksichtigt werden.

$$2 \cdot b_a \cdot \Delta Q_{aq} - 2 \cdot e \cdot Q_o - h \cdot a_q \cdot m_o = 0$$

$$2 \cdot b_a \cdot \Delta Q_{aq} - 2 \cdot e \cdot Q_o - h \cdot g \cdot \frac{\ddot{u}}{1530} \cdot \frac{2Q_o}{9,81} = 0$$

oder umgeformt

$$\Delta Q_{aq} = \left( h \cdot \frac{\ddot{u}}{1530} \cdot 2Q_o + 2 \cdot e \cdot Q_o \right) \frac{1}{2 \cdot b_a} \dots\dots [kN]$$

Abbildung 51 Formeln für die Radentlastung – Quelle [1]

			$2Q_{1,i}$	$2Q_{2,i}$	Summe DG I	$2Q_{3,i}$	$2Q_{4,i}$	Summe DG II
Rechte Radlastkraft des Radsatzes i	$Q_{i,1}$	N	103327 $9024,9 \cdot 9,81 =$	92000 $9258,0 \cdot 9,81 =$	179355	96875 $9471,0 \cdot 9,81 =$	96875 $9937,4 \cdot 9,81 =$	193749
Quasi-statische Radsatzkraft des Radsatzes i	$2Q_{o,i}$	N	191861 $10532,8 \cdot 9,81 =$	182821 $9378,2 \cdot 9,81 =$	358710	189785 $8544,4 \cdot 9,81 =$	194361 $9875,1 \cdot 9,81 =$	384146
Linke Radlastkraft des Radsatzes i	$Q_{i,2}$	N	88534	90821	179355	92911	97486	190396
Radentlastung des Radsatzes i	$\Delta Q_i$	N	14792	1179		3964	-611	
	H	mm	1960	1960		1960	1960	
Entfernung der Radaufstandspkt	bA	mm	750	750		750	750	
	Ü	mm	0	0		42	42	
Anteil aus dem Kippen des Fahrzeuges	$\frac{h}{2 \cdot b_A} \cdot \ddot{u}$		0,0	0,0		0,036	0,036	
Exzentrizität Schwerpunktes	e		180	180		60	60	
Anteil aus der Exzentrizität der Last	$\frac{e}{2 \cdot b_A} \cdot 2 \cdot Q_o$		0,120	0,120		0,040	0,040	
Radentlastungsverhältnis	$\frac{\max(Q_1, Q_2)}{\min(Q_1, Q_2)}$		23023	21939	44962	14399	14746	29145
					60,67%		39,33%	

Abbildung 52 Tabelle der Radentlastung - Quelle [1]

In der vorstehenden Tabelle werden die Anteile der Radentlastung ermittelt. Der wesentliche Anteil an der Radentlastung und damit an der Radanhebung kommt aus der Verschiebung des Coils.

#### 6.10. Radlastveränderung durch Verwindung des Gleises

Die Trassierung sieht planmäßig in der Geraden keine Verwindung vor. Durch Fehler der gegenseitigen Höhenlage und der Längshöhe kommt es zu Entlastungen der führenden Rädern. Aus der zeitlichen veränderlichen Längshöhe, der gegenseitigen Höhenlage und Überhöhung resultieren auch in der Geraden bei Drehgestellfahrzeugen Radlaständerungen. Maßgeblich für die Höhe der Radentlastung sind die Verwindesteifigkeiten des Fahrzeuges und die Federsteifigkeiten der Primärfederung. Maßgeblich für Radenlastungen aus der gegenseitigen Höhenlage ist das Kippverhalten des Fahrzeuges.

Die Höhe der Verwindung muss daher begrenzt werden. Dies geschieht im DB IS 2 – Teil 1 und den noch gültigen Paragraphen der Oberbauvorschrift DV B52, die im Wesentlichen die unbelastete Gleislage begrenzen (Quelle [1]).

## 6.11. Regelwerke für den Fahrweg

### 6.11.1. Grundlagen gemäß TSI HS INFRA:

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

*Der Infrastrukturbetreiber muss geeignete Schwellenwerte für Soforteingriffe und Eingriffe sowie Auslösewerte 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 Soforteingriffs- und Eingriffsschwellen sowie Auslösewerte sind in dem Instandhaltungsplan zu erfassen, der in Abschnitt 4.5.1 dieser TSI vorgeschrieben wird.*

### 6.11.2. DB IS 2 – Teil 1

#### Punkt 3.1.2 Grenzwerte hinsichtlich Gleisqualität (Auszug):

*Für folgende Parameter sind die SES zu erfassen und im Betrieb einzuhalten:*

- Längshöhe
- Querhöhe
- Richtung
- Spurweite
- Verwindung

*Für die Beurteilung der Gleislagequalität werden grundsätzlich die Werte des belasteten Gleises, die durch die Messergebnisse dokumentiert sind, herangezogen. In Ausnahmefällen (z.B. fehlender Messwagenbetrieb, Sofortmaßnahmen) können für Überhöhung, Verwindung und Spurweite die Werte des unbelasteten Gleises herangezogen werden, wobei ein Unterschied zwischen den Spurweiten 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.*

Siehe auch [1].

#### Punkt 3.1.3 Längshöhe (Auszug):

*Die Längshöhe ist der Höhenverlauf der Schienenoberkante des linken und des rechten Schienenstranges.*

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

$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$0 < V \leq 80$	17	21	26
$80 < V \leq 120$	14	17	21
$120 < V \leq 160$	11	14	17
$160 < V \leq 200$	9	12	15
$200 < V \leq 300$	8	10	12

Abbildung 53 Tabelle Langshöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM

Siehe auch [1].

#### Punkt 3.1.4 Querhöhe (Auszug):

*Die Querhöhe ist 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:*



$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$0 < V \leq 80$	10	13	15
$80 < V \leq 120$	8	11	13
$120 < V \leq 160$	7	9	11
$160 < V \leq 200$	6	8	10
$200 < V \leq 300$	5	7	9

Abbildung 54 Tabelle Querhöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM

Siehe auch [1].

Punkt 3.1.5 Richtung (Auszug):

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

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

$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$0 < V \leq 80$	15	18	22
$80 < V \leq 120$	11	14	17
$120 < V \leq 160$	9	11	13
$160 < V \leq 200$	7	9	11
$200 < V \leq 300$	6	7	9

Abbildung 55 Tabelle Kennwerte Richtung - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - 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.*

*Standardabweichung der Richtung:*

$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]
$0 < V \leq 80$	1,6 – 2,0
$80 < V \leq 120$	1,3 – 1,7
$120 < V \leq 160$	1,1 – 1,5
$160 < V \leq 200$	0,9 – 1,3
$200 < V \leq 300$	0,8 – 1,2

**Abbildung 56** Tabelle Kennwerte Standardabweichung Richtung - Quelle IM

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

Punkt 3.1.6 Verwindung (Auszug):

*Die Verwindung ist die Änderung der Überhöhung längs der Gleismittellinie.*

$V_{\max}$ [km/h]	Basis	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]	ORE B55/RP8 [mm]
$\leq 160$	3-m-Verwindung	4,0	5,0	6,0	5,3
$\leq 160$	9-m-Verwindung	3,2	3,5	4,0	3,7
$\leq 160$	16-m-Verwindung	2,8	3,0	3,5	2,9

**Abbildung 57** Verwindungskennwerte - Von der Null-Linie zum Spitzenwert - Quelle IM

In der rechten Spalte ist als Vergleichswert der gemäß ORE B55/RP8 festgelegte Wert angegeben.

Siehe auch [1].

$V_{\max}$ [km/h]	Basis	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
$\leq 160$	3-m-Verwindung	2,8	3,5	4,2
$\leq 160$	9-m-Verwindung	2,2	2,5	2,8
$\leq 160$	16-m-Verwindung	2,0	2,1	2,2

**Abbildung 58** Verwindungskennwerte - Von Mittelwert zum Spitzenwert - Quelle IM

*Für die händische Messung der Verwindung (in unbelastetem Zustand) gilt:  
Für die 5-m-Verwindung sind folgende Grenzwerte einzuhalten:*

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

**Abbildung 59 Verwindungsgrenzwerte – Händische Messung - Quelle IM**

Diese Messung findet im unbelasteten Zustand des Gleises statt.  
Siehe auch [1].

Punkt 3.1.7 Zulässige Abweichungen von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen (Auszug):

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

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

**Abbildung 60 Tabelle Querhöhe - Einzelfehler (Mittelwert - Spitze) - Quelle IM**

Siehe auch [1].

Punkt 3.1.8 Spurweite (Auszug):

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

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

*Er darf folgende Werte nicht überschreiten:*

$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$120 < V \leq 160$	-3/+20	-5/+25	-8/+35

**Abbildung 61 Tabelle Kennwerte Spurweite - Einzelfehler - Quelle IM**

*Überschreitungen der Messwerte in Weichen (Herz- /Radlenkerbereich) und Eisenbahnkreuzungen sind wegen der Fehlermöglichkeit bei der Messung einer Plausibilitätsprüfung zu unterziehen.*

## 6.12. Fahrweg

### 6.12.1. Allgemein

Die Entgleisungsstelle, im km 39,290, unmittelbar nach der Spitze der Weiche 153, liegt in einer Geraden ohne planmäßige Überhöhung, Schienenform 49E1.



**Abbildung 62 Gleisansicht der Entgleisungsstelle – Quelle IM**

Anhand der vorstehenden Abbildung lassen sich Stellen mit „stark verunreinigtem Gleis“ = „Spritzstellen“ erkennen.



**Abbildung 63 Entgleisungsstelle – augenscheinliche Mängel – Quelle IM**

Im Bereich der Stellen mit „stark verunreinigtem Gleis“ sind bereits die Schienenbefestigungen lose.



### 6.12.2. Überprüfung der Gleislage mit dem Messwagen vom 19. März 2009:

von Ausf Ebenfurth W153				nach Abzw n. Wiener Neustadt						
Gleis	Fehlerposition			Art	Überschreitung		Maximum		Analyse	
	Anfang	Ende	Laenge		Messwert	Wert	Stelle	VzG	IHP	Grenze
1	39,284	39,287	3m	ES	Ueberhöhung rel.	18mm	39,284	140		15mm

Abbildung 64 Einzelfehlerbericht vom 19. März 2009 - Quelle IM

### 6.12.3. Überprüfung der Gleislage mit dem Messwagen vom 17. Juni 2009:

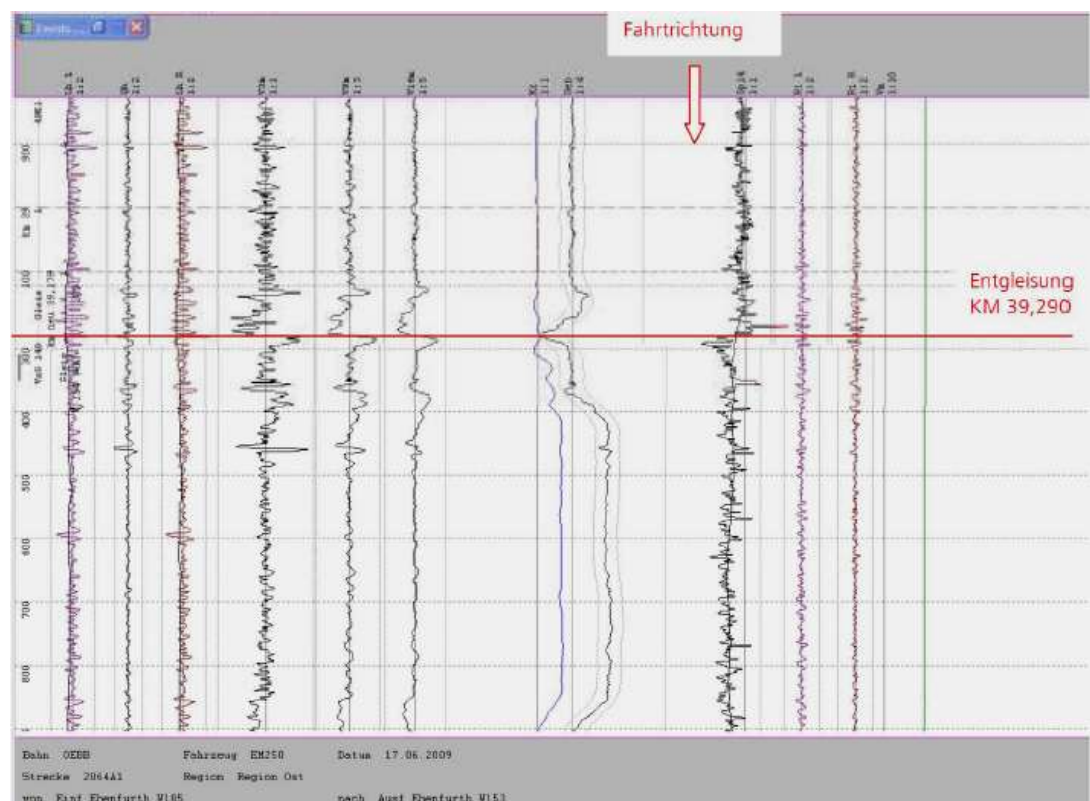


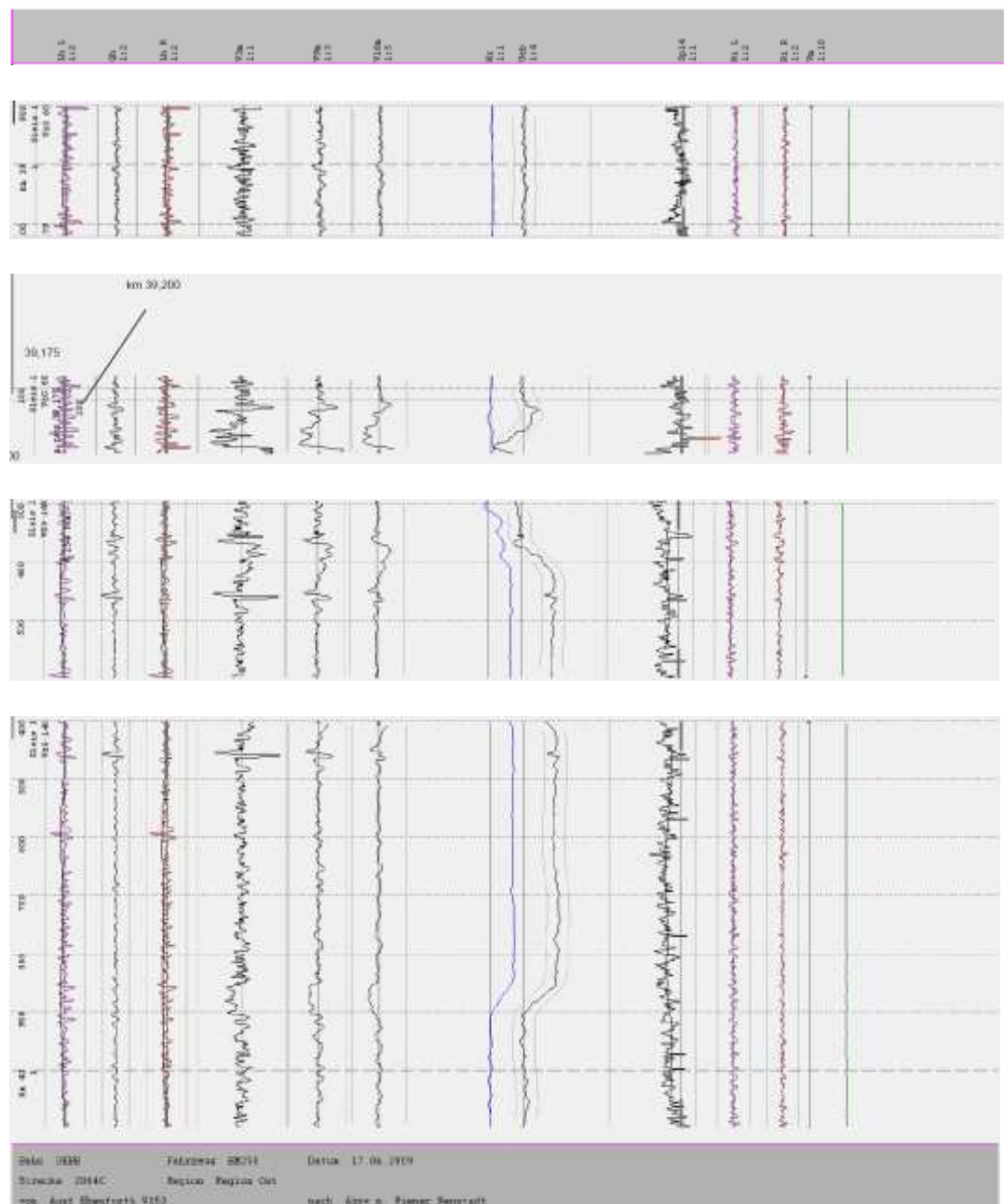
Abbildung 65 Gleismessschrieb vom 17. Juni 2009 - Quelle IM

Die vorstehende Abbildung zeigt die zusammengefassten einzelnen Gleismessschriebe (Abbildung 66).

Die ersichtliche Verschmutzung des Schotterbettes hat zum Zeitpunkt des Ereignisses zu keiner unzulässigen Gleislage geführt (keine Sattenbildung feststellbar).

Die Messstreifen des Oberbaumesswagens vom 17. Juni 2009 zeigten keine unzulässigen Fehler, welche die Grenzwerte des Instandhaltungsplanes erreichen oder überschreiten.





**Abbildung 66 Auszüge aus den Gleismessschrieben vom 17. Juni 2009 - Quelle IM**

Im Zuge der Nachmessungen unmittelbar nach der Entgleisung wurden keine unzulässigen Verwindungsfehler (5m-Basis für händische Messung) festgestellt, lediglich im Weichenbereich (Herz) konnten gleichmäßige und für die Entgleisung nicht relevante leichte Abweichungen der gegenseitigen Höhenlage festgestellt werden.



**Abbildung 67** Bild der Entgleisungsstelle vom 17. Juni 2009 – Quelle Messwagen IM

#### 6.12.4. Beurteilung der Gleislagemessschriebe durch [1] (Zitat):

*In der nachstehenden Abbildung wurden folgende Mängel an den zur Verfügung gestellten Messschrieben in digitaler Form als pdf-Datei festgestellt:*

- *Auf dem Messschrieb sind eigentlich keine Maßstabsangaben enthalten. Nur wenn man weiß welcher Grenzwert gerade gültig ist, dem ist es möglich sich selbst einen Maßstab drüberzulegen.*
- *Die Maßstäbe sind gegenüber den zu untersuchenden Werten so klein gehalten, dass eine hohe Auflösung und große Vergrößerung notwendig wäre. Tatsächlich ist die Auflösung jedoch sehr grob.*
- *Durch die stückweise Übergabe fehlen Stücke zwischen der Gleislage, die nicht beurteilt werden können.*
- *Die Maßstäbe werden am Messschrieb nicht mittels Maßzahlen dargestellt. In der Verzerrung ist daher der Maßstab nur schwer rekonstruierbar.*

*Aufgrund der Mängel des Oberbaumessschriebes war allein aufgrund des vorliegenden Messschriebes eine Interpretation der Fahrweges nicht möglich, es mussten Zusatzinformationen und die Daten in ASCII oder verarbeitbarer Form eingeholt werden.*

#### 6.12.5. Analyse der Messung der Längshöhe durch [1]:

Die SES von 17 mm bei der Belastung durch die Radlast des Oberbaumesswagen EM 250 wurden zwar sehr knapp (0,5 mm) nicht erreicht, die Werte liegen jedoch innerhalb der Toleranzen der Messgenauigkeit.

Anhand von Messungen kann gezeigt werden, dass es unter Einbeziehung des Achslastverhältnis (22,5 t/15 t) zu einer Überschreitung der SES bei der Achslast 22,5 t von 1,00 % kommt. Es kommt zu einem zusätzlichen Weg von 0,67 mm, wie die nachstehende Tabelle zeigt. Im Vergleich kann damit gezeigt werden, dass eine geringere Steifigkeit des Gleises oder Sutte vorliegt.

Tfz	WG3max	WG7max
4020	0,53	0,46
4020	0,55	0,72
2143(G)	0,43	0,75
1044(G)	1,27	0,78

Abbildung 68 Tabelle Längshöhen - Quelle [1]

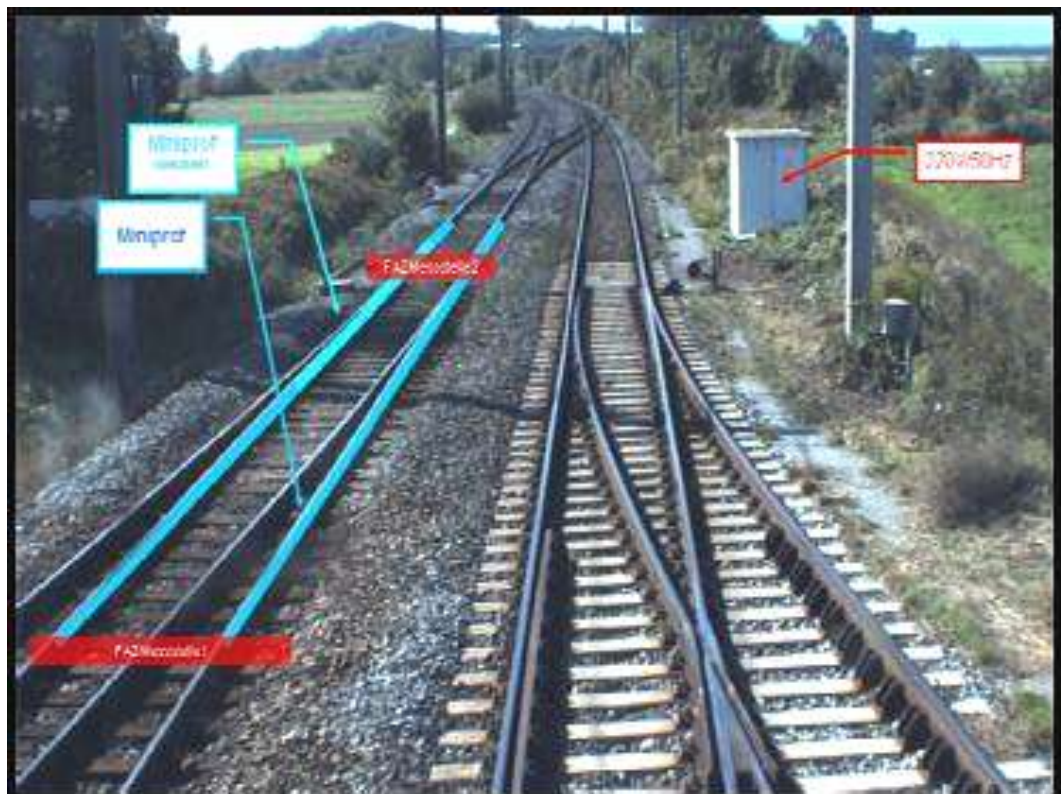


Abbildung 69 Wegmessung der Längshöhe - Quelle [1]

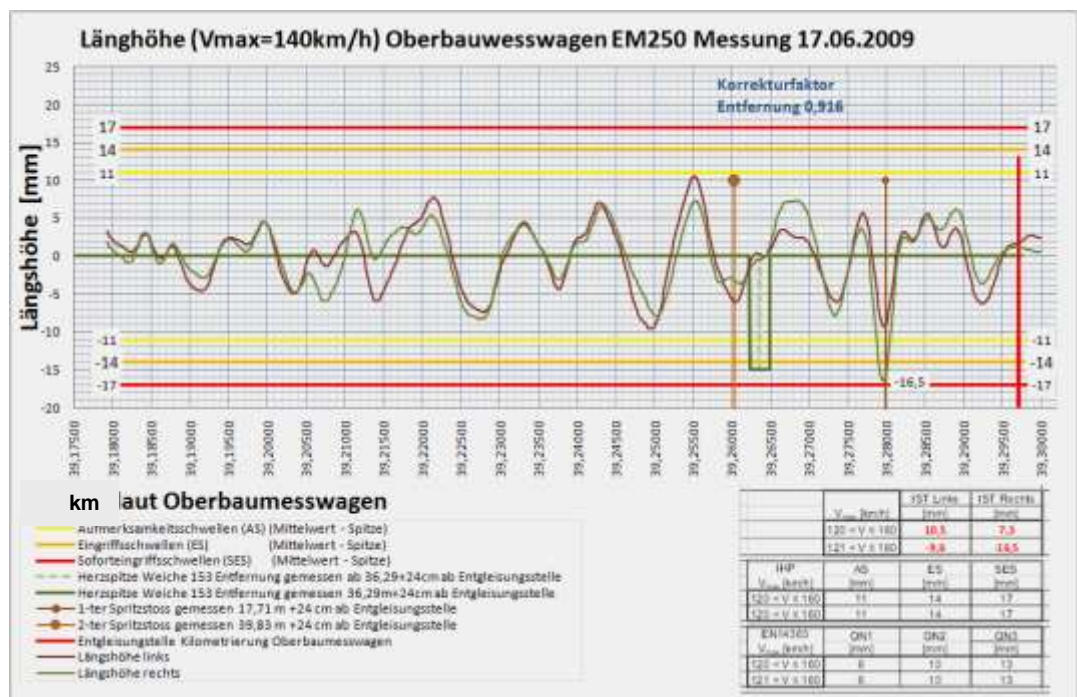




**Abbildung 70** Darstellung der Wegmessungen bei der Entgleisungsstelle und am Spritzstoß - Quelle [1]

Entgegen dem Oberbaubefund des IM ist die ersichtliche Verschmutzung des Schotterbettes eine Folge von Hohlräumen oder Suttbildung und „Pumpen“ des Schlammes an die Oberfläche. Deshalb kommt es unter voller Belastung zu einem zusätzlichen Weg. Dieser führt zu einer unzulässigen Gleislage da die SES unter Belastung überschritten wird.

Die Ergebnisse der Längshöhe zeigen eine wesentliche Überschreitung der ES von 17,8% (100%=ES) und es wurden 83% des Bereiches zwischen ES und der SES ausgenützt. Aufgrund der Überschreitung der ES ist aus den Stellungnahmen keine korrigierende Instandhaltungsmaßnahme ersichtlich damit die SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden.



**Abbildung 71** Analyse der Längshöhen - Quelle [1]

Wesentlich ist das Auftreten von charakteristischen Frequenzen in der vertikalen Gleislage, die das Fahrzeug zu Schwingungen anregt. Man spricht in diesem Zusammenhang von einem Gleislagefehler mit charakteristischer Funktion.

Ein Mittel um Fehler mit charakteristischer Funktion zu entdecken, ist die Bestimmung der Standardabweichung auf kürzerer Mittelungslänge < 200 m.

Anm. UUB: Dies wurde im DB IS 2 – Teil 1 mit 1. Juni 2010 umgesetzt.

Als weitere Bezugsgröße wird im DB IS 2 - Teil 1 für die Längshöhe die Standardabweichung herangezogen. Die AS kann dabei als Indikator für eine qualitativ schlechte Gleislage angesehen werden. Sie wird aus der über 200 m gemittelten Standardabweichung ermittelt, extrapoliert man unter Zuhilfenahme der Verhältnisse ES zur AS (14 mm/11 mm) bzw. SES zur ES eine ES und SES für die Standardabweichung hinzu, würde es zu einer Überschreitung, dieses entsprechend allgemeiner Grundsätze ermittelten Wertes, kommen. Die zur Verfügung gestellten Daten hatten eine Länge von 120 m (\*)

$v_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]	Standard- abweichung IST LINKS [mm]	Standard- abweichung IST LINKS [mm]
120<v 160	120 m	1,9	(2,42)*	(2,94)*	4,07	4,21
120<v 160	200 m	1,9	(2,42)*	(2,94)*	3,16	3,27

Abbildung 72 Tabelle der aus dem DB IS 2 - Teil 1 angegebenen Standardabweichungen - Quelle [1]

**Die wesentliche Überschreitung der AS zeigt als Indikator an, dass es sich um ein qualitativ schlechtes Gleis handelt.**

Zur Beurteilung der Gleislagequalität gemäß EN14363 ist, um die grundsätzlichen Forderungen an die Gleislage von Versuchsgleisen zu erfüllen, zunächst eine Auswahl der Auswertungsabschnitte zutreffen. Maßgebend für die Einbeziehung eines Auswertungsabschnittes sind bei der fahrtechnischen Prüfung die absoluten Größtwerte  $\Delta z_{\max}^0$ . Überschreitet einer von ihnen das Qualitätsniveau **QN3**, 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.

**Das Qualitätsniveau QN3 wurde bei der Belastung durch die Radlast des Oberbaumesswagen EM 250 wesentlich (26,8%) überschritten.**

**Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Fahrzeug die Grenzwerte der Fahrsicherheit bei dieser Gleislage (Überschreitung QN 3) einhält.**

Berücksichtigung der Standardabweichung der Längshöhe gemäß EN 14363:

$v_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes	EN 14363			Standard- abweichung IST LINKS [mm]	Standard- abweichung IST LINKS [mm]
		QM1 [mm]	QM2 [mm]	QM3 [mm]		
120<v 160	120 m	1,4	1,7	2,21	4,07	4,21
120<v 160	200 m	1,4	1,7	2,21	3,16	3,27

Abbildung 73 Standardabweichung der Längshöhe gemäß EN 14363 - Quelle [1]



**Zieht man die Standardabweichung entsprechend EN14363 heran, wird das Qualitätsniveau QN 3 (100%=QN 3) wesentlich überschritten (+ 90 %).**

*Augenscheinlich sind die fast regelmäßigen, charakteristischen Funktionen der Gleislage auch am Messschrieb zu erkennen. Der Wagenkasten wird durch die Gleislage in seinen Eigenwerten der Schwingung erregt. Es kommt zu wesentlichen Radentlastungen.*

Gleislagebeschreibung		Beurteilungsgröße		Soll			Ist		Abw
Längshöhe	SES	Einzelfehler (Mittelwert - Spitze)		17	mm	= 100%	16,50	mm	= 97,06% -2,94%
Längshöhe (+Weg 22,5t)	SES	Einzelfehler (Mittelwert - Spitze)		17	mm	= 100%	16,5+0,67= 17,17	mm	= 101,00% 1,00%
Längshöhe	ES	Einzelfehler (Mittelwert - Spitze)		14	mm	= 100%	16,50	mm	= 117,86% 17,86%
Längshöhe	SES-ES	Einzelfehler (Mittelwert - Spitze)	17-14=	3	mm	= 100%	2,5	mm	= 83,33% -16,67%
Längshöhe	QN3	Einzelfehler (Mittelwert - Spitze)		13	mm	= 100%	16,50	mm	= 126,92% 26,92%
Längshöhe	QN3	Standardabweichung (Mittelungslänge 120m)	1,7*1,3=	2,21	mm	= 100%	4,21	mm	= 190,50% 90,50%
Längshöhe	QN3	Standardabweichung (Mittelungslänge 250 m)	1,7*1,3=	2,21	mm	= 100%	2,92	mm	= 132,13% 32,13%
Längshöhe	AS	Standardabweichung (Mittelungslänge 120 m)		1,9	mm	= 100%	4,21	mm	= 221,58% 121,58%
Längshöhe	AS	Standardabweichung (Mittelungslänge 200 m)		1,9	mm	= 100%	3,27	mm	= 172,11% 72,11%
Längshöhe	ES	Standardabweichung (Mittelungslänge 120 m)	1,9*14/11=	2,42	mm	= 100%	4,21	mm	= 174,10% 74,10%
Längshöhe	ES	Standardabweichung (Mittelungslänge 200 m)	1,9*14/11=	2,42	mm	= 100%	3,27	mm	= 135,23% 35,23%
Längshöhe	SES	Standardabweichung (Mittelungslänge 120 m)	2,42*17/14=	2,94	mm	= 100%	4,21	mm	= 143,37% 43,37%
Längshöhe	SES	Standardabweichung (Mittelungslänge 200 m)	2,42*17/14=	2,94	mm	= 100%	3,27	mm	= 111,36% 11,36%

**Abbildung 74 Tabelle der Fehler Längshöhe - Quelle [1]**

#### 6.12.6. Detailuntersuchung Längshöhe lange Wellenlänge durch [1]:

*Bei der Messung durch den Oberbaumesswagen wurden, aufgrund der Filterung der Längshöhe nur Wellenlängen von ca. 25 m, berücksichtigt.*

In der EN13848-1 werden Wellenlängenbereiche wie folgt angegeben (Zitat):

*Wavelength range*

*Three ranges expressed in wavelengths (l) shall be considered:*

- D1:  $3 \text{ m} < \lambda \leq 25 \text{ m}$
- D2:  $25 \text{ m} < \lambda \leq 70 \text{ m}$
- D3:  $70 \text{ m} < \lambda \leq 150 \text{ m}$ , used for measuring long wavelength defects. Generally this range should only be considered for line speeds greater than 250 km/h.

In Detailuntersuchungen wurde der Einfluss der Filterung des Messwagens auf die Längshöhe untersucht. Es ergaben sich unter Berücksichtigung von Wellenlängen bis 70 m wesentlich größere Werte für die vertikale Längshöhe (siehe nachstehende Abbildung).

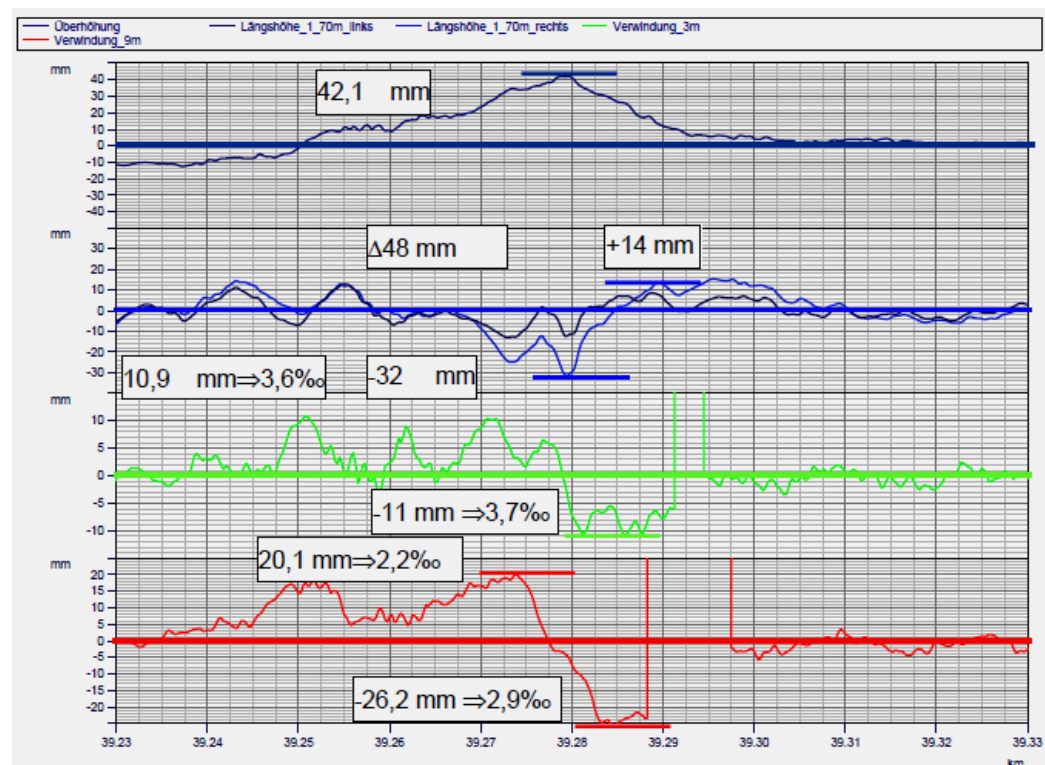
Das zeichnet ein sehr realistisches Bild, was das Fahrzeug tatsächlich an Schwingungen wahrnimmt und sollte insbesondere für die Beurteilung der Erregung von Fahrzeugkastenschwingungen herangezogen werden.

Durch die Filterung mit zu kleinen Wellenlängen werden die tatsächlichen langwelligen Fehler, die entscheidend für Ladung und Menschen sind, entfernt. Dadurch ergibt sich in den meisten Fällen eine wesentliche Absenkung, allein durch die Begrenzung der gemessenen Wellenlängen.

Die nachstehende Abbildung zeigt, dass nicht nur das Drehgestell einer wesentlichen Wankbewegung durch den Fehler der Gleislage unterworfen wurde.

Die Wellenlänge der Längshöhe liegt im Bereich von 1 Hz bei einer Fahrgeschwindigkeit von 100 km/h. Die Abweichung betrug hier ca. 32 mm und führt damit zu einer wesentlichen Radentlastung.

Auch der Unterschied der rechten und linken Längshöhe zeigte einen (größeren) Wert von ca. 22 mm (Querhöhe).



**Abbildung 75** Langwellige Fehler der Längshöhe - Messung vom 17. Juni 2009 - Quelle [1]

Allerdings sind hier auch größere Grenzwerte zu berücksichtigen. Für Geschwindigkeiten unter 160 km/h sind hier keine Werte angegeben. Außerdem ist der Grenzwert im Geschwindigkeitsbereich  $120 < v \leq 160$  km/h (siehe EN13848-5) im Wellenlängenbereich D1 (Wellenlängenbereich siehe EN 13848-1, Tabelle 5) angegeben.

**Table 5 — Longitudinal level – IAL – Isolated defects – Mean to peak value**

Speed (in km/h)	Mean to peak value (in mm)	
	Wavelength range	
	D1	D2
$v \leq 80$	28	N/A
$80 < v \leq 120$	26	N/A
$120 < v \leq 160$	23	N/A
$160 < v \leq 230$	20	33
$230 < v \leq 300$	16	28

**Abbildung 76 EN 13848-1, Tabelle 5 – Längshöhe Einzelfehler Mittelwert-Spitzenwert - SES**

Der Zusammenhang kann aus dem Verhältnis  $SES = 17$  mm (für den Geschwindigkeitsbereich  $120 \text{ km/h} < v \leq 160 \text{ km/h}$  laut DB IS 2 – Teil 1) zu den „Immediate Alert Limit“  $IAL = SES = 20$  mm (Wellenlängenbereich D1 für den Geschwindigkeitsbereich  $160 \text{ km/h} < v \leq 230 \text{ km/h}$ ) und dem Grenzwert für D2 „Immediate Alert Limit“  $IAL = SES = 33$  mm entsprechend EN 13848-5 hergeleitet werden. Wenn für den Wellenlängenbereich D1 gemäß DB IS 2 – Teil 1  $SES = 17$  mm angegeben sind, ist die zugehörige Grenze für den Wellenlängenbereich D2 überschlägig aus nachstehender Gleichung ermittelbar:

Für den Wellenlängenbereich D2 errechnet sich  $SES = 33 \times 17 / 20 = 28$  mm.

**Die Längshöhe der linken Schiene -32 mm (siehe Abbildung 75) überschritt  $SES = 28$  mm für den Wellenlängenbereich D2 um 14,3 %**

#### 6.12.7. Detailuntersuchung Querhöhe durch [1]:

**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 SES.**

#### 6.12.8. Detailuntersuchung 3 m-Verwindung durch [1]:

Vom Mittelwert zum Spitzenwert ergaben sich 3,67 mm/m für die Verwindung auf einer Basis von 3 m. Dies war eine Überschreitung der ES = 3,5 mm/m und sollte zu einer korrektiven Instandhaltungsmaßnahme führen. Allerdings ist der Bereich, wo die Überschreitung der ES auftritt, für die Entgleisung nicht relevant.

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

#### 6.12.9. Detailuntersuchung 7 m-Verwindung Drehzapfen bzw. 1,8 m-Verwindung Drehgestell durch [1]:

Detailberechnungen der Verwindung der Gleislage für den entgleisten Wagen mit einem Drehgestellradstand von 1,8 m und einem Drehzapfenabstand von 7 m bei der Entgleisung Ebenfurth, EM 250 vom 17.6.2009 Strecke 2064 Gleis1, wurden von IM durchgeführt und graphisch dargestellt. Der Drehzapfenabstand beträgt 7 m. Es wurde daher die Verwindung angenähert auf einen Drehzapfenabstand von 7 m und auf einen Drehgestellradstand von 1,8 m umgerechnet. In der zur Verfügung gestellte Abbildung wurden die sich ergebenden Werte für Überhöhung gegenseitigen Höhenlage und Verwindung eingetragen.

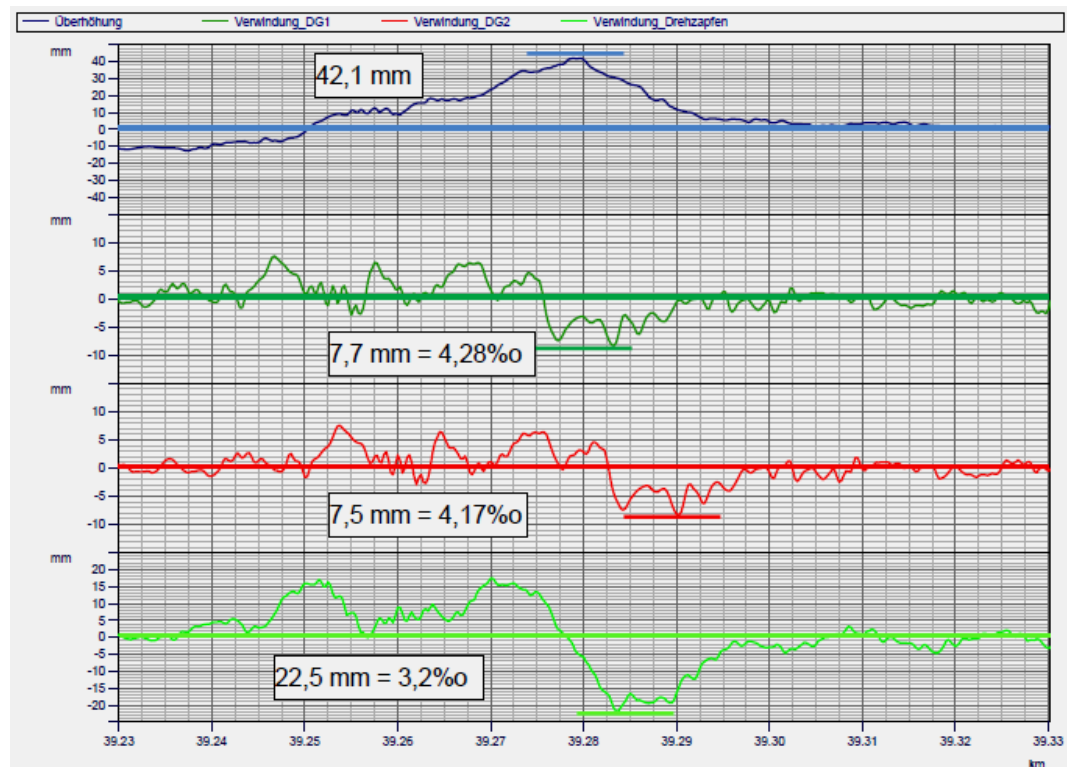


Abbildung 77 Detailuntersuchung Verwindung Drehzapfen bzw. Drehgestell -  
Quelle [1]

Fahrzeugprüfverwindung laut ORE B55/RP8 – Figur 6		
Drehgestell 2a <sup>+</sup>	1,8 m	4,2 ‰
Drehzapfen 2a <sup>+</sup>	7,0 m	4,1 ‰

Abbildung 78 Fahrzeugprüfverwindung laut ORE B55/RP8 – Figur 6

Der Messschrieb zeigt auf einer Verwindungsbasis von 1,8 m eine maximale Verwindung von 4,28‰. Dieser Wert übersteigt die Prüfverwindung für Fahrzeuge entsprechend ORE B55/RP8.

Der Messschrieb auf einer Verwindungsbasis von 7 m zeigt eine maximale Verwindung von 3,2‰. Dieser Wert übersteigt die Prüfverwindung für Fahrzeuge entsprechend ORE B55 RP8 nicht.

#### 6.12.10. Detailuntersuchung 9 m-Verwindung durch [1]:

Gemäß DB IS 2 – Teil 1 (zum Zeitpunkt der Entgleisung gültig) sind sowohl ES = 2,5 mm bzw. SES = 2,8 mm für den Mittelwert zum Spitzenwert enthalten.

Im DB IS 2 – Teil 1, gültig ab 1. Juni 2010 sind diese Werte nicht mehr enthalten.

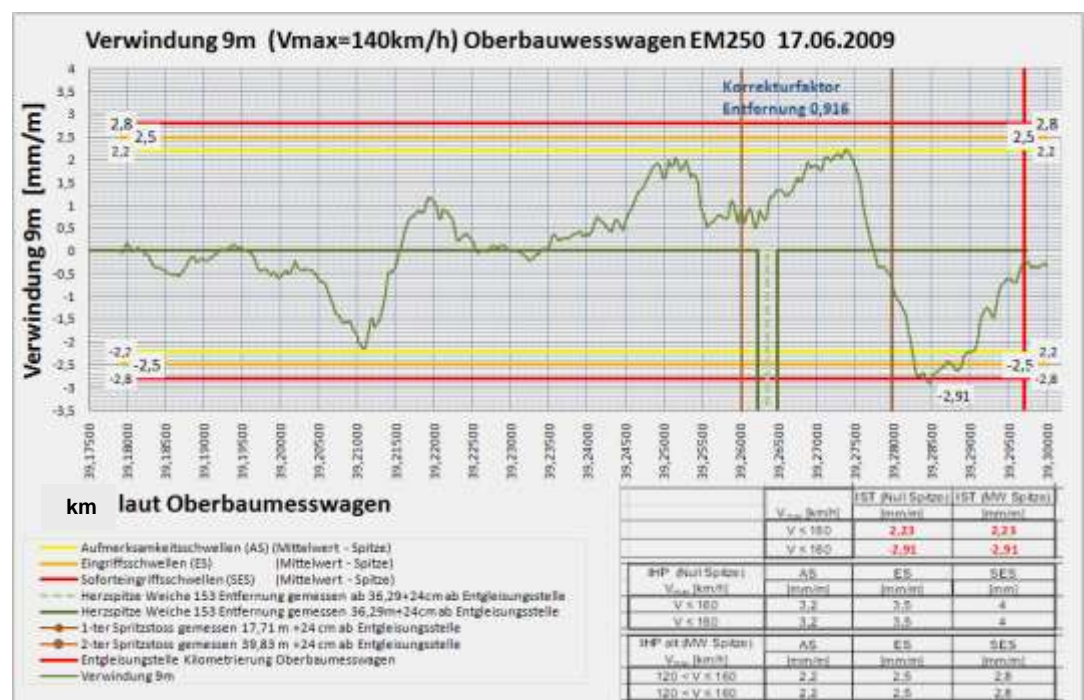


Abbildung 79 Analyse der Oberbaumessdaten 9-m-Verwindung - Quelle [1]

Vom Mittelwert zum Spitzenwert ergeben sich 2,91 m/mm für die Verwindung auf einer Basis von 9 m. Dies ist eine Überschreitung der SES = 2,8 mm/m.



Gemäß DB IS 2 – Teil 1, Punkt 3.1.2 ist bei Überschreiten der sonstigen SES-Werte für die Verwindung innerhalb eines Zeitraumes von 48 Stunden die sofortige Behebung (Berichtigung der Höhenlage) zu veranlassen.

In den Stellungnahmen des IM war eine solche Behebung (Berichtigung der Höhenlage) innerhalb von 48 Stunden im gegenständlichen Fall nicht bekannt.

Es zeigt sich in diesem Falle auch eine gute Übereinstimmung mit der Entgleisungsstelle in km 39,290 (Oberbaumesswagen km 39,297) wenn der Maximalwert der 9 m-Verwindung mit einer Verwindungsbasis von 9 m erreicht wurde.

Von der Null-Linie zum Spitzenwert ergeben sich für die Verwindung auf einer Basis von 9 m keinerlei Überschreitung einer ES oder SES.

#### 6.12.11. Detailuntersuchung 16 m-Verwindung durch [1]:

Von der Null-Linie zum Spitzenwert ergeben sich für die Verwindung auf einer Basis von 16 m keinerlei Überschreitungen einer ES oder SES.

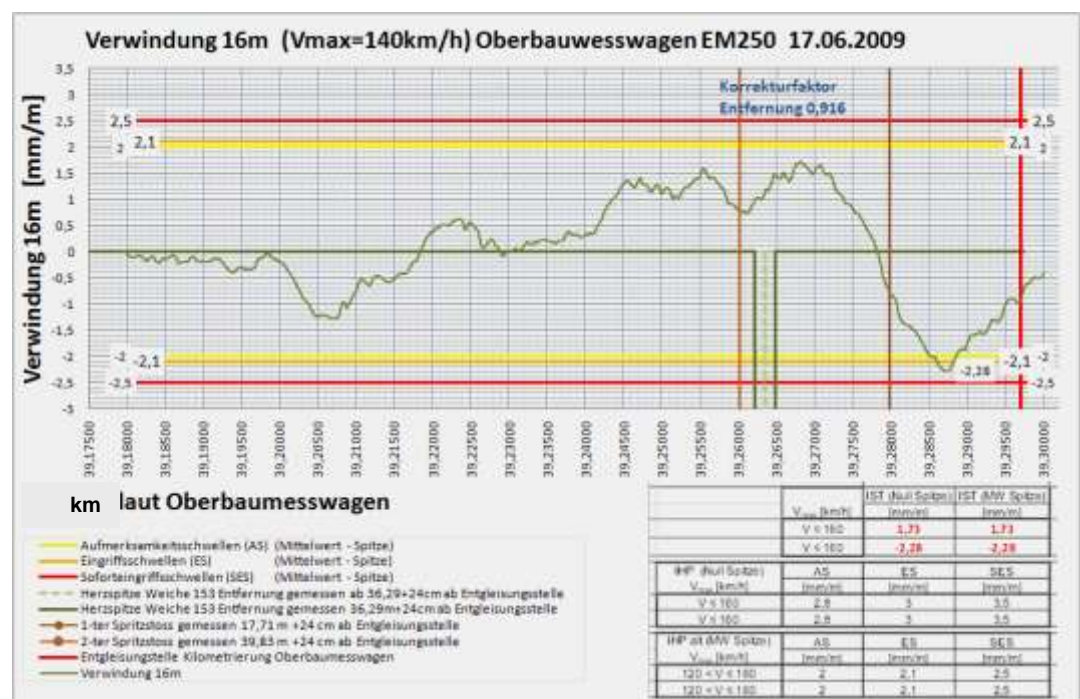


Abbildung 80 Analyse der Oberbaumessdaten 16-m-Verwindung –Mittelwert-Spitze - Quelle [1]

Vom Mittelwert zum Spitzenwert ergeben sich 3,67 mm/m für die Verwindung auf einer Basis von 16 m. Dies ist eine Überschreitung der ES = 2,1 mm/m und sollte zu einer korrektiven Instandhaltungsmaßnahme führen.

#### 6.12.12. Zusammenfassung der Detailuntersuchungen der Verwindungen durch [1]:

Gleislagebeschreibung	Beurteilungsgröße	Soll	Ist	Abweichung
Verwindung 1,8 m	SES (Mittelwert - Spitze)	4,2 mm/m = 100%	4,28 mm/m = 101,90%	1,90%
Verwindung 3 m	ES (Mittelwert - Spitze)	3,5 mm/m = 100%	3,67 mm/m = 104,86%	4,86%
Verwindung 9 m	SES (Mittelwert - Spitze)	2,8 mm/m = 100%	2,91 mm/m = 103,93%	3,93%
Verwindung 16 m	ES (Mittelwert - Spitze)	2,1 mm/m = 100%	2,28 mm/m = 108,57%	8,57%

Abbildung 81 Tabelle Überschreitung der Verwindungen - Quelle [1]

#### 6.12.13. Analyse der gegenseitigen Höhenlage durch [1]:

In der Geraden ist die gegenseitige Höhenlage die Differenz zwischen der gemessenen Überhöhung und Soll-Überhöhung lt. Bogenverzeichnis in diesem Fall also Null.

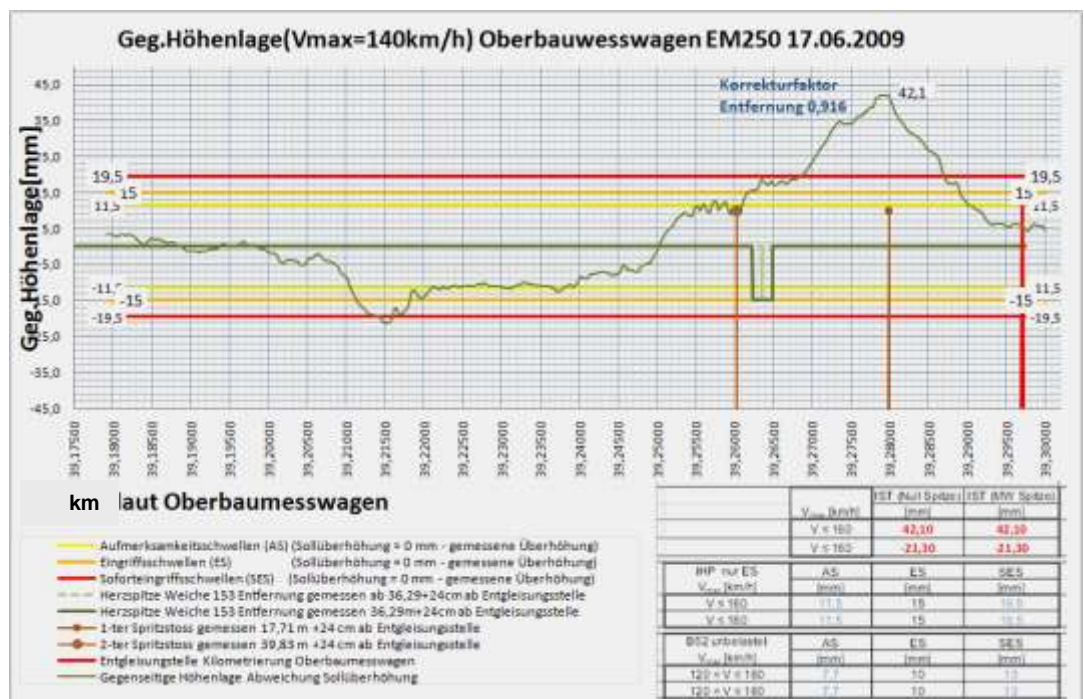


Abbildung 82 Analyse der gegenseitigen Höhenlage - Quelle [1]

Im DB IS 2 – Teil 1 werden Eingriffsschwellen für die gegenseitige Höhenlage von  $\pm 15$  mm genannt. Der höchste Wert ergibt sich mit 42,1 mm. Damit wird die ES wesentlich überschritten.

*ES sind Grenzwerte, deren Überschreitung korrigierende Instandhaltungsmaßnahmen erfordert, damit die SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden. Wenn also keine SES im Instandhaltungsplan angegeben wird, erfordert eine Überschreitung der ES aufgrund der Formulierungen im Instandhaltungsplan für Oberbauablagen korrigierende Instandhaltungsmaßnahmen, damit im Instandhaltungsplan die nicht explizit angegebene SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden.*

*Zur Beurteilung der Sicherheitsrelevanz der ES werden die Folgen anhand von Bögen erläutert:*

*Ein Fehler der gegenseitigen Höhenlage  $\pm 20$  mm hat in Bögen eine Zunahme der nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung von  $0,13 \text{ m/s}^2$  zur Folge. Dies bedeutet, dass ein Fahrzeug in Bögen nominell von  $0,85 \text{ m/s}^2$  mit einer tatsächlichen nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung von  $0,98 \text{ m/s}^2$  verkehrt. Damit wird bei  $0,65 \text{ m/s}^2$  die zulässige, nichtausgeglichene Seitenbeschleunigung um mehr als 20% und bei  $0,85 \text{ m/s}^2$  um mehr als 15% überschritten. Ein neues Fahrzeug muss die Grenzwerte der Fahrsicherheit bei der Zulassungsprüfung jedoch nur bei 10% Überschreitung einhalten. Aus gutem Grund wurde daher die Überhöhung in der DV B52 im unbelasteten Zustand um  $\pm 10$  mm begrenzt. Hier halbieren sich die Konsequenzen für das Fahrzeug wie sich unschwer erkennen lässt. Zu dem gegebenen Zeitpunkt der Entgleisung ist die DV B52 jedoch nicht komplett außer Kraft gesetzt.*

Gleislagebeschreibung		Beurteilungsgröße		Soll				Ist				Abweichung
Gegenseitige Höhenlage	ES	Differenz Soll-Überhöhung zur Ist-Überhöhung		15	mm	=	100%	42,10	mm	=	280,67%	180,67%
Gegenseitige Höhenlage	SES	Differenz Soll-Überhöhung zur Ist-Überhöhung	$1,3 \cdot 15 =$	19,5	mm	=	100%	42,10	mm	=	215,90%	115,90%

**Abbildung 83** Tabelle Überschreitungen der gegenseitigen Höhenlage - Quelle [1]

#### 6.12.14. Analyse der Gleislageabweichung der Richtung durch [1]:

**Bei der Gleislageabweichung der Richtung zeigen die Ergebnisse der Messungen des Oberbaumesswagens EM 250 keine Überschreitungen der SES, ES bzw. AS nach dem zum Zeitpunkt der Entgleisung gültigen DB IS2 – Teil 1.**

*Erkennbar ist eine annähernd regelmäßige Form des Signales, das auf regelmäßige Schwingungen in lateraler Richtung der Fahrzeuge mit einer Wellenlänge von ca. 10 m (ca. 2,8 Hz bei 100 km/h), was der Radsatzlaufrfrequenz entspricht.*

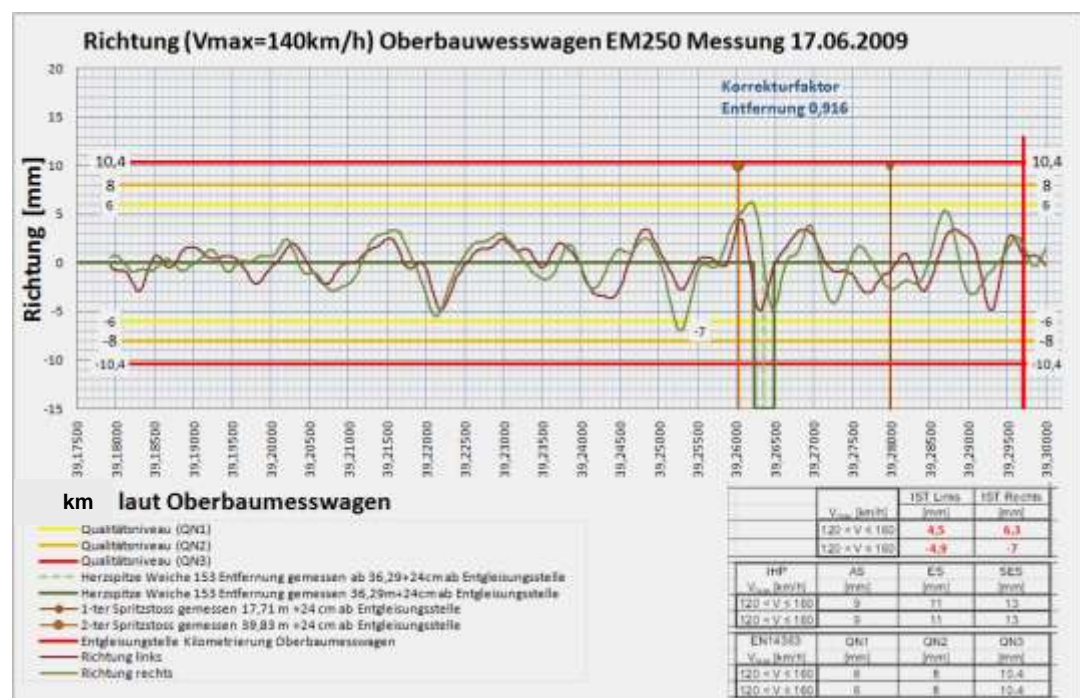
IHP $V_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes	AS [mm]	ES <sup>*)</sup> [mm]	SES <sup>*)</sup> [mm]	STDABW IST Links [mm]	STDABW IST Rechts [mm]
120 < V ≤ 160	120m <sup>**)</sup>	1,5	(1,83)*	(2,17)*	<b>1,93</b>	<b>1,93</b>
120 < V ≤ 160	200m	1,5	(1,83)*	(2,17)*	<b>1,50</b>	<b>1,50</b>

\*) extrapoliert aus den Verhältnissen ES/AS und SES/ES

\*\*) Die zur Verfügung gestellten Gleislagedaten hatten eine Länge von 120 m.

**Abbildung 84 Tabelle der Standardabweichung der Gleislageabweichung der Richtung - Quelle [1]**

Betrachtet man nun die Standardabweichung ist im DB IS 2 – Teil 1 eine Grenze vorgesehen. Es zeigt sich eine Überschreitung der extrapolierten ES, was aus dem augenscheinlichen detaillierten Verlauf des Signales auch ersichtlich ist.



**Abbildung 85 Analyse Gleislageabweichung der Richtung - Quelle [1]**

Bei der Gleislageabweichung der Richtung zeigen die Ergebnisse der Messungen des Oberbaumesswagens EM 250 keine Überschreitungen des Qualitätsniveaus QN 3 für die absoluten Größtwerte  $\Delta y_{\max}^0$  gemäß EN14363.

#### 6.12.15. Analyse der Spurweite durch [1]:

Bei der Spurweite zeigen die Ergebnisse der Messungen des Oberbaumesswagens EM 250 keine Überschreitungen der SES und der ES nach dem zum Zeitpunkt der Entgleisung gültigen DB IS 2 – Teil 1.

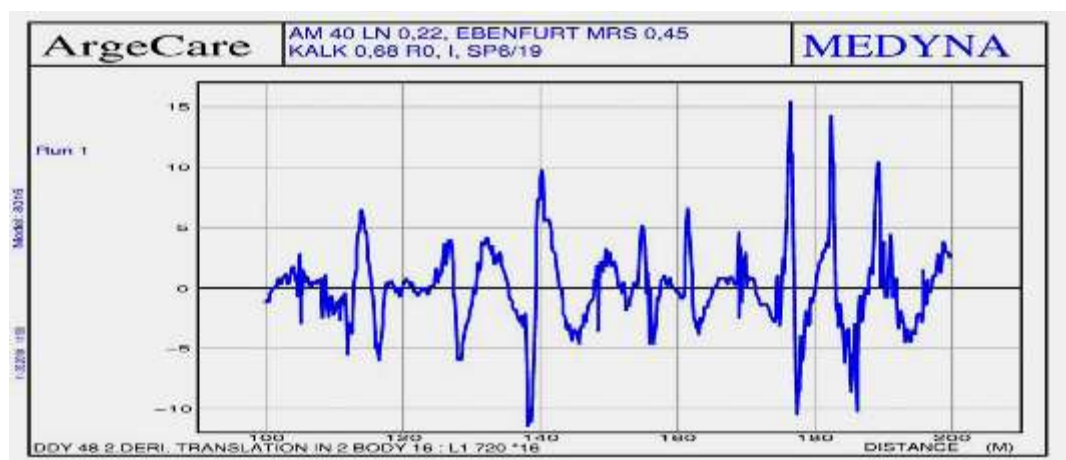


## 6.13. Analyse des Entgleisungsvorganges

### 6.13.1. Auslösung der Entgleisung – Quelle [1]:

*Die Entgleisungsauslösung erfolgt dadurch, dass der Wagen eine Spritzstelle befährt.*

*Aufgrund des festgestellten Gleislagefehlers der gegenseitigen Höhenlage von 42,1 mm kam es zu einem Wanken des Fahrzeugkastens in seitlicher Richtung und einer Überschreitung der lateralen Beschleunigung von 5 m/s<sup>2</sup> (laut Berechnung ca. 15 m/s<sup>2</sup>).*



**Abbildung 86 Simulationsberechnung MEDYNA - laterale Beschleunigung des vorderen Coils - Quelle [1]**

### 6.13.2. Beladungsbewegungen bei der Kippbewegung an der Spritzstelle – Quelle [1]:

*Durch die Beschleunigungskräfte in lateraler Richtung und gleichzeitiger Entlastung nach oben kam es zu einer Rutsch- und Kippbewegung des Blechcoils in der vorderen Lademulde in lateralen Richtung.*

*Durch die Beschleunigungskraft wurde der Zahn, der aufgrund der Schrägstellung der STS einem Biegemoment mit größerem Hebel als wenn er waagrecht wäre, ausgesetzt. Durch dieses zusätzliche Biegemoment der schräg nach oben statt waagrecht stehenden STS wurde der Zahn gebrochen. Die Verzahnung der STS war nicht mehr wirksam und der Blechcoil bewegte sich seitwärts um 18 cm. Die laterale Bewegung des Blechcoils wurde durch den zweiten Arm, der nicht ordnungsgemäß eingelegt ist, gerade noch gestoppt. Dann kam es zum harten Anschlag auf der nicht ordnungsgemäß eingelegten STS, wobei der Blechcoil auch einer Kippbewegung unterworfen war, da die STS nicht im Schwerpunkt angriff.*

*Dadurch kam es auf dem anderen Rad zu einer unzulässigen Radanhebung.*



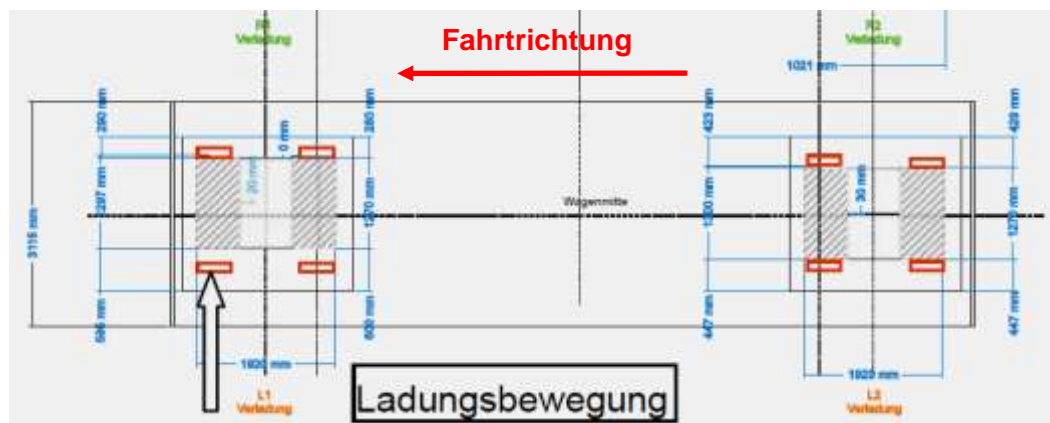


Abbildung 87 Beladungsverteilung bei der lateralen Kippbewegung - Quelle [1]

### 6.13.3. Beladungsbewegungen nach der Entgleisung

Die Entgleisungsspuren nach der Entgleisung zeigten, dass der gesamte Wagen nach links entgleiste. Nach der Entgleisung sind die Blechrollen an die linke Seite in Fahrtrichtung gesehen vorgefunden worden. Daher kann gefolgert werden, dass auch die Blechrolle durch die Beschleunigung des Wagens nach links, während der Entgleisung in der Fahrtrichtung gesehen nach links wanderte.

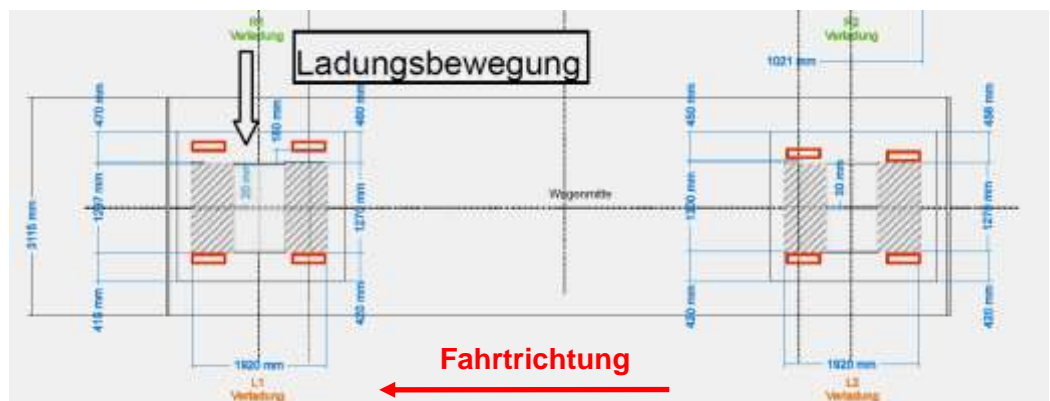


Abbildung 88 Beladungsverteilung nach der Entgleisung - Quelle [1]

### 6.14. Berechnung der Sicherheit gegen Entgleisen – Quelle [1]

Mit Hilfe einer Simulationsrechnung sollte die Entgleisung analysiert werden. Die Berechnungen wurden mit zwei Beladungssituationen und dem gemessenen Gleitstückspiel durchgeführt:

- ordnungsgemäße Position der Ladung
- verschobene Ladung
- Gleitstückspiel am Fahrzeug gemessen 6 / 19 mm

Gleitstückspiel der Drehgestelle 1 / 2 [mm]	laterale Ladungsverschiebung des vorderen Coils [mm]	Y/Q	$\Delta z$ [mm]
6 / 19	0	0,63	4,4
	180	0,92	8,5

**Abbildung 89** Tabelle Berechnung MEDYNA Auszug- Entgleisungssicherheit Y/Q und Radanhebung  $\Delta z$  – Quelle [1]

*Das führende linke Rad wird bei den festgestellten Werten der Gleitstückspiele bei verschobener Ladung um 8,5 mm angehoben.*

**Gemäß der Berechnung überstieg die Radanhebung wesentlich den als zulässig angesehenen Wert  $\Delta z = 5 \text{ mm}$  entsprechend EN14363, Punkt 4.1.3.2.5.**

## 7. Zusammenfassung der Erkenntnisse

### 7.1. Fahrgeschwindigkeit

Die zulässige Fahrgeschwindigkeit wurde von Z 49581 eingehalten.

### 7.2. Regelwerke für die Beladung

Die Erkenntnisse der Versuche des ERRI S1081 und auch Versuche aus dem Jahr 2008 zeigten, dass es notwendig ist, Blechcoils gegen jede Querverschiebung zu sichern. Die Erkenntnisse der Entgleisung zeigten, dass es notwendig ist die Blechcoils auf jeder Seite mit zwei STS zu sichern (Quelle [1]).

Diese Erkenntnisse sind nicht im BT bzw. in anderen Beladevorschriften des RU enthalten.

### 7.3. Beteiligtes Fahrzeug

Am entgleisten Fahrzeug wurde folgendes festgestellt:

- Fahrzeuganschrift – Frachtpapiere

Aufgrund des fehlenden Buchstaben „h“ am Wagen ist die Masse der Lademulden zur Masse der Ladung zurechnen.

**Die Massen der Lademulden von ca. 4 t sind bei der Angabe der Zuladung in der Wagenliste nicht enthalten.**

- Ladeschema

Die im Ladeschema angegebenen Positionen für den Schwerpunkt der Ladung liegen zwischen den Drehzapfen. Die tatsächlichen Schwerpunkte der beiden geladenen Blechcoils liegen außerhalb der Drehzapfen im Überhang des Wagens (750 mm); dies ist aber gemäß der Zeichen für Einzellasten, Aufladelängen „e – e“ zulässig.

- Lademulden

Die Anschriften an den Lademulden sind augenscheinlich erkennbar verändert worden, an der Konstruktion selbst war keine Veränderung sichtbar, obwohl die zulässige Last um 30 % erhöht worden ist.

- Konstruktive Ausführung der STS

Die Ausführung der STS mit einer 4 cm Rasterung verhindert in den meisten Fällen, wie beim gegenständlichen Unfall, kein seitliches Verschieben.

- Ladungssicherung (Nichtanlegen einer STS)

Beim vorderen Blechcoil lag die rechte hintere STS nicht an (Abstand ca. 18 cm). Die dazugehörige rechte vordere STS war infolge einer fehlenden konstruktiven Abhebesicherung in einer angehobenen Position, sodass bei der lateralen Bewegung des Coils dieser die Rasterung der STS beschädigte.

- Gleitstückfeder / Gleitstückspiel

Der Bruch der Gleitstückfeder rechts vorne am Drehgestell 1 wurde als Folge der Entgleisung angesehen.

Das vertikale Spiel der federnden Kastenabstützung (Gleitstückspiel) betrug 6 mm beim Drehgestell 1 und 19 mm beim Drehgestell 2.

## Zusammenfassung aus [1]:

*Die Beladevorschrift, die vorsieht, dass die Ladung gegen seitliches Verrutschen und Kippen zu sichern ist, wurde aufgrund nicht geringfügiger Mängel in der Konstruktion und bei der Beladung nicht erfüllt. Durch das seitliche Verrutschen der Ladung um ca. 18 cm vor oder während der Überfahrt von Gleislagefehler kam es zu einer zusätzlichen unzulässigen Radentlastung bzw. Radanhebung des führenden Rades und Überschreitung des sicherheitsrelevanten Entgleisungskoeffizienten, aufgrund eines nicht geringfügigen Mangel der Ladungssicherung.*

- *Die konstruktive Gestaltung der Sicherung der Ladung ist gegen Verschieben oder Kippen in lateraler Richtung aus der Konzeption her unzureichend. Aufgrund einer 4 cm Rasterung der Arretierung kommt es immer zu einem unvermeidbaren Zwischenraum und damit zu einer Verschiebung der Ladung.*
- *Die Distanz der STS rechts hinten von der Stirnfläche des Coils beträgt 18 cm. Die STS befindet sich nicht so nahe wie möglich am Coil. Die Rasterung der Zahnstange zur Arretierung der Transportsicherung war unbeschädigt.*
- *Der Coil ist nach der Entgleisung nicht symmetrisch wagenmittig gelagert.*
- *Frische Schleifspuren zeigen, dass die Coils vor oder während des Entgleisungsvorgangs verrutscht sind. Beide Coils in Fahrtrichtung gesehen sind nach rechts lateral beschleunigt worden und gerutscht.*
- *Die Konstruktion der Arretierung der STS verhindert nicht ein Anheben der STS.*
- *Der Coil in der Lademulde 1 ist aufgrund der Spuren in Fahrtrichtung gesehen nach rechts gekippt und an die STS rechts hinten angeschlagen.*
- *Der Coil der Lademulde 1 hat auch nach der Entgleisung nach links an die STS angeschlagen, da die STS aufgrund der Last einen leichten Winkel gegenüber der Stirnfläche eingenommen haben.*

### 7.4. Fahrweg Quelle [1]

*Im Bereich der Entgleisungsstelle befinden sich Gleislagefehler mit charakteristischer Funktion. Ein Gleislagefehler mit charakteristischer Funktion erregt das Fahrzeug in einer charakteristischen Frequenz.*

*Ein Gleislagefehler mit charakteristischer Funktion entsteht aus einem massiven Einzelfehler oder aus einer oder mehreren Steifigkeitsunterschieden des Oberbaues, wie sie auch im Bereich von Weichen vorkommt. Durch diesen Fehler kommt es einerseits zu Radentlastungen und andererseits zu einer Anregung des Fahrzeugkastens. Die rückwirkenden Kräfte auf den Oberbau verstärken die Musterbildung im Gleis, so dass aus wenigen Gleislagefehlern bei längerer Einwirkdauer mehrere Folgefehler entstehen, da ähnliche Fahrzeuge, insbesondere standardisierte Güterfahrzeuge, synchronisiert schwingen.*

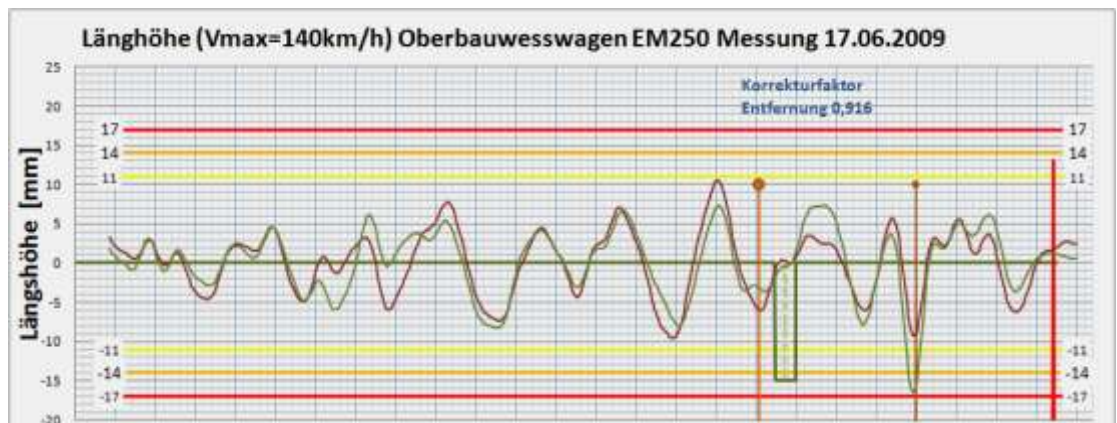


Abbildung 90 Längshöhe - Musterbildung im Gleis - Quelle [1]



Abbildung 91 Gegenseitige Höhenlage – Fehler mit charakteristischer Funktion - Quelle [1]

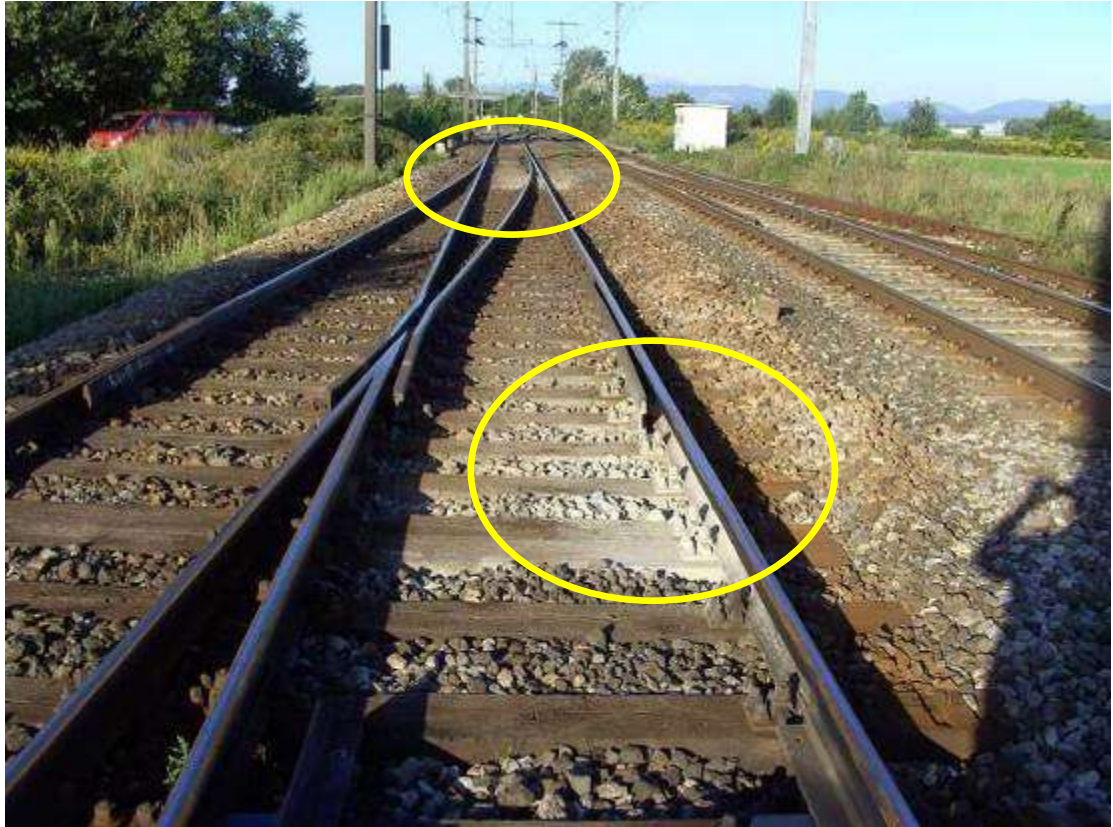


Abbildung 92 9-m-Verwindung - Fehler mit charakteristischer Funktion - Quelle [1]

*Wesentlich war die Überschreitung der ES in der Längshöhe bzw. die nicht definierte SES in der gegenseitigen Höhenlage und die Überschreitung der SES für die 9-m-Verwindung (Mittelwert Spitze).*



Tatsächlich waren diese charakteristischen Gleislagefehler auch mit freiem Auge zu erkennen:



**Abbildung 93 Fehler mit charakteristischer Funktion an den Spritzstellen - Quelle [1]**

*Eine Spritzstelle bzw. verschmutzte Stelle im Schotter befand sich im Bereich der Ausbuchtung der Weiche 153 und eine Spritzstelle bzw. verschmutzte Stelle im Schotter befindet sich vor der Entgleisungsstelle.*

*Das Gleis und die Befestigungen befanden sich in einem schlechten Zustand.*

**7.5. Regelwerke für die Instandhaltung des Fahrweges des IM  
Quelle [1]**

*Eine der Ursachen der Entgleisung lag im Nichterkennen eines Gleislagefehlers mit charakteristischer Funktion, da im zum Zeitpunkt der Entgleisung geltenden DB IS 2 – Teil 1 für die Standardabweichung der Längshöhe nur eine AS definiert war. Aufgrund der Formulierungen im DB IS 2 – Teil 1 sind nicht definierte ES bei einer fehlenden SES daher ein nicht definierter Grenzwert, dessen Überschreitung korrigierende Instandhaltungsmaßnahmen erfordert, damit die nicht explizit definierten SES nicht vor der nächsten Inspektion erreicht werden.*

*In der Regel und auch entsprechend der DB IS 2 – Teil 1 gilt:*

$$ES = AS + 30 \% (AS)$$

$$SES = ES + 30 \% (ES)$$

*Im gegenständlichen Fall extrapoliert man zweckmäßigerweise unter Zuhilfenahme der Verhältnisse:*

$$ES / AS (14 \text{ mm} / 11 \text{ mm} = 27\%) \text{ bzw.}$$

$$SES / ES (17 \text{ mm} / 14 \text{ mm} = 21 \%)$$

*Auch hier würde es zu einer Überschreitung dieses, entsprechend allgemeiner Grundsätze ermittelten, Wertes kommen.*

*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.*

#### 7.6. Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung

Ein Auszug aus [1] ist in der Beilage enthalten.

## 8. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten

#### 8.1. Technische Mängel am vierten Wagen im Zugverband von Z 49581

Konstruktion eines Handgriffes im Bereich des Verschieberauftrittes bei Wagen Simms 31 51 464 4 821-4 :

Diese war derart, dass das gemäß AVV, Anlage 9, Anhang 1 - Fehlerkatalog, Punkt 6.1.7.4, als Fehler festgelegte Eingriffsmaß unterschritten wurde.

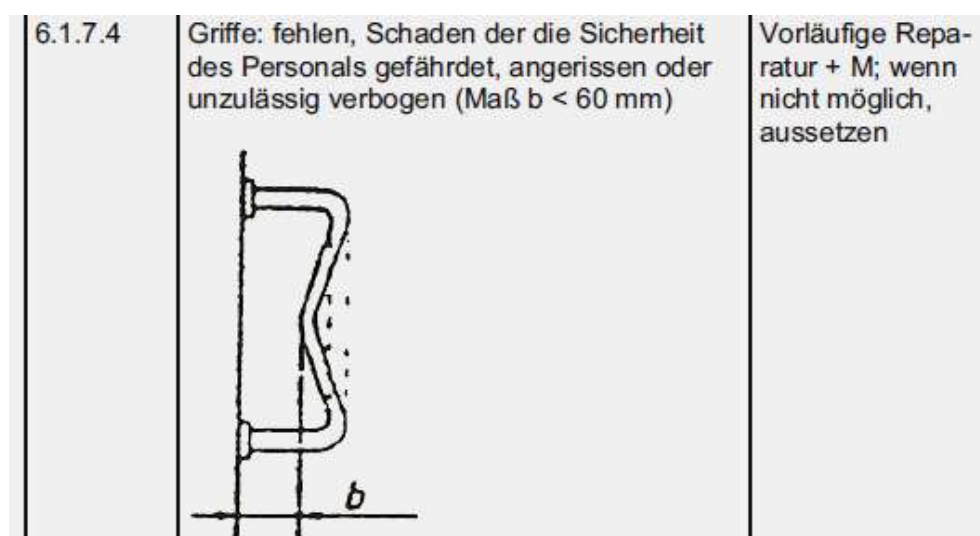


Abbildung 94 Auszug aus AVV, Anlage 9, Anhang 1



**Abbildung 95 Eingriffsmaß des Griffes unterschritten**

Durch die in den Eingriffsbereich ragenden Konstruktion ist die Sicherheit des Personals gefährdet.

- Luftabsperrhahn



**Abbildung 96 Luftabsperrhahn in der Endlage "OFFEN"**



**Abbildung 97 Luftabsperrhahn in undefinierten Zwischenposition**



**Abbildung 98** Luftabsperrhahn in der Endlage "GESCHLOSSEN"

Der gegenständliche Luftabsperrhahn entsprach nicht mehr den Bestimmungen des Merkblattes UIC 541-1. Punkt 1.2. Der Griff konnte in mehreren undefinierten Zwischenstellungen stehen und fiel nicht in eine definierte Endlage.

8.2. Auswertung der Lastverteilung rechts / links am Zuglauf-Check-Point Deutsch Wagran

Die Auswertung der Daten des Zuglaufcheckpoints entsprach nicht den Bestimmungen des BT, Band 1 - Grundsätze, Punkt 3.3 - Lastverteilung. Die Ergebnisse in der Spalte „Radlastverhältnis“ betragen durch einen fehlerhaften Algorithmus ca. den ½ Wert des tatsächlichen Wertes (siehe Punkt 7.6).

8.3. Änderung von Instandhaltungsregelwerken des IM

Im DB IS 2 - Teil 1, Ausgabe vom 1. Juni 2010 fehlen die

- im Punkt 3.1.6
  - AS, ES und SES für die 3-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert für Geschwindigkeiten  $v \leq 80$  km/h
  - SES für die 3-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert für Geschwindigkeiten  $80 < v \leq 120$  km/h
  - AS, ES und SES für die 9-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert für alle Geschwindigkeiten
  - AS, ES und SES für die 16-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert für alle Geschwindigkeiten
- SES im Punkt 3.1.7 für die gegenseitige Höhenlage.

Diese sind gemäß DB IS 2 - Teil 1, Punkt 3.1.2 zu erfassen und im Betrieb einzuhalten.



#### 8.4. Mängel des Messschriebes des Messwagens EM250

Quelle [1]

Die übergebenen Messschriebe in \*.pdf Form ermöglichen keine ordentliche Analyse der Gleislage aufgrund ihrer niedrigen Auflösung und fehlenden Maßstäben. Es ist oft aufgrund der Auflösung nicht erkennbar welcher Wert erreicht wird.

**Erst eine hohe Auflösung in der Darstellung der Messsignale ermöglicht eine Analyse des tatsächlichen Gleislagezustandes.**

### 9. Ursache

Als Ursache für die Entgleisung ist ein Zusammenwirken von:

- Gravierenden Gleislagefehler durch Kombination von Längshöhe, gegenseitiger Höhenlage 9-m-Verwindung und 16-m-Verwindung
- Mängel im Instandhaltungsplan DB IS 2 – Teil 1 durch fehlende bzw. großzügige Definition von ES und SES von Gleislageabweichungen
- Konstruktion der Ladungssicherung des Blechcoils im Fahrzeug
- Durchführung der Ladungssicherung des Blechcoils im Fahrzeug

### 10. Berücksichtigte Stellungnahmen

Auf ansuchen der Behörde und des IM wurde die Frist zur Stellungnahme verlängert.

Die eingelangten und berücksichtigten Stellungnahmen sind in der Beilage enthalten.



## 11. Sicherheitsempfehlungen

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an
<b>A-64/2011</b> 11.1	<p>Sicherstellung, dass die Erkenntnisse des ERRI S1081 in den UIC Verladerrichtlinien bzw. in das Regelwerk des RU übernommen werden.</p> <p>Begründung: Die Erkenntnisse aus der Entgleisung und der Versuche entsprechend ERRI S1081 und der Versuche auf dem österreichischen Streckennetz aus dem Jahr 2008 sind in die Beladungsvorschriften, die im Wesentlichen auf dem UIC Verladerrichtlinien beruhen, aufzunehmen – Quelle [1].</p>	<b>RU</b>
<b>A-65/2011</b> 11.2	<p>Sicherstellung, dass Wagen mit ähnlich unzureichender Ladungssicherung auf den Stand der Technik gebracht werden. Dies bedeutet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stufenlos regulierbares Anlegen der STS an den Blechcoil, damit kein Zwischenraum zwischen Coil und STS entsteht,</li> <li>• ausreichende Arretierung der STS in der vorgesehenen Stellung, so dass keine Anhebung der STS möglich ist.</li> </ul> <p>Begründung: Die Erkenntnisse der Versuche des ERRI S1081 und auch die Versuche aus dem Jahr 2008 zeigen, dass es notwendig ist Blechcoils gegen jede Querverschiebung zu sichern. Die Erkenntnisse der Entgleisung zeigen, dass es notwendig ist die Blechcoils auf jeder Seite mit zwei Sicherungsarmen zu sichern. Es wird empfohlen in der Beladevorschrift darauf hinzuweisen, dass die Sicherungsarme auf der Stirnseite der Blechrolle keinen Spielraum haben und gegen Anheben gesichert sein sollen. Außerdem sollte die Konstruktion des Sicherungsarmes so gestaltet sein, dass die letzte Blechlage nicht beschädigt wird. Eine Übergangsfrist kann eingeräumt werden - Quelle [1]</p>	<b>VK</b>

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an										
A-66/2011 11.3	<p>Sicherstellung, dass die Ladung (Blechcoils) auf den Wagen ordnungsgemäß gesichert wird.</p> <p>Begründung: Durch den in einer Entfernung von 18 cm platzierten STS rechts hinten beim ersten Coil, konnte sich dieser lateral bewegen. In der Geraden kommt es wegen nicht geringfügiger Mängel bei der Sicherung der Ladung unter der Wirksamkeit von lateralen Beschleunigungskräften und durch nicht geringfügige Mängel in der Gleislage entsprechend den Vorschriften der Infrastruktur und einem nicht geringfügigen Mangel entsprechend den Zulassungsnormen in der Gleislage zu einer wesentlichen Radentlastung bzw. Radanhebung des äußeren, führenden Rades des Wagens 31 51 464 4 598-7. Die Radentlastung bzw. Radanhebung wird wesentlich durch die Ladungsverschiebung aufgrund der Gleislage an sich beeinflusst – Quelle [1].</p>	RU, VK, Verlader										
A-67/2011 11.4	<p>Sicherstellung, dass für die Standardabweichung der über 200 m gemittelten Längshöhe nachstehende Grenzwerte im DB IS 2 – Teil 1 festgelegt werden (Quelle [1]):</p> <table border="1"><thead><tr><th><math>v_{\max}</math> [km/h]</th><th>Länge des Abschnittes [m]</th><th>AS [mm]</th><th>ES*) [mm]</th><th>SES*) [mm]</th></tr></thead><tbody><tr><td><math>120 &lt; v \leq 160</math></td><td>200</td><td>1,9</td><td>2,42*)</td><td>2,94*)</td></tr></tbody></table> <p>*) extrapoliert aus den Verhältnissen ES/AS und SES/ES Begründung: Erkenntnisse aus [1]</p>	$v_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes [m]	AS [mm]	ES*) [mm]	SES*) [mm]	$120 < v \leq 160$	200	1,9	2,42*)	2,94*)	IM
$v_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes [m]	AS [mm]	ES*) [mm]	SES*) [mm]								
$120 < v \leq 160$	200	1,9	2,42*)	2,94*)								

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an												
A-68/2011 11.5	<p>Überprüfung, ob AS, ES und SES der gegenseitige Höhenlage im DB IS 2 – Teil 1 neu definiert werden müssen (Quelle <b>[1]</b>):</p> <table><tr><th>Strecken- und Gleisrang</th><th>AS [mm]</th><th>ES [mm]</th><th>SES [mm]</th></tr><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></table> <p>Begründung – Quelle <b>[1]</b>: Ein Fehler der gegenseitigen Höhenlage ± 26 mm hat in Bögen eine Zunahme von 0,17 m/s² zur Folge. Dies bedeutet, dass ein Fahrzeug in Bögen nominell von 0,85 m/s² mit einer tatsächlichen, nichtausgeglichene Seitenbeschleunigung von 1,02 m/s² verkehrt.</p> <p>Damit wird bei einer Auslegung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit der Strecke für eine zulässige nichtausgeglichene Seitenbeschleunigung von</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 0,65 m/s² diese um mehr als 25 % und bei</li><li>• 0,85 m/s² diese um mehr als 20 % überschritten.</li></ul> <p>Ein neues Fahrzeug muss die Grenzwerte der Fahrsicherheit bei der Zulassungsprüfung jedoch nur bei 10% Überschreitung einhalten. Aus gutem Grund wurden daher die Überhöhung in der DV B52 im unbelasteten Zustand ± 10 mm begrenzt. Hier halbieren sich die Konsequenzen für das Fahrzeug wie sich unschwer erkennen lässt. Zu dem gegebenen Zeitpunkt der Entgleisung war die DV B52 jedoch nicht komplett außer Kraft gesetzt.</p> <p>Es ist also davon auszugehen, dass in der Praxis aufgrund der fehlenden Soforteingriffsschwelle die Interaktion von Fahrzeugen oder das Verhalten der Fahrsicherheit nicht richtig eingeschätzt wird.</p>	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											

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (unfallkausal)	richtet sich an
<b>A-69/2011</b> 11.6	<p>Überprüfung, ob am Oberbaumesswagen EM 250 die technischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um für die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage die Soll-Überhöhung mit der gemessenen Überhöhung vergleichen zu können.</p> <p>Begründung: Die gegenseitige Höhenlage ist als Differenz der Sollüberhöhung zur Ist- Überhöhung definiert.</p> <p>Die Datenbanken der Bogenverzeichnisse mit der Angabe der Sollüberhöhung sind auf dem Oberbaumesswagen derzeit nicht direkt verfügbar und werden daher am Messschrieb auch nicht dargestellt. Außerdem werden sie den Daten nicht direkt beigelegt und verglichen.</p> <p>Anhand eines Oberbaumessschriebes des EM250 ist es derzeit nicht möglich direkt eine Überschreitung festzustellen. 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.</p>	<b>IM</b>
<b>A-70/2011</b> 11.7	Sicherstellung, dass die zuletzt erfassten Gleislagemessdaten auf Grund der Erkenntnisse und Sicherheitsempfehlungen überprüft werden.	<b>IM</b>
<b>A-71/2011</b> 11.8	Sicherstellung, dass auf Gleisabschnitten mit „stark verunreinigtem Gleis“ (Spritzstelle) bis zur Überprüfung gemäß A-71/2011 entsprechende Reduktionen der Geschwindigkeit ausgesprochen werden.	<b>IM</b>

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (nicht unfallkausal)	richtet sich an												
<b>A-72/2011</b> 11.9	Sicherstellung, dass die Auswertung der Daten des Zuglauf-Check-Points den Bestimmungen des BT, Anlage 2, Band 1 „Grundsätze“, Punkt 3.3 „Lastverteilung“ entspricht. Anmerkung: In der übermittelten Auswertung wurden auf Grund eines fehlerhaften Algorithmus ca. ½ des tatsächlichen Wertes errechnet.	<b>IM</b>												
<b>A-73/2011</b> 11.10	Sicherstellung, dass in der Wagenliste auch die Eigenmasse der Ladegestelle berücksichtigt wird. Anmerkung: Es handelt sich um ca. 4 t pro Wagen.	<b>RU, VK, Verlader</b>												
<b>A-74/2011</b> 11.11	Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 3-m-Verwindung Mittelwert- Spitzenwert festgelegt werden (Quelle [1]): <table border="1"><thead><tr><th><math>v_{\max}</math> [km/h]</th><th>AS [mm]</th><th>ES [mm]</th><th>SES [mm]</th></tr></thead><tbody><tr><td><math>\leq 160</math></td><td>2,8</td><td>3,5</td><td>4,2</td></tr><tr><td><math>&gt; 160</math></td><td>2,7</td><td>3,2</td><td>3,5</td></tr></tbody></table> Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 3-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.	$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]	$\leq 160$	2,8	3,5	4,2	$> 160$	2,7	3,2	3,5	<b>IM</b>
$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]											
$\leq 160$	2,8	3,5	4,2											
$> 160$	2,7	3,2	3,5											
<b>A-75/2011</b> 11.12	Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 9-m-Verwindung Mittelwert- Spitzenwert festgelegt werden (Quelle [1]): <table border="1"><thead><tr><th><math>v_{\max}</math> [km/h]</th><th>AS [mm]</th><th>ES [mm]</th><th>SES [mm]</th></tr></thead><tbody><tr><td><math>\leq 160</math></td><td>2,2</td><td>2,5</td><td>2,8</td></tr><tr><td><math>&gt; 60</math></td><td>2,0</td><td>2,2</td><td>2,5</td></tr></tbody></table> Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 9-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.	$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]	$\leq 160$	2,2	2,5	2,8	$> 60$	2,0	2,2	2,5	<b>IM</b>
$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]											
$\leq 160$	2,2	2,5	2,8											
$> 60$	2,0	2,2	2,5											



Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (nicht unfallkausal)	richtet sich an												
A-76/2011 11.13	<p>Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 16-m-Verwindung Mittelwert- Spitzenwert festgelegt werden (Quelle [1]):</p> <table><tr><th><math>V_{\max}</math> [km/h]</th><th>AS [mm]</th><th>ES [mm]</th><th>SES [mm]</th></tr><tr><td><math>\leq 160</math></td><td>2,0</td><td>2,1</td><td>2,5</td></tr><tr><td><math>&gt; 160</math></td><td>1,8</td><td>2,0</td><td>2,2</td></tr></table> <p>Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 16-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.</p>	$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]	$\leq 160$	2,0	2,1	2,5	$> 160$	1,8	2,0	2,2	IM
$V_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]											
$\leq 160$	2,0	2,1	2,5											
$> 160$	1,8	2,0	2,2											
A-77/2011 11.14	<p>Überprüfung, ob die Darstellung der einzelnen Signale der Gleislageabweichungen im Falle einer Entgleisung zu überdenken ist.</p> <p>Wenn Messschriebe oder Darstellungen der Signale in digitaler Form als *.pdf zur Verfügung gestellt werden, ist es daher notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Auflösung so hoch zu wählen, dass es möglich ist klare Linien zu sehen.</li><li>• Auf dem Messschrieb Angaben des Maßstabes zu finden mit Haupt- und Hilfsgitternetzlinien, die es ermöglichen die Größe des Messwertes zu bestimmen.</li><li>• Die Skalierung muss so gewählt werden, dass eine Bestimmung der ersten Kommastelle möglich ist oder die höchsten erreichten Werte beschriftet sind.</li><li>• Die Grenzlinien sind ordnungsgemäß zu bezeichnen und so zu beschriften, dass man weiß welcher Grenzwert gerade gültig ist und welchen Wert er aufweist, sowie welche Art der Eingriffsschwelle er darstellt.</li><li>• Das bei stückweiser Übergabe von Abschnitten sollten erforderliche Überlappungen von zumindest 100 m vorhanden sein.</li></ul> <p>Begründung: Quelle [1]</p>	IM												
A-78/2011 11.15	<p>Überprüfung, ob die für die Instandhaltung der Infrastruktur erforderlich Regelwerke von der Eisenbahnbehörde genehmigt werden müssen.</p> <p>Begründung: Einheitliches Regelwerk für alle interoperablen Strecken in Österreich.</p>	BMVIT												

Laufende Jahres- nummer Punkt	Sicherheitsempfehlung (nicht unfallkausal)	richtet sich an
<b>A-79/2011</b> 11.16	Sicherstellung, dass bei der Wagenübernahme an der Grenze und bei VTÜ-Zügen keine Fehler an Wagen vorkommen, wie: <ul style="list-style-type: none"><li>• Eingriffsmaß der Griffe zu gering und</li><li>• Luftabsperrrhahn entspricht nicht den Bestimmungen des Merkblattes UIC 541-1</li></ul>	<b>RU</b>

Wien, am 15. November 2011

Der Untersuchungsleiter:

Ing. Johannes Piringer eh.

Der Untersuchungsleiter:

Peter Urbanek eh.

Beilagen: Auszug Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung [1]  
Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

## **Beilage Auszug aus Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009 [1]**

Aus den durchgeführten Erhebungen, Berechnungen und Untersuchungen und dem Vorliegen entsprechender Stellungnahmen der ÖBB-Bediensteten konnte folgende

### **Gutachterliche Stellungnahme**

zu den Entgleisungsursachen der Entgleisung des Zuges zur Entgleisung des Zuges Z49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009 abgegeben werden:

Entgleisungsursache ist die dynamische Verschiebung bzw. Kippen der geladenen Blechcoils aufgrund **nicht geringfügiger Mängel der ausgeführten technischer Ladungssicherung und nicht geringfügiger Mängel bei der Beladung des Wagens** mit unzulässiger Radanhebung und wesentlicher Überschreitung des Entgleisungskoeffizienten (Verhältnis  $Y/Q$ ) beim Befahren eines geraden Gleises mit **nicht geringfügigen Mangel in der Gleislage**, die zu einer Überschreitung der ertragbaren Beschleunigungen durch die Ladung führt und die Radanhebung bzw. Überschreitung des Entgleisungskoeffizienten beiträgt.

Bei dem zu großen Verhältnis  $Y/Q$  Entgleisungskoeffizienten der kausal zu einer Entgleisung führt, kommt es zu einer unzulässigen Radentlastung bzw. damit verbundenen unzulässigen Radanhebung

- Weil eine **nicht ordnungsgemäße Sicherung der Ladung** vorgelegen ist, **die sich aus folgenden nicht geringfügigen Mängel zusammen setzt:**

- **Aus einem konstruktiven nicht geringfügigen Mangel der Ladungssicherung**

Der Sicherungsarm hat infolge der Rasterung der Zahnstange zur Arretierung des Sicherungsarmes ein Spiel von bis zu 40 mm. Dies entspricht nicht:

- Den Grundsätzen der Beladevorschrift, dass eine Gefährdung des Eisenbahnbetriebes weder durch eine Verlagerung der Ladung, noch durch die Lage ihres Schwerpunktes eintreten darf.
- Den Grundsätzen der Beladevorschrift dass die Güter gegen, Abheben, Herabfallen, Verschub, Rollen und Kippen sowohl in Längs- als auch in Querrichtung mit mindestens 2 Sicherungseinrichtungen (Keile oder Sicherungsarme) gesichert werden.  
Anmerkung: Steht nicht explizit in der Beladungsvorschrift, ist aber durch die Zeichnungen und Anzahl der angegebenen Keile ableitbar.  
Durch die Verschiebung und die Möglichkeit des Rollens der Blechcoils wird die letzte Blechlage eingedrückt und wirkt wie eine Verzahnung, die einen Sicherungsarm anhebt, da es die Konstruktion zulässt und ihn damit wirkungslos macht.

- Den Grundsätzen der Beladevorschrift dass die Güter, durch ihre Lagerung und Befestigung nicht beschädigt werden dürfen.  
Durch das Verrutschen und Rollen der Blechcoils wird die letzte Blechlage beschädigt und eingedrückt.
- Dem Stand der Technik 1995 entsprechend ERRI Bericht S1081 [23], dass insbesondere Blechcoils größer 10 t gegen jede Verschiebung in Querrichtung zu sichern sind.

➤ **Aus einem nicht geringfügigen Mangel bei der Beladung**

Der eine Sicherungsarm der Ladungseinheit über dem vorlaufenden Drehgestell wurde nicht bis an die Stirnfläche des Blechcoils heran geschoben, sondern befand sich in einer Entfernung von 18 cm zur Stirnfläche des Blechcoils. Dies entspricht nicht:

- Den Grundsätzen der Beladevorschrift, dass eine Gefährdung des Eisenbahnbetriebes weder durch eine Verlagerung der Ladung, noch durch die Lage ihres Schwerpunktes eintreten darf.
- Den Grundsätzen der Beladevorschrift, dass die Güter gegen Abheben, Herabfallen, Verschieben, Rollen und Kippen sowohl in Längs- als auch in Querrichtung mit mindestens 2 Sicherungseinrichtungen (Keile oder Sicherungsarme) gesichert werden.

- **Weil eine qualitativ schlechte Gleislage vorgelegen ist**, die sich aus folgenden nichtgeringfügigen Mängeln zusammensetzt:

➤ **Aus einem Gleislagefehler in der Längshöhe mit charakteristischer Funktion**

Ein Gleislagefehler in der Längshöhe mit charakteristischer Funktion (vertikale annähernd regelmäßige Schwingungserregung des Fahrzeuges) ist anhand der Standardabweichung mittels gleitendem 200 m-Abschnitt zu beurteilen und zu erkennen.

- Die **Aufmerksamkeitsschwelle (AS) 1,9 mm** wurde mit einem errechneten **Wert aus den Messwerten für die Standardabweichung**
  - von **4,21 mm** auf einer Mindestlänge von 120 m **um 121 % überschritten**
  - von **3,27 mm** auf einer Mindestlänge von 200 m **um 68 % überschritten**

Die Analyse des geometrischen Gleiszustands, die Berücksichtigung in der regulären DB IS 2 – Teil 1 ist aus den Stellungnahmen des Oberbaues nicht zu entnehmen. Im DB IS – Teil 1 fehlen definierte Eingriffsschwellen (ES) bzw. Soforteingriffsschwellen (SES) und sind nach dem Stand der Technik abzuschätzen.

Wenn keine SES angegeben wird, **erfordert eine Überschreitung der nicht definierten ES aufgrund der Formulierungen im DB IS 2 – Teil 1 eine korrektive Instandhaltungsmaßnahme, damit eine nicht definierte Soforteingriffsschwelle nicht vor der nächsten Inspektion erreicht wird.**

- Das **Qualitätsniveau QN 3 von 2,21 mm = 100 %** wurde mit einem errechneten **Wert aus den Messwerten für die Standardabweichung**
    - von **4,21 mm** auf einer Mindestlänge von 120 m **um 90 % überschritten**
    - von **2,92 mm** auf einer Mindestlänge von 250 m **um 68 % überschritten**
- Bis zu einem Qualitätsniveau **QN 3** ist gesichert, dass das ein Fahrzeug die Grenzwerte der Fahrsicherheit einhält.



- Die maximale Amplitude der charakteristischen Funktion entspricht einem Einzelfehler (Mittelwert-Spitze)

**Die Eingriffsschwelle (ES) des Einzelfehlers (Mittelwert - Spitze) 14 mm** wurde mit dem Messwert

- von **16,5 mm wesentlich um 83,3% überschritten.**

**Korrektive Instandhaltungsmaßnahmen**, damit die Soforteingriffsschwellen (SES) vor der nächsten Instandhaltungsperiode nicht erreicht werden, sind aus den Stellungnahmen des IM nicht zu entnehmen.

**Die Soforteingriffsschwelle (SES) des Einzelfehlers (Mittelwert - Spitze) 17 mm** = 100 % wird bei Einbeziehung der vollen Last von 22,5 t mit dem Messwert

- von **17,2 mm um 1 % überschritten**

Es handelt sich daher um eine unzulässige Gleislage aufgrund von Bildung einer Sutte an der verschmutzten Stelle im Schotter bei voller Belastung mit 22,5 t.

(Für die Beurteilung der Gleislagequalität werden **nur grundsätzlich** die Werte des belasteten Gleises, die durch die Messergebnisse dokumentiert sind, herangezogen).

- **Das Qualitätsniveau QN 3 [28] des Einzelfehlers (Mittelwert - Spitze) 13 mm** wurde mit dem Messwert

- von **16,5 mm wesentlich um 26,9 % überschritten.**

Bis zu einem Qualitätsniveau QN3 ist gesichert, dass das Fahrzeug die Grenzwerte der Fahrsicherheit einhält.

➤ **Aus einem Gleislagefehler der gegenseitigen Höhenlage**

- **Die Eingriffsschwelle (ES) des Gleislagefehlers (Differenz Soll-Überhöhung zur gemessener Ist-Überhöhung)  $\pm 15$  mm = 100 %** wurde mit dem Messwert

- von **42,1 mm um 180% überschritten.**

Korrektive Instandhaltungsmaßnahmen, damit die Soforteingriffsschwellen (SES) vor der nächsten Instandhaltungsperiode nicht erreicht werden, sind aus den Stellungnahmen des IM nicht zu entnehmen.

Außerdem besteht der Umstand, dass eigentlich **keine SES** im DB IS 2 – Teil 1 definiert ist. Wenn keine SES angegeben wird, **erfordert eine Überschreitung der ES** aufgrund der Formulierungen im DB IS 2 – Teil 1 **eine korrektive Instandhaltungsmaßnahme, damit eine nicht definierte Soforteingriffsschwelle nicht vor der nächsten Inspektion erreicht wird.**

➤ **Aus einem Gleislagefehler der 9m-Verwindung (Basis 9 m)**

- **Die Soforteingriffsschwelle (SES) des Einzelfehlers Mittelwert - Spitze 2,91 mm/m = 100 %** wurde mit dem Messwert

- von **2,8 mm/m um 3,9 % überschritten.**

Eine **Plausibilisierung** des Messergebnisses und danach eine **Einleitung einer Sofortmaßnahme, welche, bis der Fehler beseitigt ist, zur Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder zur Sperre des Gleises führen kann**, sind aus den Stellungnahmen des IM nicht zu entnehmen.

➤ **Aus einem Gleislagefehler der 16m-Verwindung (Basis 16 m)**

- **Die Eingriffsschwelle (ES) des Einzelfehlers Mittelwert - Spitze 2,1 mm/m**  
= 100 % wurde mit dem Messwert
  - von **2,8 mm/m um 8,6% überschritten.**

**Korrektive Instandhaltungsmaßnahmen**, damit die Soforteingriffsschwellen (SES) vor der nächsten Instandhaltungsperiode nicht erreicht werden, sind aus den Stellungnahmen des IM nicht zu entnehmen.

Für eine sichere Betriebsabwicklung und einen sicheren Fahrzeuglauf im Güterverkehr bei der Beförderung von Blechcoils, ist die Angleichung der Ausführung der Ladungssicherung an den Stand der Technik, Sorgfalt bei der Beladung sowie die Umsetzung der derzeit vorhandenen Vorgaben der zulässigen Gleislage und Adaptierungen sowie Verbesserungen im derzeitigen Instandhaltungsplan für die Gleislage erforderlich.

## Beilage - Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Litera Stellungnahme des RU eingelangt am 19. August 2011:

- a) **Allgemein:**  
Redaktionelle Unstimmigkeiten (Grammatik und Rechtschreibung) wurden - bis auf eine beispielhafte Auflistung - bei dieser Stellungnahme nicht berücksichtigt (z.B. der STS - richtig die STS (seitliche Transportsicherung), Aussage Z 49581 – richtig Aussage Tzfz Z 49581, Abbildung 9 Seite 13: Z 71006 – richtig Z 49581).
- Allgemein Regelwerk-Ladungssicherung:**
- b) Das internationale Regelwerk sind die UIC-Verladerichtlinien (nicht der RIV-Beladetarif bzw. das RIV 2000 Anlage 2) und das Regelwerk des EVU RCA AG ist der Beladetarif, in den die UIC-Verladerichtlinien aufgenommen werden. Diese Begrifflichkeiten werden im gesamten Untersuchungsbericht falsch verwendet.
- c) **Zu Punkt 12.1 Sicherheitsempfehlung:**  
Eine Änderung der UIC-Verladerichtlinien kann von der RCA AG nur beantragt und eine Umsetzung daher nicht sichergestellt werden. D.h. erst nach Anpassung der UIC-Verladerichtlinien kann auch der Beladetarif geändert werden.
- Zu Punkt 12.3 Sicherheitsempfehlung:**
- d) Die unsachgemäße Verladung (Sicherung) verursachte der Verlader in Polen und nicht die RCA AG, daher müsste sich diese Empfehlung an den für die Verladung verantwortlichen Absender richten.  
Unsere Kunden haben bei der Verladung den Beladetarif einzuhalten, eine Überprüfung bei der Wagenübernahme wird von der RCA AG in gedeckten Wagen (im Wageninneren) entsprechend den international üblichen Regelungen grundsätzlich nicht vorgenommen (ausgenommen bei offensichtlichen Mängeln, z.B. offensichtlich einseitige Beladung).
- e) **Zu Punkt 12.10 Sicherheitsempfehlung:**  
Die Masse der Ladung gibt der Absender im Beförderungspapier bekannt und dieser Wert wird in die Wagenliste übertragen. Für die Richtigkeit der Angaben ist daher der Absender und nicht das EVU verantwortlich. Es kommt nur in Einzelfällen zu Kontrollverwiegungen (stichprobenartig, Verdacht auf falsche Angabe) bzw. wird über Verlangen des Kunden verwogen.  
Eine Alternative dazu wäre eine Sicherheitsempfehlung an den VK, die Masse der Lademulden dem Eigengewicht des Fahrzeuges anzurechnen und die Anschriften am Wagen dementsprechend anzupassen (zusätzlich den Kennbuchstaben „h“, Eigengewicht- und Lastgrenzrasteranpassung).
- Zu Punkt 12.16 Sicherheitsempfehlung:**
- f) Bei so genannten VTÜ-Zügen (fälschlicher Weise als Vertrauenszüge bezeichnet) führt die RCA AG im Betriebssystemwechselbahnhof entsprechend den international üblichen Regelungen keine Wagenuntersuchung durch und daher kann diese Forderung von der RCA AG als übernehmendes EVU nicht sichergestellt werden.

## und deren Berücksichtigung

Litera	Anmerkung
a)	berücksichtigt
b)	berücksichtigt
c)	-
d)	berücksichtigt - VK und Verloader hinzugefügt.
e)	berücksichtigt - VK und Verloader hinzugefügt.
f)	berücksichtigt – Bezeichnung geändert



Litera Stellungnahme des IM eingelangt am 26. September 2011:

- g) Generell wird festgestellt, dass die EN 14363 lediglich die Bedingungen für die fahrzeugtechnische Zulassung aller Fahrzeuge harmonisiert und nichts mit möglichen Gleislagen im Netz des IM zu tun hat! 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. Bindende Rückschlüsse auf die zulässigen Abweichungen der Gleisgeometrie können aus der EN 14363 nicht abgeleitet werden, wie auch in der dortigen Definition des Qualitätsniveaus QN 3 beschrieben ist.
- Es spricht jedoch nichts dagegen, die Zulassungsbedingungen in der EN 14363 zu überdenken und den Gleiserhaltungszuständen der europäischen Schieneninfrastrukturen anzupassen. Eine Abgleichung der geltenden Normen zur Gleislage zwischen Rolling Stock und Infrastruktur erscheint sinnvoll.

- h) **Sicherheitsempfehlung 12.4**  
*Sicherstellung, dass für die Standardabweichung der über 200 m gemittelten Längshöhe nachstehende Grenzwerte im DB IS 2 – Teil 1 festgelegt werden:*

$v_{\max}$ [km/h]	Länge des Abschnittes [m]	AS [mm]	ES*) [mm]	SES*) [mm]
$120 < v \leq 160$	200	1,9	2,42*)	2,94*)

Begründung: Erkenntnisse aus „Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung“

**Zu Sicherheitsempfehlung 12.4:**

Zur Verhinderung von Resonanzerscheinungen zwischen Fahrzeug und Gleis wurden mit 1. Juni 2010 im DB IS 2 - Teil 1 Werte für ES und SES für die Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe und die zu treffenden Sofortmaßnahmen bei Überschreiten der SES aufgenommen.

Litera	Anmerkung
g)	Gemäß TSI INFRASTRUKTUR 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. Somit sind diese EN auch für die Gleislage von Bedeutung.
h)	-

Litera Stellungnahme des IM (Fortsetzung) eingelangt am 26. September 2011:

#### **Sicherheitsempfehlung 12.5**

Überprüfung, ob AS, ES und SES der gegenseitigen Höhenlage im DB IS 2 – Teil 1 neu definiert werden müssen:

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

*Begründung – „Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung“: Ein Fehler der gegenseitigen Höhenlage  $\pm 26$  mm hat in Bögen eine Zunahme von  $0,17 \text{ m/s}^2$  zur Folge. Dies bedeutet, dass ein Fahrzeug in Bögen nominell von  $0,85 \text{ m/s}^2$  mit einer tatsächlichen, nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigung von  $1,02 \text{ m/s}^2$  verkehrt. Damit wird bei einer Auslegung der zulässigen Fahrgeschwindigkeit der Strecke für eine zulässige nichtausgeglichene Seitenbeschleunigung von*

☐  $0,65 \text{ m/s}^2$  diese um mehr als 25 % und bei

☐  $0,85 \text{ m/s}^2$  diese um mehr als 20 % überschritten.

*Ein neues Fahrzeug muss die Grenzwerte der Fahrsicherheit bei der Zulassungsprüfung jedoch nur bei 10% Überschreitung einhalten. Aus gutem Grund wurden daher die Überhöhung in der DV B52 im unbelasteten Zustand  $\pm 10$  mm begrenzt. Hier halbieren sich die Konsequenzen für das Fahrzeug wie sich unschwer erkennen lässt. Zu dem gegebenen Zeitpunkt der Entgleisung war die DV B52 jedoch nicht komplett außer Kraft gesetzt.*

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

#### **Sicherheitsempfehlung 12.6**

Überprüfung, ob am Oberbaumesswagen EM 250 die technischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um für die Ermittlung der gegenseitigen Höhenlage die Sollüberhöhung mit der gemessenen Überhöhung vergleichen zu können.

*Begründung: Die gegenseitige Höhenlage ist als Differenz der Sollüberhöhung zur Ist-Überhöhung definiert. Die Datenbanken der Bogenverzeichnisse mit der Angabe der Sollüberhöhung sind auf dem Oberbaumesswagen derzeit nicht direkt verfügbar und werden daher am Messschrieb auch nicht dargestellt. Außerdem werden sie den Daten nicht direkt beigelegt und verglichen. Anhand eines Oberbaumessschriebes des EM250 ist es derzeit nicht möglich direkt eine Überschreitung festzustellen. 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, nichtausgeglichenen Seitenbeschleunigungen führen.*

i)

#### **Zu Sicherheitsempfehlung 12.5 und 12.6:**

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.

Litera	Anmerkung
i)	-



Litera Stellungnahme des IM (Fortsetzung) eingelangt am 26. September 2011:

j)

**Sicherheitsempfehlung 12.7**

*Sicherstellung, dass die zuletzt erfassten Gleislagemessdaten auf Grund der Erkenntnisse und Sicherheitsempfehlungen überprüft werden.*

**Zu Sicherheitsempfehlung 12.7:**

Die Grenzwerte des DB IS 2 - Teil 1 sind bei ordnungsgemäßigem Fahrzeug(erhaltungs)zustand ausreichend, daraus resultierende mit dem Messwagen dedektierte Mängel werden laufend behoben.

k)

**Sicherheitsempfehlung 12.8**

*Sicherstellung, dass auf Gleisabschnitten mit „stark verunreinigtem Gleis“ (Spritzstelle) bis zur Überprüfung gemäß Punkt 12.7 entsprechende Reduktionen der Geschwindigkeit ausgesprochen werden.*

**Zu Sicherheitsempfehlung 12.8:**

Für das Einführen von Langsamfahren sind die im DB IS 2 - Teil 1 festgelegten Grenzwerte (SES) maßgeblich, der optische Eindruck des Schotterbetts ist kein ausreichendes Kriterium.

l)

**Sicherheitsempfehlung 12.9**

*Sicherstellung, dass die Auswertung der Daten des Zuglauf-Check-Points den Bestimmungen des RIV 2000, Anlage 2 „Beladetarif“, Band 1 „Grundsätze“, Punkt 3.3 „Lastverteilung“ entspricht.*

*Anmerkung: In der übermittelten Auswertung wurden auf Grund eines fehlerhaften Algorithmus ca. ½ des tatsächlichen Wertes errechnet.*

**Zu Sicherheitsempfehlung 12.9:**

Es handelt sich bei ggst. Messstelle um keinen Zuglaufcheckpoint, sondern um eine Messstelle der Abteilung Forschung und Entwicklung. Die Thematik der Grenzwertdefinition und der relevanten Regelwerke wird im Rahmen einer Taskforce behandelt.

**Sicherheitsempfehlung 12.11**

*Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 3-m-Verwindung Mittelwert-Spitzenwert festgelegt werden:*

$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
≤ 160	2,8	3,5	4,2
> 160	2,7	3,2	3,5

*Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 3-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.*

Litera	Anmerkung
j)	-
k)	-
l)	-

Litera Stellungnahme des IM (Fortsetzung) eingelangt am 26. September 2011:

#### **Sicherheitsempfehlung 12.12**

*Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 9-m-Verwindung Mittelwert-Spitzenwert festgelegt werden:*

$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$\leq 160$	2,2	2,5	2,8
$> 160$	2,0	2,2	2,5

*Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 9-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.*

#### **Sicherheitsempfehlung 12.13**

*Sicherstellung, dass im DB IS 2 – Teil 1 AS, ES und SES für die 16-m-Verwindung Mittelwert-Spitzenwert festgelegt werden:*

$v_{\max}$ [km/h]	AS [mm]	ES [mm]	SES [mm]
$\leq 160$	2,0	2,1	2,5
$> 160$	1,8	2,0	2,2

*Begründung: Zum Zeitpunkt der Entgleisung war im DB IS 2 – Teil 1 die 16-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert vorgesehen. Im DB IS 2 – Teil 1 vom 1. Juni 2010 wurden diese Werte ersatzlos gestrichen.*

m)

#### **Zu Sicherheitsempfehlung 12.11, 12.12 und 12.13:**

Die geforderten zusätzlichen Festlegungen im DB IS 2 Teil 1 sind nicht erforderlich; derartige Grenzwerte sind in keinem europäischen Normungswerk in dieser Form definiert. Die 3-m-Verwindung vom Mittelwert zum Spitzenwert gem. Punkt 3.1.6 des DB IS 2 Teil 1 ist nur bei höheren Geschwindigkeiten relevant.

Litera	Anmerkung
m)	-



Litera    Stellungnahme des IM (Fortsetzung) eingelangt am 26. September 2011:

**Sicherheitsempfehlung 12.14**

*Überprüfung, ob die Darstellung der einzelnen Signale der Gleislageabweichungen im Falle einer Entgleisung zu überdenken ist.*

*Wenn Messschriebe oder Darstellungen der Signale in digitaler Form als \*.pdf zur Verfügung gestellt werden, ist es daher notwendig:*

- *Die Auflösung so hoch zu wählen, dass es möglich ist klare Linien zu sehen.*
- *Auf dem Messschrieb Angaben des Maßstabes zu finden mit Haupt- und Hilfsgitternetzlinien, die es ermöglichen die Größe des Messwertes zu bestimmen.*
- *Die Skalierung muss so gewählt werden, dass eine Bestimmung der ersten Kommastelle möglich ist oder die höchsten erreichten Werte beschriftet sind.*
- *Die Grenzlinien sind ordnungsgemäß zu bezeichnen und so zu beschriften, dass man weiß welcher Grenzwert gerade gültig ist und welchen Wert er aufweist, sowie welche Art der Eingriffsschwelle er darstellt.*
- *Das bei stückweiser Übergabe von Abschnitten sollten erforderliche Überlappungen von zumindest 100 m vorhanden sein.*

*Begründung: Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung*

n)

**Zu Sicherheitsempfehlung 12.14:**

Es kann nicht nachvollzogen werden, um welche \*.pdf - Unterlagen es sich handelt. Die Messwagenmessschriebe sind ein wesentliches Werkzeug der Instandhaltung; die mit der Instandhaltung beauftragten Mitarbeiter verwenden maßstäbliche Messschriebe.

o)

**Zu Beilage Auszug aus Gutachterliche Stellungnahme zur Entgleisung des Zuges Z 49581 Umfahrung Strecke 10601 des Bahnhof Ebenfurth am 1. September 2009 (Seite 81 – 85):**

Die gehäuft vorkommende Extrapolierung von Normwerten, vor allem für Bereiche, in denen es laut Norm keine Messerfordernisse gibt, ist fragwürdig. 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.



Litera	Anmerkung
n)	-
o)	-

Litera    Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 3. Oktober 2011:

Aus Sicht der Abteilungen **IV/SCH5** (Fachbereich Betrieb, Fachbereich Bautechnik) und **IV/SCH4** (Maschinentechnik) ergibt sich zu dem vorgelegten vorläufigen Untersuchungsbericht nachstehende Einsichtsbemerkung:

**Abteilung IV/SCH5:**

**Fachbereich Betrieb:**

- p) 1. Der vorläufige Untersuchungsbericht wird zur Kenntnis genommen.
- q) 2. Die Sicherheitsempfehlung 12.15 ist an die zuständige Eisenbahnbehörde (BMVIT) gerichtet und von dieser umzusetzen.  
Hiezu wird festgehalten, dass gemäß Protokoll zu „5. Steering Committee Normen - ÖBB/BMVIT“ vom 12.03.2008 auch Regelwerke für die Instandhaltung keiner eisenbahnrechtlichen Genehmigungspflicht mehr unterliegen. Somit ist aus ho. Sicht keine weitere Veranlassung erforderlich.
- r) 3. Im vorläufigen Untersuchungsbericht ist im Punkt 2.7.3 im letzten Absatz auf Seite 12 „be trägt“ vor der Bezeichnung „100km/h“ zu streichen.

**Fachbereich Bautechnik:**

Aus eisenbahnbautechnischer Sicht ergeht folgende Stellungnahme zum vorliegenden Unfalluntersuchungsbericht:

- s) Einleitend darf festgehalten werden, dass die Ursache für die Entgleisung wie unter 10. dargestellt in einer Kombination von Gleislagefehlern und einer mangelnden Ladungssicherung zu finden ist. Zu den Mängeln im Instandhaltungsplan darf angemerkt werden, dass aus ho. Sicht die schlechte Gleislagequalität auch mit den bestehenden Grenzwerten ableitbar war (z.B. SES Überschreitung der 9m Verwindung, ES Überschreitung Längshöhe) bzw. ho. davon ausgegangen wird, dass auch AS Überschreitungen im Falle der gegenseitigen Höhenlage (wo im DB IS 2 kein ES bzw. SES definiert ist) entsprechend bewertet und Maßnahmen gesetzt werden (42,1 mm Ist bei 0 mm Soll).  
  
In diesem Zusammenhang darf auch um Übermittlung des vollständigen Gutachtens [1] ersucht werden.
- t) Die Abbildung 64 bezeichnet einen Gleismessschrieb vom 19. März 2009. Der Gleismessschrieb selbst dürfte aber vom 17. Juni 2009 stammen, da er mit diesem datiert ist.
- u) (Unter 7.12.6. wäre EN 13838-1 auf EN 13848-1 zu ändern)
- v) Zur Sicherheitsempfehlung 12.5. wird angemerkt, dass nach ho. Meinung ein SES Wert für die gegenseitige Höhenlage (Streckenrang S und 1, im Gleisrand a) von  $\pm 20$  mm wie in der TSI INF HS definiert ausreicht (zum Vergleich vorhanden + 42,1 mm).

Litera	Anmerkung
p)	-
q)	-
r)	berücksichtigt - richtiggestellt
s)	-
t)	berücksichtigt - richtiggestellt
u)	berücksichtigt - richtiggestellt
v)	-

Litera    Stellungnahme des BMVIT (Fortsetzung) eingelangt am 3. Oktober 2011:

- w)        zu 12.6: Wie ein Infrastrukturunternehmen den Wert für die gegenseitige Höhenlage ermittelt bzw. dokumentiert, sollte dem IM überlassen bleiben und nicht durch eine Sicherheitsempfehlung festgelegt werden. Aus ho. Sicht ist diese Sicherheitsempfehlung nicht notwendig.
- x)        Die Sicherheitsempfehlung 12.14 ist nach ho. Meinung eine verfahrensvereinfachende Empfehlung und keine Sicherheitsempfehlung (nicht unfallkausal). Sie sollte gesondert als Empfehlung geführt werden. Wesentlich in diesem Zusammenhang ist, dass entsprechende Rohdaten in ausreichender Genauigkeit vorliegen, aus denen entsprechende Werte bzw. Maßnahmen (in Zusammenhang mit AS, ES und SES) generiert werden können.
- y)        Bei der Sicherheitsempfehlung 12.15 darf auch auf die Stellungnahme des Sachverständigen für Betrieb hingewiesen werden, wonach gemäß Protokoll zu „5. Steering Committee Normen - ÖBB/BMVIT“ vom 12.03.2008 auch Regelwerke für die Instandhaltung keiner eisenbahnrechtlichen Genehmigungspflicht mehr unterliegen.

**Fachbereich Maschinentechnik:**

- z)        Der ggst. vorläufige Untersuchungsbericht der UUS wird aus fahrzeugtechnischer Sicht zustimmend zur Kenntnis genommen. Inhaltlich erscheint die Unfallanalyse profund und vollständig, sodass sich auch bezüglich der dem Fahrzeug und dessen Beladung zuzurechnenden Sicherheitsempfehlungen kein Ergänzungs- bzw. Änderungsbedarf besteht.

Litera	Anmerkung
w)	-
x)	-
y)	-
z)	-