

# **UNTERSUCHUNGSBERICHT**

## **Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes**

---

**BMVIT-795.336-IV/BAV/UUB/SCH/2013**

**Entgleisung eines Güterzuges  
am 14. Februar 2013**

## Inhalt

Seite

1.	Zusammenfassung .....	8
1.1.	Hergang .....	8
1.2.	Folgen .....	8
1.3.	Ursache .....	8
2.	Summary .....	8
2.1.	Genesis .....	8
2.2.	Consequences .....	8
2.3.	Cause .....	8
3.	Allgemeine Angaben .....	9
3.1.	Zeitpunkt .....	9
3.2.	Örtlichkeit .....	9
3.3.	Witterung, Sichtverhältnisse .....	9
3.4.	Behördenzuständigkeit .....	9
3.5.	Örtliche Verhältnisse .....	9
3.6.	Beteiligte Fahrten .....	10
3.7.	Zulässige Geschwindigkeiten .....	10
4.	Sachverhaltsdarstellung, Befundaufnahme .....	11
5.	Folgen .....	15
5.1.	Verletzte Personen .....	15
5.2.	Sachschäden an Infrastruktur .....	15
5.3.	Sachschäden an Fahrzeugen und Ladegut .....	15
5.4.	Schäden an Umwelt .....	15
5.5.	Summe der Sachschäden .....	15
5.6.	Betriebsbehinderungen .....	15
6.	Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen .....	15
7.	Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse .....	16
7.1.	Befundaufnahme Betriebliche Situation .....	16
7.2.	Befundaufnahme Tfz .....	16
7.3.	Aussage Personal DU der Fahrt ( <i>auszugsweise</i> ) .....	17
7.4.	Befundaufnahme Entgleisungshergang .....	17
7.5.	Befundaufnahme Zugbildung .....	24
7.6.	Befundaufnahme entgleister 16. Wagen .....	25
7.7.	Befundaufnahme nicht entgleister 15. Wagen .....	27
7.8.	Befundaufnahme Fahrweg .....	30
7.9.	Befundaufnahme Bahnkörper .....	44
7.10.	Sonstige Besonderheiten .....	56
8.	Schlussfolgerungen .....	58
9.	Maßnahmen .....	59
10.	Sonstige, nicht unfallkausale Feststellungen .....	59
11.	Ursache .....	60
12.	Berücksichtigte Stellungnahmen .....	60
13.	Sicherheitsempfehlungen .....	60

## Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe

AS	Aufmerksamkeitsschwelle
BAV	Bundesanstalt für Verkehr
Bf	Bahnhof
BMVIT, bmvit	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BR	Baureihe
Casagrande	Arthur, (1902 – 1981) Österreichischer Geotechniker – Quelle <a href="http://www.wien.gv.at">http://www.wien.gv.at</a>
DV	Dienstvorschrift
DU	Dienstleistungsunternehmen
ECM	Entity in Charge of Maintenance (Instandhaltungsverantwortlicher)
ES	Eingriffsschwelle
HLL	Hauptluftleitung
IM	Infrastruktur Manager (Infrastrukturbetreiber)
IM-Bf	Ereignisbahnhof
Kreuzsutte	Oberbautechnisch eine Vertiefung der Längshöhe, abwechselnd auf beiden Schienensträngen
La	Übersicht über Langsamfahrstellen und Besonderheiten
MEZ	Mitteuropäische Zeit
NSA	National Safety Authority (Nationale Sicherheitsbehörde)
ORE	Forschungs- und Versuchsamt des Internationalen Eisenbahnverbandes
Riffel	Rillenförmige Vertiefung bzw. rippenförmige Erhöhung in einer Reihe gleichartiger Vertiefungen und Erhöhungen (Quelle Duden)
RIL	Richtlinie
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
RS	Radsatz
SES	Soforteingriffsschwelle
Spritzstoß	Dabei handelt es sich gemäß ZSO „Trockenhaltung des Bahnkörpers“ (Ausgabe aus 1967) um „aufgeweichten Boden“ oder „Schottersäcke“ unter dem Gleiskörper. Dabei kommt es zu einer Wechselwirkung von Zug und Druck durch das Gewicht der sich darüber bewegenden Radsätze der Fahrzeuge. Diese Pumpwirkung kann bis in eine Tiefe von 10 m reichen.
SUB	Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes
Sutte	Sanft abfallende Geländevertiefung (Quelle Österreichisches Wörterbuch) Oberbautechnisch eine Vertiefung der Längshöhe, einseitig oder parallel auf beiden Schienensträngen
Tfz	Triebfahrzeug
Tfzf	Triebfahrzeugführer
UIC	Internationaler Eisenbahnverband
UTC	Coordinated Universal Time (Koordinierte Weltzeit)
VK	Vehicle Keeper (Fahrzeughalter)
VzG	Verzeichnis örtlich zulässiger Geschwindigkeiten
Z	Zug

## Verzeichnis der Expertisen und Untersuchungsberichte

Expertise [1] Befundung eines entgleisten Radsatzes vom 16. April 2013 durch einen österreichischen Radsatzinstandhalter (Radsatz IV des 16. Wagens)  
Expertise [2] Messung des Ausdrehwiderstandes eines Güterwagens vom Typ „Falls“ vom 16. April 2013 durch einen österreichischen Fahrzeuginstandhalter (nicht entgleister 15. Wagen)  
Untersuchungsbericht [3] BMVIT-795.136-II/BAV/UUB/SCH/2009  
Entgleisung eines Güterzuges am 8. April 2009  
Untersuchungsbericht [4] BMVIT-795.166-IV/BAV/UUB/SCH/2009  
Entgleisung eines Güterzuges am 1. September 2009  
Untersuchungsbericht [5] BMVIT-795.181-IV/BAV/UUB/SCH/2010  
Entgleisung eines Güterzuges am 29. Jänner 2009  
Untersuchungsbericht [6] BMVIT-795.261-IV/BAV/UUB/SCH/2011  
Entgleisung eines Güterzuges am 29. September 2011

Alle Expertisen und Untersuchungsberichte liegen der SUB vor.

## Verzeichnis der Regelwerke

RL 2004/49/EG „Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“  
EisbG 1957 Eisenbahngesetz 1957  
UUG 2005 Unfalluntersuchungsgesetz  
MeldeVO Eisb Meldeverordnung Eisenbahn 2006  
EisbbV Eisenbahnbau- und betriebsverordnung  
TSI OPE Technische Spezifikation für die Interoperabilität zum Teilsystem „Verkehrsbetrieb und Verkehrssteuerung“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems  
TSI CR Veh. Technische Spezifikation für die Interoperabilität zum Teilsystem „Fahrzeuge - Güterwagen“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems  
EN 13262 Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Radsatzwellen – Produktanforderungen  
EN 14363 Bahnanwendungen – Fahrtechnische Prüfung für die fahrtechnische Zulassung von Eisenbahnfahrzeugen – Prüfung des Fahrverhaltens und stationäre Versuche  
EN 13848-2 Bahnanwendungen – Oberbau – Qualität der Gleisgeometrie  
Teil 2: Messsysteme – Gleismessfahrzeuge

## Verzeichnis der Regelwerke des IM/RU

BV Betriebsvorschrift des IM  
SV Signalvorschrift des IM  
OR Oberbautechnische Regelwerke des IM  
IRO Instandhaltungsregelwerk für Oberbau des IM  
ZSB Zusatzbestimmungen zur Signalvorschrift und Betriebsvorschrift des IM  
ZSO Zusatzbestimmungen zu den Oberbautechnische Regelwerke des IM  
AVV Allgemeiner Vertrag für die Verwendung von Güterwagen  
UIC 510-1 Güterwagen – Laufwerk – Normung  
UIC 544-1 Bremse – Bremsleistung  
ORE B12/DT191 Standardisierung der Güterwagen – Ausdrehmoment zwischen Wagenkasten und Drehgestell der Güterwagen  
Fahrzeugtechnische Regelwerke

## Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Seite

Abbildung 1	Lageplanskizze Auszug IM-Bf (Quelle IM) .....	9
Abbildung 2	Beteiligte Fahrten (Quelle IM) .....	10
Abbildung 3	Auszug VzG (Quelle IM) .....	10
Abbildung 4	Auszug Buchfahrplan (Quelle IM) .....	11
Abbildung 5	Lageplanskizze – Detailauszug IM-Bf (Quelle IM) .....	11
Abbildung 6	Lageplanskizze Detailauszug IM-Bf (Quelle IM) .....	12
Abbildung 7	Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB) .....	12
Abbildung 8	Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB) .....	13
Abbildung 9	Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB) .....	13
Abbildung 10	Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB) .....	14
Abbildung 11	Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB) .....	14
Abbildung 12	Zeitbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Güterzug (Quelle DU) .....	16
Abbildung 13	Lageplanskizze der entgleisten Wagen (Quelle SUB) .....	18
Abbildung 14	Stillstand Tzf im km 35,975 (Quelle IM) .....	19
Abbildung 15	Wagenende von Wagen 16 im km 36,245 (Quelle IM) .....	19
Abbildung 16	Nachlaufender Radsatz IV des nachlaufenden Drehgestells des 16. Wagens auf Höhe des 19. Wagens im Streckengleis 2 (Quelle SUB) .....	20
Abbildung 17	Entgleister und umgekippter 17. Wagen auf Höhe des 25. Wagens am Feld (Quelle SUB) .....	20
Abbildung 18	Vier Radsätze des 17. Wagens auf Höhe der Wagen 27 bis 29 am Feld (Quelle SUB) .....	21
Abbildung 19	Entgleister 18. Wagen (Quelle SUB) .....	21
Abbildung 20	Entgleister 19. Wagen (Quelle Hilfszug) .....	22
Abbildung 21	Entgleiste Wagen 20 bis 22 (Quelle SUB) .....	22
Abbildung 22	Entgleiste Wagen 17, 23, 24 und Radsatz II des 18. Wagens (Quelle SUB) .....	23
Abbildung 23	Entgleiste Wagen 26 und 25 sowie 17. Wagen (Quelle SUB) .....	23
Abbildung 24	Entgleiste Wagen 28 und 27 sowie Radsätze vom 17. Wagen (Quelle SUB) .....	24
Abbildung 25	Daten Güterzug (Quelle IM) .....	24
Abbildung 26	Technische Daten 16. Wagen (Quelle SUB und Drážní úrad) .....	25
Abbildung 27	Schadbild des Radsatz IV vom 16. Wagen (Quelle SUB) .....	26
Abbildung 28	Technische Daten 15. Wagen (Quelle SUB und Drážní úrad) .....	27
Abbildung 29	Rangeinteilung Normalspurstrecken nach oberbautechn. Gesichtspunkten (Quelle IM) .....	30
Abbildung 30	Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 07:51 Uhr (Quelle SUB) .....	36
Abbildung 31	Augenscheinliche Gleislagefehler im Bereich der Entgleisungsstelle Detail am 15. Februar 2013, 07:55 Uhr (Quelle SUB) .....	36
Abbildung 32	Augenscheinliche Gleislagefehler im Bereich der Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 12:55 Uhr (Quelle IM) .....	37
Abbildung 33	Spritzstoß an der Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, ohne Uhrzeit (Quelle IM) .....	37
Abbildung 34	Messung unbelastet und belastet mit Handmesswagen vom 15. Februar 2013, 15:59 Uhr (Quelle IM) .....	38
Abbildung 35	Auszug Oberbaubefund vom 14. Februar 2013 (Quelle IM) .....	39
Abbildung 36	Gleislagemessschrieb vom 6. September 2012 (Quelle IM) .....	40
Abbildung 37	Auswertung der Längshöhen der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB) .....	41
Abbildung 38	Auswertung der Querrhöhe der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB) .....	41
Abbildung 39	Auswertung der Standardabweichung der Längshöhen der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB) .....	42
Abbildung 40	Darstellung eines zweigleisigen Bahnkörpers (Quelle IM) .....	46
Abbildung 41	Erscheinungsformen des Wassers (Quelle IM) .....	49
Abbildung 42	Bahngraben bei vorhandener Tragschicht (Quelle IM) .....	50
Abbildung 43	Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 12:55 Uhr (Quelle IM) .....	53
Abbildung 44	Lokalausweis an der Entgleisungsstelle am 7. März 2013 (Quelle SUB) .....	54
Abbildung 45	Lokalausweis an der Entgleisungsstelle am 26. April 2013 (Quelle SUB) .....	54
Abbildung 46	Lokalausweis an der Entgleisungsstelle am 4. August 2013 (Quelle SUB) .....	55
Abbildung 47	Lokalausweis an der Entgleisungsstelle am 22. September 2013 (Quelle SUB) .....	55
Abbildung 48	Entwässerung an der Entgleisungsstelle am 22. Oktober 2013 (Quelle SUB) .....	55

## Untersuchungsverfahren

Der Untersuchungsbericht stützt sich auf folgende Aktionen der SUB:

- Untersuchung vor Ort am 15. Februar 2013;
- Lokalausweis der entgleisten Güterwagen am 26. Februar 2013;
- Untersuchungsakt des IM eingelangt am 4. Juni 2013;
- Allfällige Rückfragen wurden bis 25. September 2013 beantwortet;
- Informationsaustausch im Sinne von Art. 22 Abs. 3 der Sicherheitsrichtlinie vom 10. Oktober 2013 bis 28. Oktober 2013.
- Stellungnahmeverfahren vom 21. Februar 2014 bis 28. März 2014

## Vorbemerkungen

Die Untersuchung wurde gemäß den Bestimmungen des Art 19 Z 2 der RL 2004/49/EG in Verbindung mit den Bestimmungen des § 5 Abs 2 und 4 UUG 2005 durchgeführt.

Gemäß § 4 UUG 2005 haben Untersuchungen als ausschließliches Ziel die Feststellung der Ursache des Vorfalles, um Sicherheitsempfehlungen ausarbeiten zu können, die zur Vermeidung ähnlicher oder gleichartig gelagerter Vorfälle in der Zukunft beitragen können. Die rechtliche Würdigung der Umstände und Ursachen ist ausdrücklich nicht Gegenstand der Untersuchung. Es ist daher auch nicht der Zweck dieses Berichtes, ein Verschulden festzustellen oder Haftungsfragen zu klären. Der gegenständliche Vorfall wird mit einem Untersuchungsbericht abgeschlossen. Der Untersuchungsbericht hat dabei die Anonymität aller Beteiligten derart sicherzustellen, dass jedenfalls keine Namen der beteiligten (natürlichen und juristischen) Personen enthalten sind. Soweit dies möglich ist, ohne die Schlüssigkeit und Nachvollziehbarkeit des Untersuchungsberichtes zu beeinträchtigen, enthält der Bericht auch keine topographischen Angaben, sodass die Anonymität der beteiligten Personen möglichst gewährleistet bleibt.

Bei den verwendeten personenbezogenen Bezeichnungen gilt die gewählte Form für beide Geschlechter.

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

Die Sicherheitsbehörde und andere Behörden oder Stellen sowie gegebenenfalls andere Mitgliedstaaten, an welche die Empfehlungen gerichtet sind, unterrichten die Untersuchungsstelle mindestens jährlich über Maßnahmen, die als Reaktion auf die Empfehlung ergriffen wurden oder geplant sind (siehe Art 25 Z 3 der RL 2004/49/EG).

Die im Untersuchungsbericht zitierten Regelwerke beziehen sich ausschließlich auf die zum Zeitpunkt des Vorfalls gültige Fassung.

Gemäß § 14 Abs 2 UUG 2005 sind inhaltlich begründete Stellungnahmen im endgültigen Untersuchungsbericht in dem Umfang zu berücksichtigen, als sie für die Analyse des untersuchten Vorfalls von Belang sind. Dem Untersuchungsbericht sind alle inhaltlich begründeten, rechtzeitig eingelangten Stellungnahmen als Anhang anzuschließen.

## Hinweis

Dieser Untersuchungsbericht darf ohne ausdrückliche Genehmigung der Bundesanstalt für Verkehr, Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes, nicht auszugsweise wiedergegeben werden.

## Kontakt

Bundesanstalt für Verkehr  
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes  
1210 Wien, Trauzlgasse 1  
Fax.: +43/1/71162-659298  
E-Mail: [uus-schiene@bmvit.gv.at](mailto:uus-schiene@bmvit.gv.at)  
Homepage: <http://versa.bmvit.gv.at>

## Empfänger

Dieser Untersuchungsbericht ergeht an:

Unternehmen/Stelle
Eisenbahninfrastrukturunternehmen
Eisenbahnverkehrsunternehmen
Dienstleistungsunternehmen
Personal Dienstleistungsunternehmen
Fahrzeughalter
Vertretung des Personals
Oberste Eisenbahnbehörde Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Nationale Sicherheitsbehörde
Clusterbibliothek

## 1. Zusammenfassung

### 1.1. Hergang

Am 14. Februar 2013 um 22:15 Uhr kam es bei der signalmäßig tauglichen Durchfahrt in einem Bahnhof in Österreich (kurz IM-Bf) zu einer Entgleisung eines Güterzuges.

### 1.2. Folgen

Durch die Entgleisung wurden 13 Wagen schwer beschädigt (zum Teil Totalschaden). An der Infrastruktur entstand beträchtlicher Sachschaden. Infolge der Streckensperre kam es zu erheblichen Verspätungen, Zugausfällen und Umleitungsverkehr im Personennah- und Güterverkehr.

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

### 1.3. Ursache

Als Ursache sind Gleislagefehler durch Bildung von Eislinsen unterhalb der Gleiskonstruktion infolge der kalten Witterung anzusehen.

## 2. Summary

### 2.1. Genesis

On 14<sup>th</sup> February 2013, at 22:15 hrs, during the signal-grade passage in an Austrian station (short IM-Bf) a derailment of a freight train occurred.

### 2.2. Consequences

By the derailment 13 wagons were badly damaged (part of total loss). Considerable damage to the infrastructure was built. Due to the track barrier there were substantial delays, cancellations and rerouting in the short-distance passenger traffic and freight traffic.

There were no people injured or killed.

### 2.3. Cause

The cause of the track faults are considered by the formation of ice lenses in the track structure due to the icy weather conditions.



### 3. Allgemeine Angaben

#### 3.1. Zeitpunkt

Donnerstag, 14. Februar 2013, 22:15 Uhr UTC+1 (MEZ)

#### 3.2. Örtlichkeit

- Infrastruktur des IM,  
IM-Bf

#### 3.3. Witterung, Sichtverhältnisse

bedeckt – 1 °C, leichter Schneefall, am Ende einer mehrtägigen Frostperiode

#### 3.4. Behördenzuständigkeit

Die zuständige Eisenbahnbehörde ist die Oberste Eisenbahnbehörde im bmvit.

#### 3.5. Örtliche Verhältnisse

Der IM-Bf liegt an einer in diesem Streckenabschnitt zweigleisigen, elektrisch betriebenen Hauptbahn. Dieser Streckenabschnitt wird planmäßig im Gleiswechselbetrieb, Fahrordnung rechts betrieben. Der IM-Bf ist mit einem Stellwerk „VGS 80“ ausgerüstet.

Die Betriebsabwicklung erfolgt gemäß den Bestimmungen und Vorgaben der Regelwerke des IM. Die Oberleitung im betroffenen Streckenabschnitt wird mit einer Nennspannung von 15 kV und einer Frequenz von 16,7 Hz betrieben.

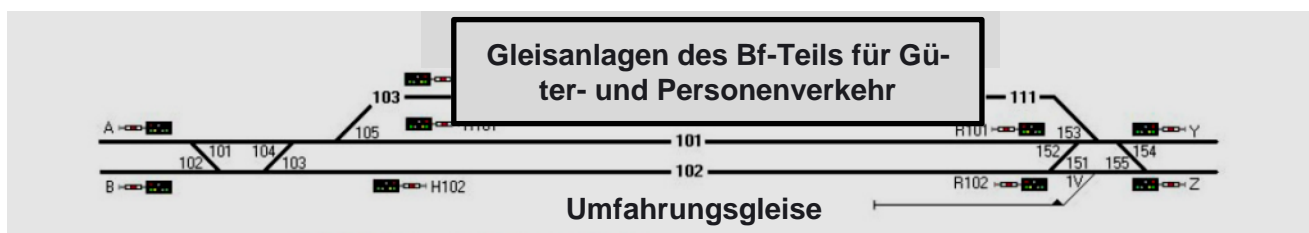


Abbildung 1 Lageplanskizze Auszug IM-Bf (Quelle IM)

Anmerkung SUB:

Da sich die Strecke durch die Errichtung von Umfahrungsgleisen um 86 m verkürzt hat, war es erforderlich, ein Fehlerprofil von -86 m anzuwenden. Dieses ist gemäß VzG des IM im Bereich km 39,114 = km 39,200 festgelegt. Die Entgleisungsstelle lag in Fahrtrichtung des Güterzuges 50 m nach der vor Ort bestehenden Angabe km 39,200. Somit konnte die Entgleisungsstelle auf km 39,064 festgelegt werden.

### 3.6. Beteiligte Fahrten

Güterzug	
Fahrt	Güterzug
Fahrtverlauf	Nationaler Verkehr
Triebfahrzeug, Triebwagen, Triebzug	BR 1144
Güterwagen leer / beladen	6 / 29
Gesamtgewicht (Masse gemäß Maß- und Eichgesetz)	1150 t
Gesamtlänge, Gesamtzuglänge	538 m
Buchfahrplan/Fahrplanmuster	Heft 401 / Muster 4838
Fahrplanhöchstgeschwindigkeit	100 km/h
Bremshundertstel erforderlich / vorhanden	70 % / 97 %
Besetzung	1 Tfzf
Einstellungsregister	Eintragung vorhanden

Abbildung 2 Beteiligte Fahrten (Quelle IM)

### 3.7. Zulässige Geschwindigkeiten

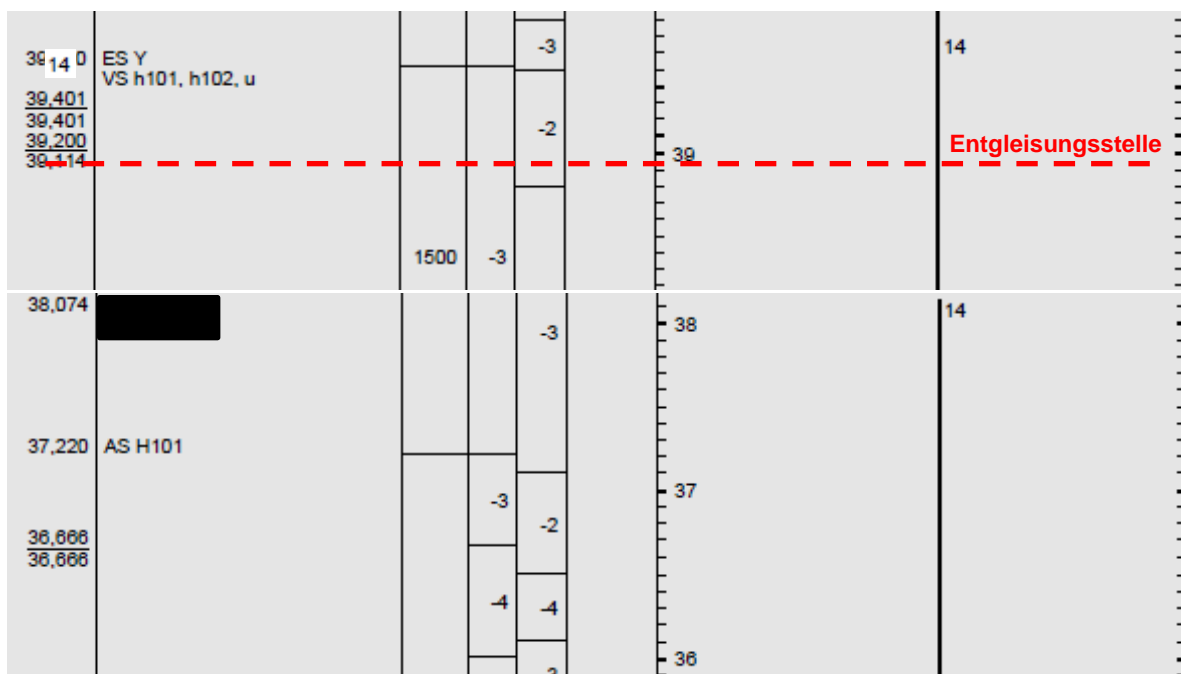


Abbildung 3 Auszug VzG (Quelle IM)

Die örtlich zulässige Geschwindigkeit im betroffenen Streckenabschnitt betrug gemäß VzG des IM 140 km/h.

			Vmax = 100 km/h Bhmax = 70% - <u>GSM-R- A</u> -		
4	5	6	1	2	3
		1.06	100	43.8	Entgleisungsstelle
				41.7	
				39.2	
		10		38.1	
				34.3	

Abbildung 4 Auszug Buchfahrplan (Quelle IM)

Die zulässige Geschwindigkeit laut Auszug aus Buchfahrplan des IM, betrug 100 km/h.

Für den betroffenen Streckenabschnitt gab es keine schriftlichen Vorschriften bezüglich einer Einschränkung der Geschwindigkeit.

#### 4. Sachverhaltsdarstellung, Befundaufnahme

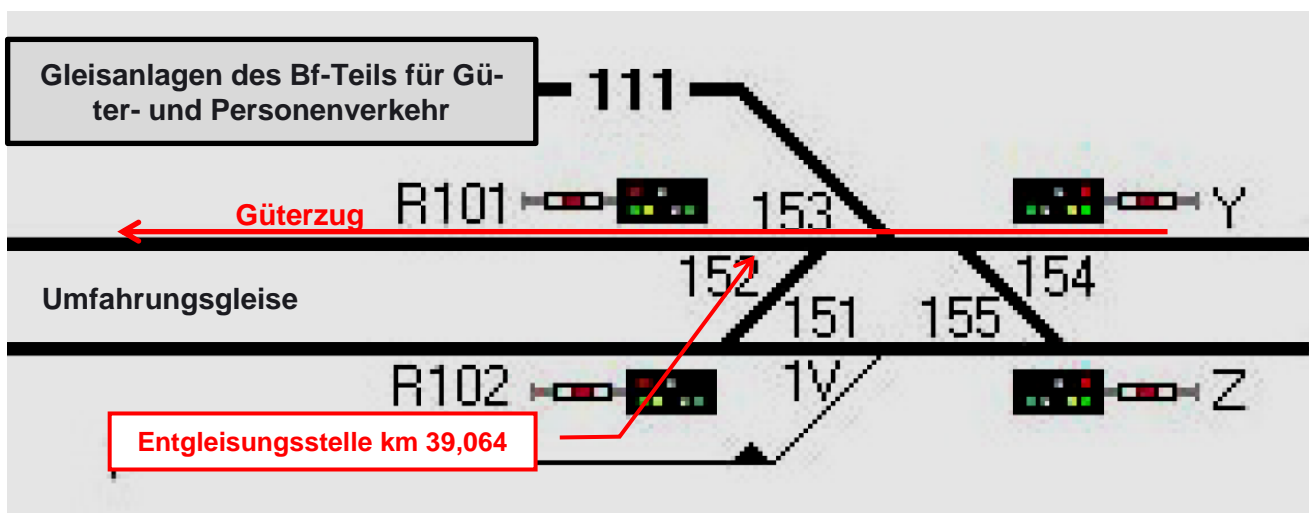


Abbildung 5 Lageplanskizze – Detailauszug IM-Bf (Quelle IM)

Die ersten Entgleisungsspuren eines Radsatzes wurden nach der Weiche 152 im km 39,064 festgestellt.

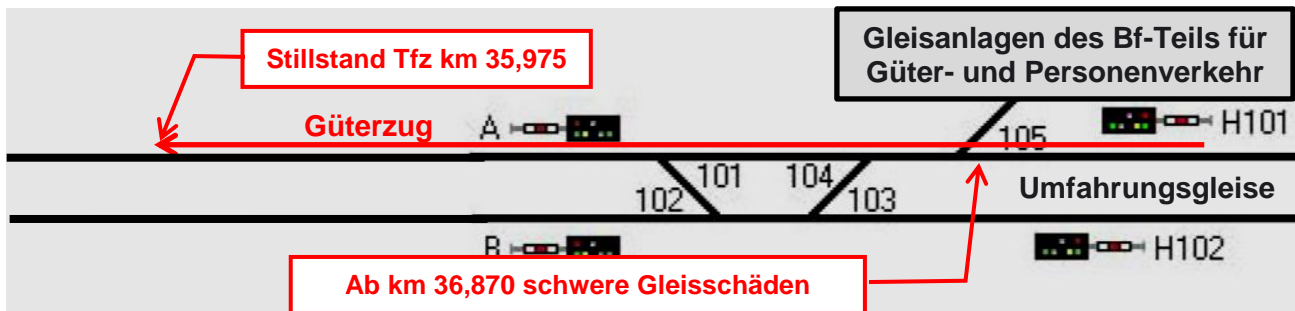


Abbildung 6 Lageplanskizze Detailauszug IM-Bf (Quelle IM)

Die Spuren des entgleisten Radsatzes auf Kleineisen und im Schnee führen bis zur Weiche 105 in km 36,870, wo im Bereich des Herzstückes das Drehgestell zur Gänze entgleiste. Dies bewirkte, die Entgleisung der Wagen 17 bis 28 im Zugverband.



Abbildung 7 Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB)



Abbildung 8 Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB)



Abbildung 9 Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB)



Abbildung 10 Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB)



Abbildung 11 Entgleiste Fahrzeuge (Quelle SUB)

## 5. Folgen

### 5.1. Verletzte Personen

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

### 5.2. Sachschäden an Infrastruktur

Eine Weiche wurde gänzlich beschädigt, bei einer Weiche wurde die Zungenvorrichtung zerstört. Auf einer Länge von 2,2 km des Oberbaues entstanden leichte Schäden an den Schwellen, auf einer Länge von 300 m entstanden leichte Schäden an Schwellen und Kleineisen und 150 m Oberbau wurden schwer beschädigt.

Weiteres wurden ca. 150 m der Oberleitung beschädigt (ein Mast wurde umgerissen).

### 5.3. Sachschäden an Fahrzeugen und Ladegut

Schwere Beschädigung bzw. Totalschaden an 13 Wagen .

### 5.4. Schäden an Umwelt

Keine Schäden an der Umwelt. Durch die entgleisten Fahrzeuge entstanden Flurschäden.

### 5.5. Summe der Sachschäden

Die Sachschäden wurden auf ca. 2.400.000,- € geschätzt.

### 5.6. Betriebsbehinderungen

- Sperre des Streckengleises 2 zwischen IM-Bf und benachbarten Bf vom 14. Februar 2013, 22:33 Uhr bis 17. Februar 2013, 05:00 Uhr.
- Sperre des Streckengleises 1 zwischen IM-Bf und benachbarten Bf vom 14. Februar 2013, 22:33 Uhr bis 26. Februar 2013, 14:38 Uhr (Freigabe für  $v_{\max} = 60$  km/h). Am 13. März 2013, 15:45 Uhr erfolgte die uneingeschränkte Freigabe von Gleis 1.
- Umleitung von Personennah- und Güterverkehr sowie Zugausfälle.

## 6. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen

- Eisenbahninfrastrukturunternehmen
- Eisenbahnverkehrsunternehmen
- Dienstleistungsunternehmen einschließlich Personal

## 7. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse

### 7.1. Befundaufnahme Betriebliche Situation

Die Zugfahrt erfolgte bei tauglicher und signalmäßig gesicherter Durchfahrt ohne Einschränkung der zulässigen Fahrplanhöchstgeschwindigkeit. Zum besagten Zeitpunkt wurden keine registrierungspflichtigen Handlungen gesetzt. Eine Zugbeobachtung des Güterzuges konnte auf Grund der örtlichen Situation nicht durchgeführt werden.

### 7.2. Befundaufnahme Tzf

Auswertung Registriereinrichtung Güterzug:

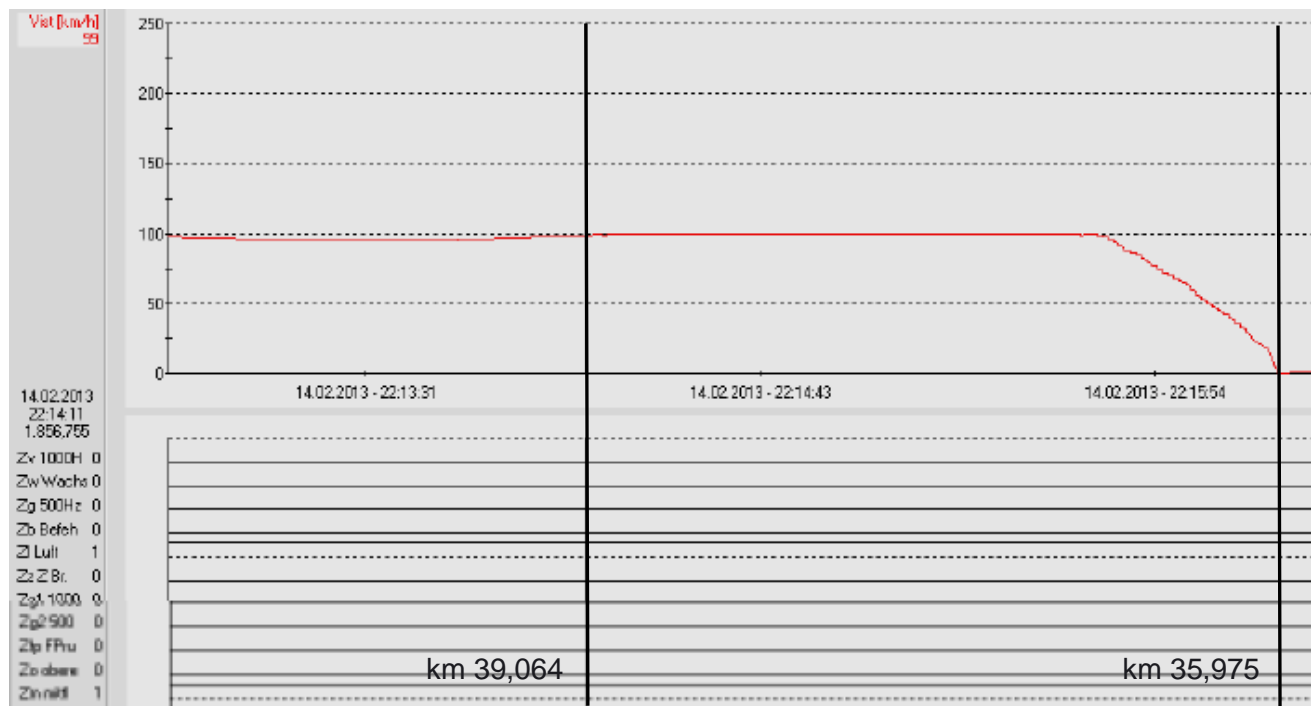


Abbildung 12 Zeitbezogene Auswertung der Registriereinrichtung Güterzug (Quelle DU)

Zitat DU (auszugsweise):

$v_{max} = 99 \text{ km/h}$  zum Zeitpunkt des Ereignisses

Zwangsbremmung durch Druckverlust, keine Bremsung durch den Tzf

Die registrierte Uhrzeit entspricht der MEZ



### **7.3. Aussage Personal DU der Fahrt (auszugsweise)**

*Zitat Tzf des Güterzuges:*

*Am 14. Februar 2013 bei der Führung des Güterzuges wurde eine Zwangsbremung durch plötzlichen Druckabfall in der HLL im IM-Bf (vom Wagenzug ausgehend) festgestellt. Unmittelbar nach der Zwangsbremung erfolgte eine Lösung des Hauptschalters. Auf Grund einer Störungsmeldung am Stellwerk nahm der IM-Bf über Funk Kontakt mit dem Güterzug auf. Der Güterzug berichtete vom Druckabfall in der HLL. Weiteres erfolgte die Verständigung, dass das Nachbargleis bereits gesperrt wurde, damit die Ursache des Druckverlustes in der HLL untersucht werden konnte.*

*Es wurde festgestellt, dass keine Oberleitungsspannung vorhanden war, dies wurde dem IM-Bf mitgeteilt. Als ein Mitarbeiter für die Störungsbehebung (Signalmeister) beim Tzf eintraf, wurde berichtet, dass im hinteren Zugteil mehrere Wagen entgleist waren und die Oberleitung beschädigt war.*

### **7.4. Befundaufnahme Entgleisungshergang**

Während der Durchfahrt eines Güterzuges auf Gleis 1 (Gleisabschnitt 101) im IM-Bf bei tauglicher Sicherungsanlage (Einfahrsignal „Y“ zeigt „FREI“, das darunter befindliche Ausfahrsvorsignal „h“ zeigt „HAUPTSIGNAL FREI“, das Ausfahrtsignal „H 101“ zeigt „FREI“), kam es nach der Weiche 152 in km 39,064 zur Entgleisung eines Radsatzes in der Zugmitte. Die Untersuchungen zeigten, dass der nachlaufende Radsatz des nachlaufenden Drehgestelles des 16. Wagens (leer, Gattung „Falls“) zuerst entgleiste.

Die Spuren des entgleisten Radsatzes auf Kleineisen und im Schnee führen bis zur Weiche 105 in km 36,870, wo im Bereich des Herzstückes das Drehgestell zur Gänze entgleiste. Dies bewirkte, die Entgleisung der Wagen 17 bis 28 im Zugverband.

Der 17. Wagen (leer, Gattung „Falls“) kippte in Fahrtrichtung nach rechts, kollidierte mit dem 18. Wagen (Gattung „Falls“) und wurde aus dem Gleis gedrückt. Der 17. Wagen kam rechts neben dem Bahndamm in Höhe des 25. Wagens seitlich zu liegen. Der Abstand zum Gleis betrug ca. 15 m. Die Wagen 18 und 19 (beide leer, Gattung „Falls“) wurden seitlich aufgerissen.

Die Zugtrennung zwischen dem 16. und 17. Wagen bewirkte eine Zwangsbremung infolge der Auftrennung der HLL.

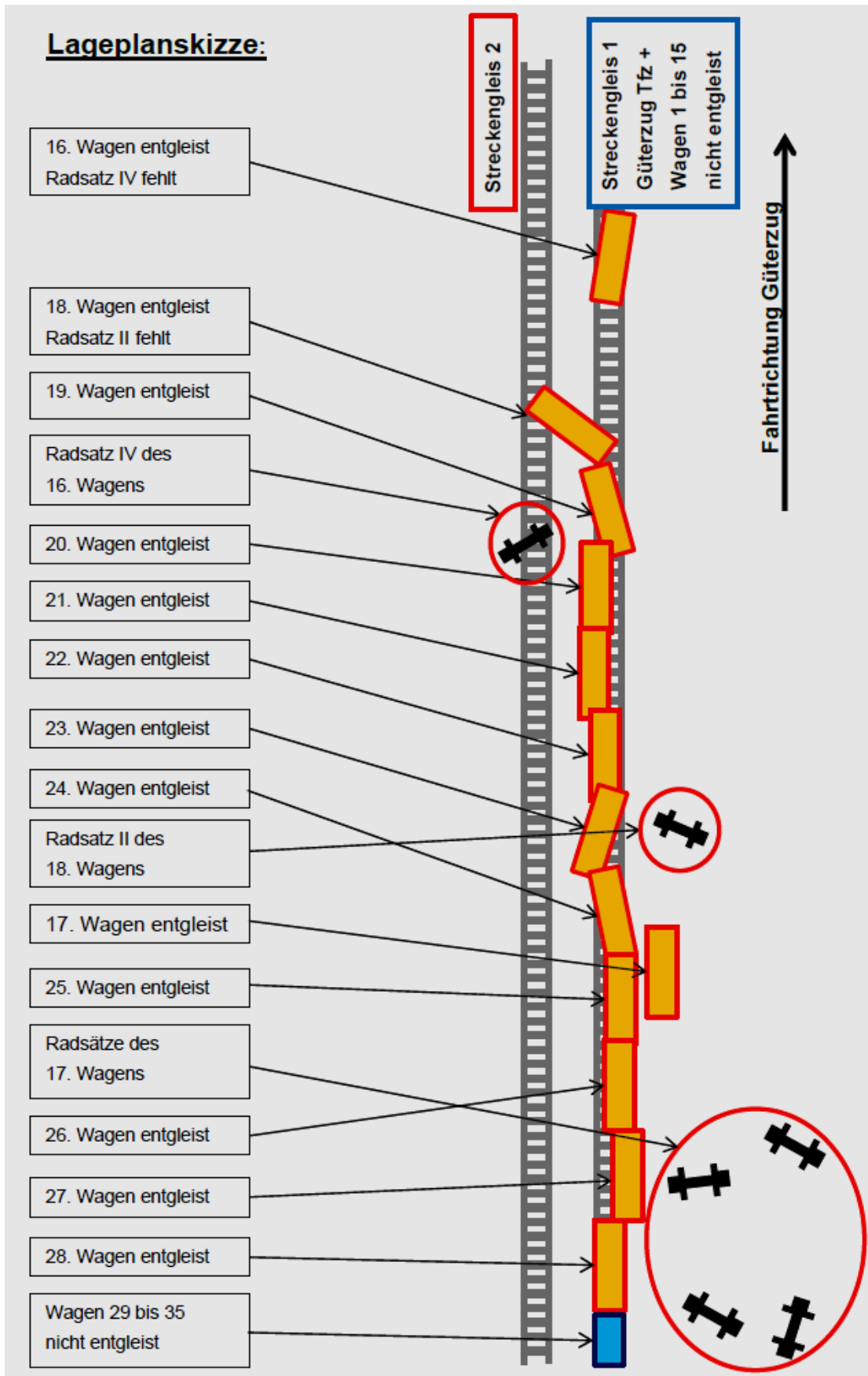


Abbildung 13 Lageplanskizze der entgleisten Wagen (Quelle SUB)

Das Tfz mit den ersten 16 Wagen kam in km 35,975 zum Stillstand.



Abbildung 14 Stillstand Tfz im km 35,975 (Quelle IM)

Die Wagen 16 bis 25 der Gattung „Falls“ waren leer.

Der 16. Wagen (Stillstand Wagenende ca. km 36,245) war mit dem nachlaufenden Radsatz II des vorlaufenden Drehgestells ca. 15 cm nach links entgleist. Beim nachlaufenden Drehgestell war der vorlaufende Radsatz III ca. 20 cm nach rechts entgleist. Bei der Befundaufnahme wurde beim vorlaufenden Radsatz I als Folge der Entgleisung festgestellt, dass alle Primärfedern fehlten.

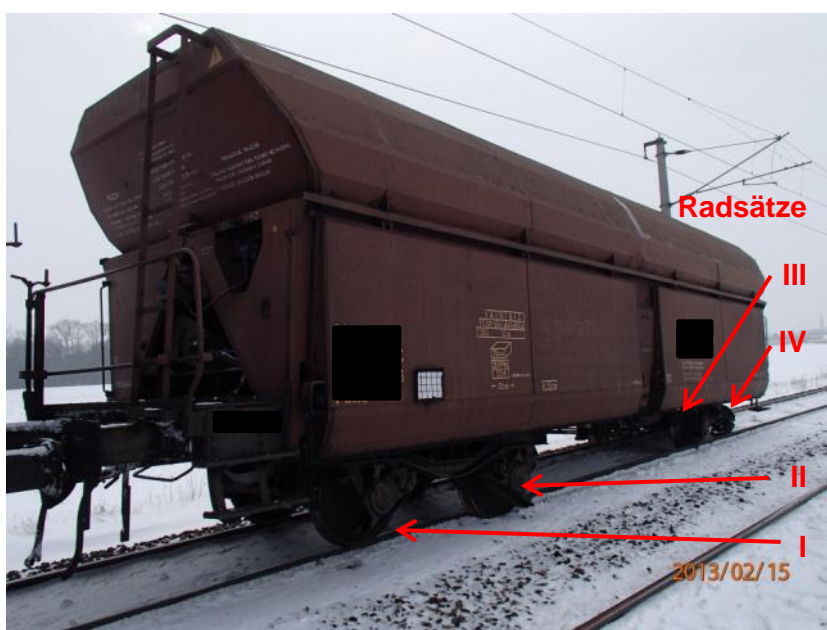


Abbildung 15 Wagenende von Wagen 16 im km 36,245 (Quelle IM)

Der nachlaufende Radsatz IV des nachlaufenden Drehgestells wurde weggeschleudert und auf Höhe des 19. Wagens, im Streckengleis 2, aufgefunden.



**Abbildung 16** Nachlaufender Radsatz IV des nachlaufenden Drehgestells des 16. Wagens auf Höhe des 19. Wagens im Streckengleis 2 (Quelle SUB)

Der 17. Wagen war zur Gänze entgleist, umgekippt und lag im Feld ca. 15 m neben Gleis 1 in Höhe des 25. Wagens (ca. km 36,620).



**Abbildung 17** Entgleister und umgekippter 17. Wagen auf Höhe des 25. Wagens am Feld (Quelle SUB)

Die vier Radsätze des 17. Wagens wurden auf Höhe der Wagen 27 bis 29 im Feld neben Gleis 1 vorgefunden.



**Abbildung 18** Vier Radsätze des 17. Wagens auf Höhe der Wagen 27 bis 29 am Feld (Quelle SUB)

Der 18. Wagen (Stillstand km 36,510 – Abstand 265 m zum 16. Wagen) war mit dem vorlaufenden Drehgestell nach links entgleist und ragte zur Gänze in Gleis 2. Das nachlaufende Drehgestell war ca. 1 m nach links entgleist. Radsatz II wurde auf Höhe von Wagen 23 im Bahngraben vorgefunden.



**Abbildung 19** Entgleister 18. Wagen (Quelle SUB)

Die entgleisten Wagen 19 bis 28 waren teilweise verkeilt und überpuffert.

Der 19. Wagen war mit dem vorlaufenden Drehgestell ca. 1 m nach links und mit dem nachlaufenden Drehgestell ca. 10 cm nach rechts entgleist.



Abbildung 20 Entgleister 19. Wagen (Quelle Hilfszug)

Die Wagen 20 bis 22 waren mit beiden Drehgestellen ca. 70 cm nach links entgleist und befanden sich in einer Schräglage von 5 ° bis 10 °.



Abbildung 21 Entgleiste Wagen 20 bis 22 (Quelle SUB)

Der 23. Wagen war mit dem vorlaufenden Drehgestell im Gleis, mit dem nachlaufenden Drehgestell ca. 1 m nach links entgleist und befand sich in einer Schräglage von ca. 20 °.

Der 24. Wagen war mit dem vorlaufenden Drehgestell ca. 15 cm nach links, und mit dem nachlaufenden Drehgestell ca. 50 cm nach rechts entgleist und befand sich in einer Schräglage von ca. 12 °.



Abbildung 22 Entgleiste Wagen 17, 23, 24 und Radsatz II des 18. Wagens (Quelle SUB)

Die Wagen 25 (leer, Gattung „Falls“) und 26 (leer, Gattung „Samms“) waren mit beiden Drehgestellen ca. 1 m nach rechts entgleist und befand sich in einer Schräglage von ca. 15 °.

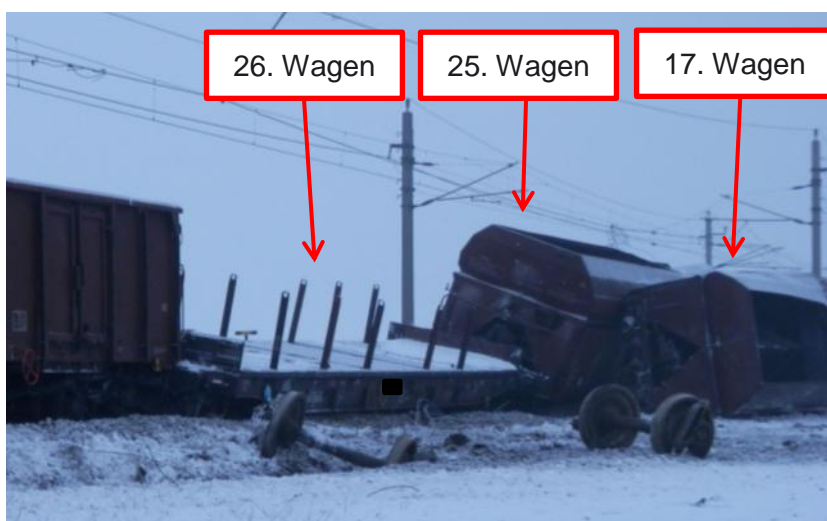


Abbildung 23 Entgleiste Wagen 26 und 25 sowie 17. Wagen (Quelle SUB)

Der 27. Wagen war mit beiden Drehgestellen ca. 15 cm nach rechts entgleist.

Der 28. Wagen war mit dem vorlaufenden Drehgestell ca. 15 cm nach rechts entgleist. Das nachlaufende Drehgestell war nicht entgleist.



Abbildung 24 Entgleiste Wagen 28 und 27 sowie Radsätze vom 17. Wagen (Quelle SUB)

Die Wagen 29 bis 35 waren nicht entgleist.

Die an der Unfallstelle durch den Hilfszug und das IM sichergestellten Bauteile (Federn, Puffer,...) zeigten keine unfallkausalen Schäden.

## 7.5. Befundaufnahme Zugbildung

Güterzug	
Güterwagen beladen	6
Güterwagen leer	29
Gesamtgewicht (Masse gemäß Maß- und Eichgesetz)	1150 t
Gesamtlänge, Gesamtzuglänge	538 m
Bremshundertstel erforderlich / vorhanden	70 % / 97 %
Bremmung	durchgehend und ausreichend gebremst

Abbildung 25 Daten Güterzug (Quelle IM)



Aus den vorliegenden Zugpapieren war nicht zu erkennen, dass am Tfz die gemäß Regelwerk des IM festgelegte Bremsstellung „G“ eingestellt war.

Laut IM war der Kuppelzustand des Güterzuges der noch im Gleis befindlichen Fahrzeuge regelwerkskonform. Bei den entgleisten Wagen war der Kuppelzustand nicht nachvollziehbar, jedoch augenscheinlich in Ordnung.

Bei der Überprüfung der Pufferschmierung an den Puffertellern zwischen dem 16. und 17. Wagen wiesen drei der vier Pufferteller im jeweiligen Bereich der Berührflächen blanke Stellen auf. Diese zeigten keine Verriefungen. Im Umkreis der blanken Stellen war Fett in ausreichender Menge vorhanden. Die Ursache der blanken Flächen konnte nicht eindeutig der Zugfahrt oder der Entgleisung zugeordnet werden.

## 7.6. Befundaufnahme entgleister 16. Wagen

16. Wagen	
Gattung	Falls
Zahlencode für die internationale Verkehrseignung (Austauschkennzeichen)	31 RIV
Drehzapfenabstand	7,20 m
Länge über Puffer	13,52 m
Bauart Drehgestell	Y 25
Eigenmasse angeschrieben	26,060 t
Lastgrenze maximal	„C“ 53,0 t
Revisionsanschrift	6 REV xxx.17.09.09
Ladegut	leer
Einstellungsregister	Eine Eintragung im nationalen Einstellungsregister der Tschechischen Republik war vorhanden

Abbildung 26 Technische Daten 16. Wagen (Quelle SUB und Drážní úrad)

Gemäß TSI OPE handelt es sich um einen offenen Güterwagen mit hohen Wänden mit vier Radsätzen zum Entladen in einem Gang durch Schwerkraft auf beiden Seiten gleichzeitig, ohne flachen Boden und ohne seitliche oder rückseitige Kippvorrichtung mit der Zulassung zum Verkehr unter „s“-Bedingungen (100 km/h).

Auf Grund des Schadbildes ließ sich eine eindeutige Zuordnung des IV. Radsatzes des 16. Wagens als zuerst entgleister Radsatz treffen.



**Abbildung 27 Schadbild des Radsatz IV vom 16. Wagen (Quelle SUB)**

Dieser Radsatz wurde nach der Entgleisung von einem österreichischen Radsatzinstandhalter befundet.

*Zitat Expertise [1] (auszugsweise):*

*A-Seite:*

- o Das Lagergehäuse war stark deformiert. Dadurch ist die Radsatzlagerung beeinträchtigt.*
- o Die Lagergehäusedeckelschrauben waren abgeschert => Lagergehäusedeckel ist nicht mehr vorhanden.*
- o Die Druckkappenverschraubung war handfest angezogen. Die Schraubensicherung (Blechsicherung) war ordnungsgemäß montiert. Es konnte jedoch nicht festgestellt werden, ob der Wellenverschluss zuvor schon geöffnet wurde!*
- o Im Zuge der Befundung wurde das Lagergehäuse ca.5 cm von den Radsatzlagerinnenringen heruntergezogen, um festzustellen ob im Zylinderrollenlager Lagerfett vorhanden ist  
=> Im Zylinderrollenlager war Radsatzlagerfett in üblicher Menge vorhanden.*
- o Das Radsatzlagerfett wies übliche Gebrauchsspuren auf. Es gab keine Auffälligkeiten wie Überhitzung, Metallabrieb oder zu hoher Wassergehalt im Radsatzlagerfett.*
- o An der Radscheibe waren massive Beschädigungen feststellbar (Spurkranz, Lauffläche usw.).*
- o An der Radscheibenlackierung (innen sowie außen) zeigten sich Lackabsplitterungen und Beschädigungen. Es konnte keine thermische Überbeanspruchung festgestellt werden.*

**B-Seite:**

- o Das Lagergehäuse war stark deformiert. Die Radsatzlagerung war jedoch augenscheinlich nicht beeinträchtigt.*
- o Die Lagergehäusedeckelschrauben waren deformiert und hatten unterschiedliche Längen.*
- o Der Wellenverschluss war ordnungsgemäß montiert und zeigte keine Unregelmäßigkeiten.*
- o Aufgrund der Fettmenge im Lagergehäusedeckel und im geöffneten Radsatzlagergehäuse ist davon auszugehen, dass Radsatzlagerfett in üblicher Menge im Zylinderrollenlager vorhanden war.*
- o Das Radsatzlagerfett weist übliche Gebrauchsspuren auf. Es gab keine Auffälligkeiten wie Überhitzung, Metallabrieb oder zu hoher Wassergehalt im Radsatzlagerfett.*
- o An der Radscheibenlackierung (innen sowie außen) zeigten sich Lackabsplitterungen und Beschädigungen. Es konnte keine thermische Überbeanspruchung festgestellt werden.*

An beiden Radscheiben wurden Eigenspannungsprüfungen durchgeführt.

	A-Seite	B-Seite
Maximalwert	263 MPa	322 MPa
Mittelwert	43 MPa	94 MPa

Ergebnis: Die Eigenspannungswerte entsprachen den Vorgaben des österreichischen Radsatzinstandhalters für Radscheiben dieser Bauart.

Anmerkung SUB: Auf Grund des Schadbildes des Radsatzes konnte keine unfallkausale Vorschädigung festgestellt werden. Die Bezeichnung A-Seite bezieht sich auf das Wellenende an dem die Kennzeichnungen gemäß EN 13261 eingestempelt sind.

## **7.7. Befundaufnahme nicht entgleister 15. Wagen**

15. Wagen	
Gattung	Falls
Zahlencode für die internationale Verkehrseignung (Austauschkennzeichen)	31 RIV
Drehzapfenabstand	7,20 m
Länge über Puffer	13,52 m
Bauart Drehgestell	Y 25
Ladegut	leer

Abbildung 28 Technische Daten 15. Wagen (Quelle SUB und Drážní úrad)

Dieser nicht entgleiste Wagen zeigte folgende Mängel: eine Gleitstückfeder der seitlichen Kastenabstützung 1R war gebrochen und die untere Gleitplatte 1R war lose. Diese Mängel erfordern gemäß AVV, Anlage 9, Anhang 1, Punkt 4.8.2 ein Aussetzen des Fahrzeuges.

Auf Anregung des IM wurde dieser Wagen mit diesen Mängel als Referenzfahrzeug für die Ermittlung des Ausdrehmomentes gemäß EN 14363 der entgleisten Fahrzeuggattung „Falls“ herangezogen.

Diese Versuche (Expertise [2]) wurden durch einen österreichischen Fahrzeuginstandhalter durchgeführt.

*Zitat Expertise [2] (auszugsweise):*

*Die Ausdrehwiderstandsmessung wurde nach EN 14363 für einen 150 m Gleisbogen durchgeführt. Die Ausdrehgeschwindigkeit betrug demnach 1°/s und der Ausdrehwinkel zwischen Drehgestell und Wagenkasten betrug 4°.*

*Abweichend von den Bedingungen der EN 14363 wurde zusätzlich eine Ausdrehwiderstandsmessung mit 3°/s Ausdrehgeschwindigkeit und 1° Ausdrehwinkel durchgeführt.*

*Folgende Ergebnisse wurden ermittelt (Wert bei Nulldurchgang, links/rechts gemittelt):*

Ausdrehmoment $M_{z,Rmin}$ [kNm]	Drehgestell 1	Drehgestell 2
1°/s, 4° (EN 14363)	16,8	33,1
3°/s, 1°	17,7	26,6

*In folgenden technischen Dokumenten sind Grenzwerte für das Ausdrehmoment festgehalten:*

*UIC 510-1            10 ±4 kNm bei leerem Wagen im Neuzustand bei 20 t Eigenmasse*

*ERRI B12/DT 191    20 kNm bei leerem Wagen nach 6 Betriebsmonaten*

*TSI CR Veh.        X ~ 0,13 Ausdrehfaktor bei Neuwagen nach EN 14363*

Anmerkung SUB:

$M_{z,Rmin}$  ist das erforderliche Drehmoment zwischen Drehgestell und Wagenkasten für einen Bogen mit Radius  $R_{min} = 150$  m.

$M_{z,Rmin} = 33,1 \text{ kNm}$     *Ausdrehmoment*  
 $2a^+ = 1,8 \text{ m}$             *Radsatzabstand im Drehgestell*  
 $2Q_0 = 63,5 \text{ kN}$            *Radsatzlast (25,9 t Fahrzeugmasse leer)*

$$X = \frac{M_{z,Rmin}}{2a^+ x 2Q_0}$$

$$X_{max} \sim 0,3 \rightarrow X_{max} > X_{soll}$$

#### *Resümee:*

*Es wurde ein Unterschied von 16,3 kNm zwischen den Ausdrehmomenten der Drehgestelle 1 und 2 nach EN 14363 ermittelt.*

*Hinsichtlich der Grenzwerte für Neuwagen bzw. nach 6 Betriebsmonaten sind die gemessenen Ausdrehmomente zu groß, diese Grenzwerte dienen jedoch nur zum Vergleich.*

Die Grundlagen für das Ausdrehmoment von Drehgestellen sind dem ORE B12/DT191 zu entnehmen.

#### *Zitat ORE B12/DT191 (auszugsweise):*

*Die Versuche haben gezeigt, dass bei Drehgestellen mit federnden Gleitstücken*

- zur Sicherung einer ausreichenden Stabilität im Leerzustand, insbesondere bei großer Spurweite und zur Begrenzung der H-Kräfte sowie der Querschleunigungen, sowohl auf der Geraden wie auch im Gleisbogen, das Ausdrehmoment von 6 kNm im Leerzustand als unterer Grenzwert festgelegt werden kann;*

*Es wird empfohlen, dass die Ausdrehmomente nach 6 Betriebsmonaten folgende Werte nicht überschreiten:*

*20 kNm für einen leeren Güterwagen*

*40 kNm für einen beladenen Güterwagen mit 20 t Radsatzlast*

*45 kNm für einen beladenen Güterwagen mit 22,5 t Radsatzlast*

Anmerkung SUB: Für das geprüfte Fahrzeug konnte keine Regelwidrigkeit festgestellt werden.

## 7.8. Befundaufnahme Fahrweg

Instandhaltungsregelwerk des IM (auszugsweise):

Rangeinteilung der Strecken nach oberbautechnischen Gesichtspunkten:

Rang	Mittlere tägliche Gleisbelastung ca. Tonnen/Tag	Art des Verkehrs	Hinweis
S	> 25.000 <sup>1)</sup> oder <sup>2)</sup> oder <sup>3)</sup>	PV und GV	<sup>1)</sup> wenn HL-Strecke <sup>2)</sup> $v_{max} > 160$ km/h <sup>3)</sup> Züge mit WKN
1	>10.000 <sup>4)</sup>	PV und GV	<sup>4)</sup> soweit sie nicht Rang S sind
2	3000 – 10.000	PV und GV	
	3000 – 10.000	nur PV	
	> 10.000	nur GV	
3	< 3.000	PV und GV	
	< 3.000	nur PV	
	< 10.000	nur GV	
3G	---	nur GV und/oder Züge des Nostalgieverkehrs	ca. 4 Züge/Tag

Abbildung 29 Rangeinteilung Normalspurstrecken nach oberbautechn. Gesichtspunkten (Quelle IM)

Zitat IRO Punkt 1.3:

Rangeinteilung der Gleise

a Streckengleise und durchgehende Hauptgleise

b sonstige Hauptgleise

c Nebengleise

Zitat IRO Punkt (auszugsweise):

### 3.1.2 Grenzwerte hinsichtlich Gleisqualität (auszugsweise)

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

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

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

*Bei Überschreiten der SES ist als Sofortmaßnahme die Höchstgeschwindigkeit der Züge bis auf jenes Geschwindigkeitsniveau zu verringern, bei dem die Fehler innerhalb der zulässigen Toleranzen liegen.*

*Bei besonders gravierenden Überschreitungen kann die Verringerung der Geschwindigkeit auch mehrere Stufen betragen; sie ist entsprechend der angeführten SES aus den Tabellen Längshöhe, Richtung und Spurweite zu bestimmen.*

*Bei Überschreiten der SES für den Geschwindigkeitsbereich  $V \leq 80$  km/h ist – ausgenommen Verwindung – eine Geschwindigkeitsreduktion von mind. 50 % zu veranlassen, bei Überschreiten der SES für die Spurweite ist für die Entscheidung der erforderlichen Maßnahme eine Begutachtung durch den Bahnmeister bzw. Prüfeningenieur-Fahrweg erforderlich.*

*Im Falle der 3-m-Verwindung (Abstand von der Null-Linie zum Spitzenwert) ist bei Überschreiten des Wertes 6,0 mm/m eine Gleissperre (und sofortige Berichtigung der Höhenlage) erforderlich, da eine weitere Geschwindigkeitsreduktion nachteilige Effekte zeigen könnte.*

*Bei Überschreiten der sonstigen SES-Werte für die Verwindung ist innerhalb eines Zeitraumes von 48 Stunden die sofortige Behebung (Berichtigung der Höhenlage) zu veranlassen.*

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

- Längshöhe
- Querhöhe
- Richtung
- Spurweite
- Verwindung

### Punkt 3.1.3 Längshöhe (auszugsweise)

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]
$120 < v \leq 160$	11	14	17

Als weitere Bezugsgröße wird 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, und gilt dann als überschritten, wenn sie auf einer Mindestlänge von 200 m überschritten wurde.

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

Standardabweichung der über 200 m gemittelten Längshöhe:

$v_{max}$ [km/h]	AS [mm]
$120 < v \leq 160$	1,5 - 1,9

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

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

Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe:

$v_{max}$ [km/h]	ES [mm]	SES [mm]
$60 < v \leq 300$	4,0	5,0



### Punkt 3.1.4 Querhöhe (auszugsweise)

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]
$120 < v \leq 160$	7	9	11

### Punkt 3.1.5 Richtung (auszugsweise)

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]
$120 < v \leq 160$	9	11	13

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.

### Punkt 3.1.6 Verwindung (auszugsweise)

Die Verwindung ist die Änderung der Überhöhung längs der Gleismittellinie.

Für die 3-m-Verwindung sind folgende Werte einzuhalten:

a) Von der Null-Linie zum Spitzenwert:

$v_{max}$ [km/h]	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
$\leq 160$	4,0	5,0	6,0

b) Vom Mittelwert zum Spitzenwert:

$V_{max}$ [km/h]	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
$120 \leq v \leq 160$	2,8	3,2	3,5

Für die 9-m-Verwindung sind folgende Werte einzuhalten:

a) Von der Null-Linie zum Spitzenwert:

$V_{max}$ [km/h]	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
$\leq 160$	3,2	3,5	4,0

Für die 16-m-Verwindung sind folgende Werte einzuhalten:

a) Von der Null-Linie zum Spitzenwert:

$V_{max}$ [km/h]	AS [mm/m]	ES [mm/m]	SES [mm/m]
$\leq 160$	2,8	3,0	3,5

Für die händische Messung der Verwindung (in unbelastetem Zustand) gilt:

Für die 5-m-Verwindung sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

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

**Punkt 3.1.7 Zulässige Abweichungen von der gegenseitigen Höhenlage der Schienen (auszugsweise)**

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

Strecken- und Gleisrang	ES [mm]
Gerade, Bogen	± 15

**Punkt 3.1.8 Spurweite (auszugsweise)**

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

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

Er darf folgende Werte nicht überschreiten:

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

Für die händische Messung der Spurweite (in unbelastetem Zustand) gilt:

$v_{max}$ [km/h]	Strecken- und Gleisrang	SES [mm]
$0 \leq v \leq 160$	für Hauptbahnen gemäß EisbBBV im Gleisrang a und b	-5 / +30

**Punkt 4.1. Gleisgeometrie – Messprinzipien (auszugsweise)**

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

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

Anmerkung SUB: in der EN 13848-2 ist kein Punkt 5.5.3.2 festgelegt.

Bei Anwendung einer Mindestlänge von 1 m (3 m) können bestimmte Überschreitungen nicht erkannt werden.

#### Befundaufnahme Gleislage:

Am Folgetag nach der Entgleisung wurden im Bereich der Entgleisungsstelle augenscheinlich Längshöhenfehler der rechten und linken Schiene festgestellt.



Abbildung 30 Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 07:51 Uhr (Quelle SUB)



Abbildung 31 Augenscheinliche Gleislagefehler im Bereich der Entgleisungsstelle Detail am 15. Februar 2013, 07:55 Uhr (Quelle SUB)



**Abbildung 32** Augenscheinliche Gleislagefehler im Bereich der Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 12:55 Uhr (Quelle IM)

Im Bereich der der Entgleisungsstelle km 39,064 (18 m davor und 15 m danach) wurden fünf Spritzstöße mit unterschiedlichen Ausdehnungen festgestellt.



**Abbildung 33** Spritzstoß an der Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, ohne Uhrzeit (Quelle IM)

Am Nachmittag des 15. Februar 2013 (Folgetag nach der Entgleisung) erfolgten Messungen der Gleislage mit dem Handmesswagen im unbelasteten und belasteten Gleiszustand. Die Belastung erfolgte durch ein unmittelbar vorausfahrendes Tzf (BR der SUB nicht bekannt).

Zitat Bericht zur Gleislagemessung mit dem Handmesswagen vom 15. Februar 2013 – Quelle IM (auszugsweise):

Im Bereich der Entgleisungsstelle lag zum Messzeitpunkt bei beiden Messungen keine Überschreitung einer SES oder ES vor.

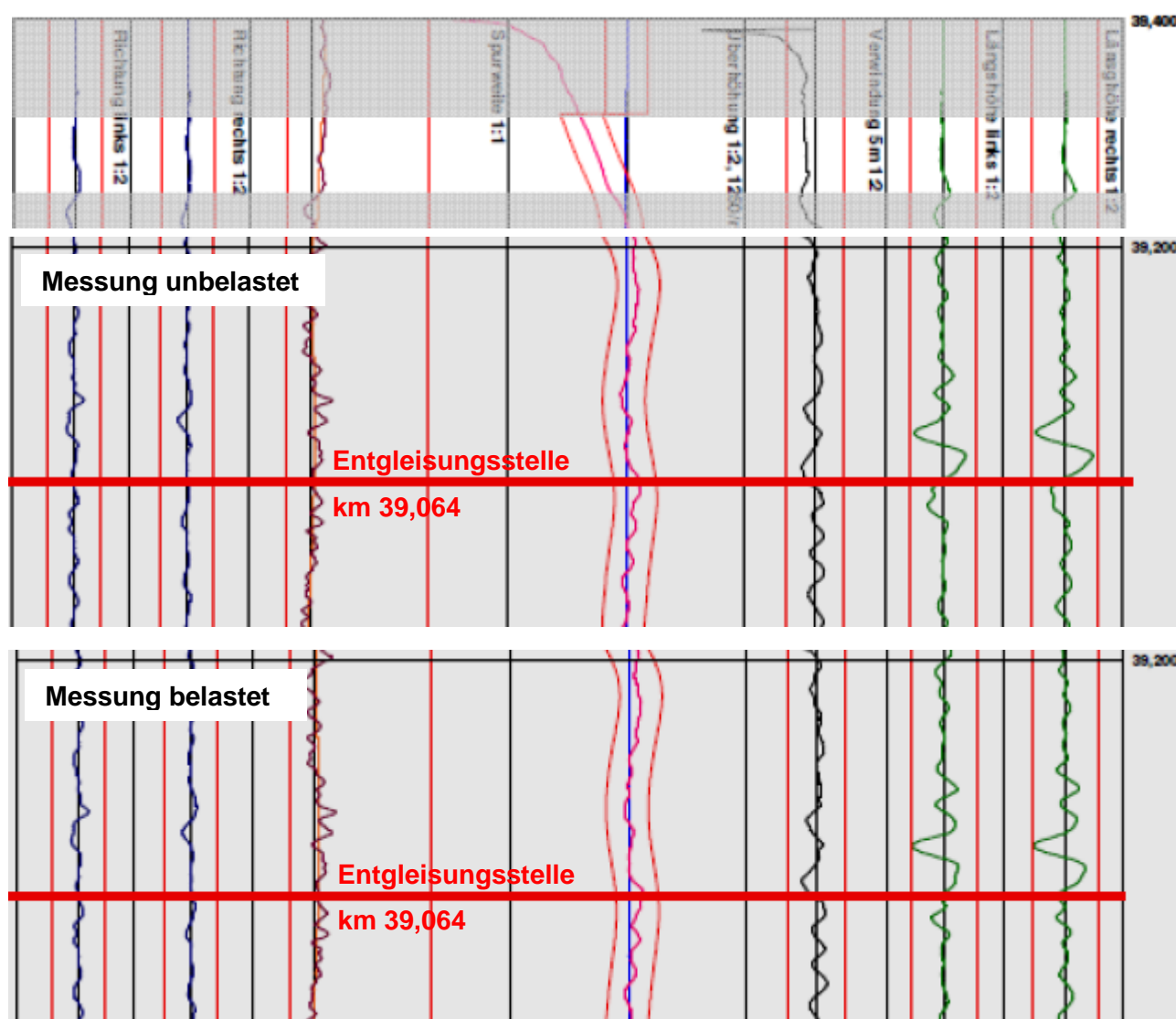


Abbildung 34 Messung unbelastet und belastet mit Handmesswagen vom 15. Februar 2013, 15:59 Uhr (Quelle IM)

Zitat Oberbaubefund des IM (auszugsweise):

Die Entgleisung erfolgte im geraden Gleis, in einem Gefälle von 3,415 ‰.

Allgemeine Lage der Fahrbahn	Schienen	Schwellen
a) Suttan b) Kreuzsuttan (Abstand) c) Frostaufzüge ( Höhe,Lage) d) Gleisverwerfung (Größe, Länge)	a) Beschaffenheit b) senkrechte Abnutzung c) seitliche Anützung (Handzeichnung beifügen ) d) Walzzeichen e) Einbaujahr an der Unfallstelle f) Art des Bruches nach dem Merkblatt g) Riffel ( Wellen) h) Laschenbrüche	a) Art ( Holz, Beton, Stahl ) b) Alter c) Einbaujahr an der Unfallstelle d) Prozentsatz der lockeren Schwellen e) Prozentsatz der sichtbaren Brenn- und Moderswellen f) alte Beschädigungen
a) ja b) nein c) nein d) nein	a) guter Zustand b) 1 mm c) 1 mm d) Do 79 IX S49 □ □ — e) 1982 f) _____ g) keine h) _____	a) Beton b) 1981 c) 1982 d) 0% e) 0% f) keine

Stoß	Schienenbefestigung	Bettung	Entwässerung
a) Beschaffenheit b) Größe der Stoßlücken 100 m vor und nach der Entgleisungsstelle c) Temperatur an der Unfallstelle d) Eckenbildung	a) Unterlagsplatten b) Klemmplättchen c) Schwellenschrauben angezogen ? d) Haken - ( Fuß-) schrauben angezogen ? e) Nägel anliegend ?	a) Kalk- oder Hartschotter b) Körnung ( Abmessung ) c) Zustand d) Schotterkanten scharf oder abgerundet e) Breite des Schotterkopfes f) Grad der Einschotterung ( Skizze )	a) der Unterbaukrone b) des Untergrundes c) Bodenart der Unterbaukrone d) Einfluß des Wetters der letzten Tage
a) kein Stoßgleis b) lv c) -1°C, leichter Schneef. d)	a) keine b) keine c) ja d) keine e) keine	a) Hartschotter b) Körnung l 30 - 65 mm c) teilweise verschmutzt d) scharf e) Schotterbett nach <span style="background-color: black; color: black;">[REDACTED]</span> (Kofferprofil)	a) keine b) Planum c) ? d) Schnee/Tauwetter

Abbildung 35 Auszug Oberbaubefund vom 14. Februar 2013 (Quelle IM)

Anmerkung SUB: Die Schienenbefestigung erfolgte mit Spannklemmen.

Zitat letzte Gleislagemessung vom 6. September 2012 – Quelle IM (auszugsweise):

Im Bereich der Entgleisungsstelle lag zum Zeitpunkt der Messung eine SES der Längshöhe vor. Laut Aufzeichnungen wurde diese zur Behebung mit Zusatzmaßnahmen am 14. September 2012 im Instandhaltungssystem als behoben eingetragen. Im Bereich der Entgleisungsstelle lag zum Zeitpunkt der Messung eine ES Standardabweichung Längshöhe vor. Laut Aufzeichnungen wurde diese zur Behebung mit Zusatzmaßnahmen vorgemerkt und am 24. Dezember 2012 Behebungsmaßnahmen durchgeführt. Im Bereich der Entgleisungsstelle lag zum Zeitpunkt der Messung eine geringfügige ES bezüglich der Differenz zwischen gemessener Überhöhung und Soll-Überhöhung vor. Die Überschreitung lag innerhalb der Messtoleranz.

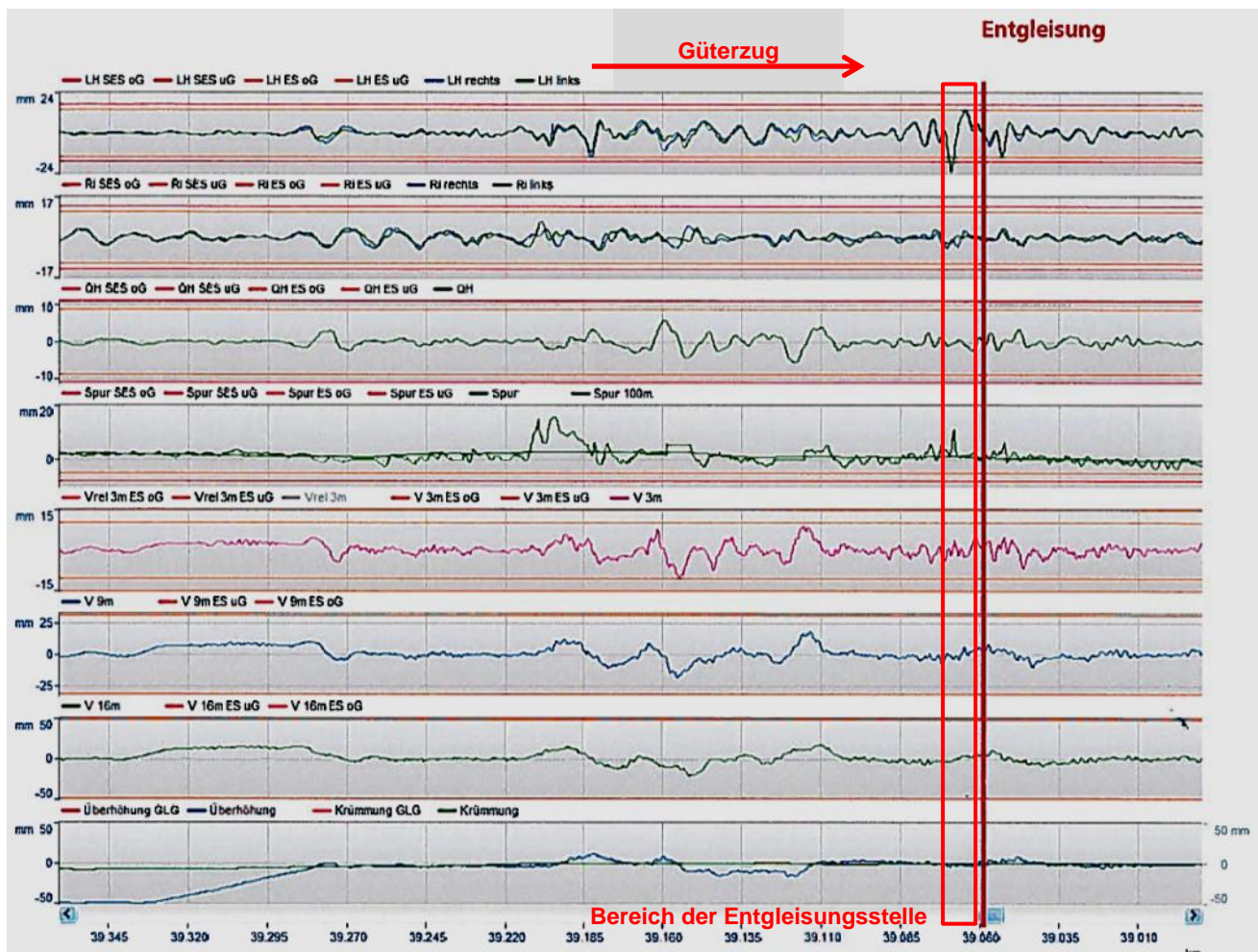


Abbildung 36 Gleislagemessschrieb vom 6. September 2012 (Quelle IM)

Auf Grund des vom IM vorgelegten Bestandsbogenverzeichnisses wurde die Entgleisungsstelle in der Abbildung 36 dem Bereich km 39,064 bis km 39,072 zugeordnet.

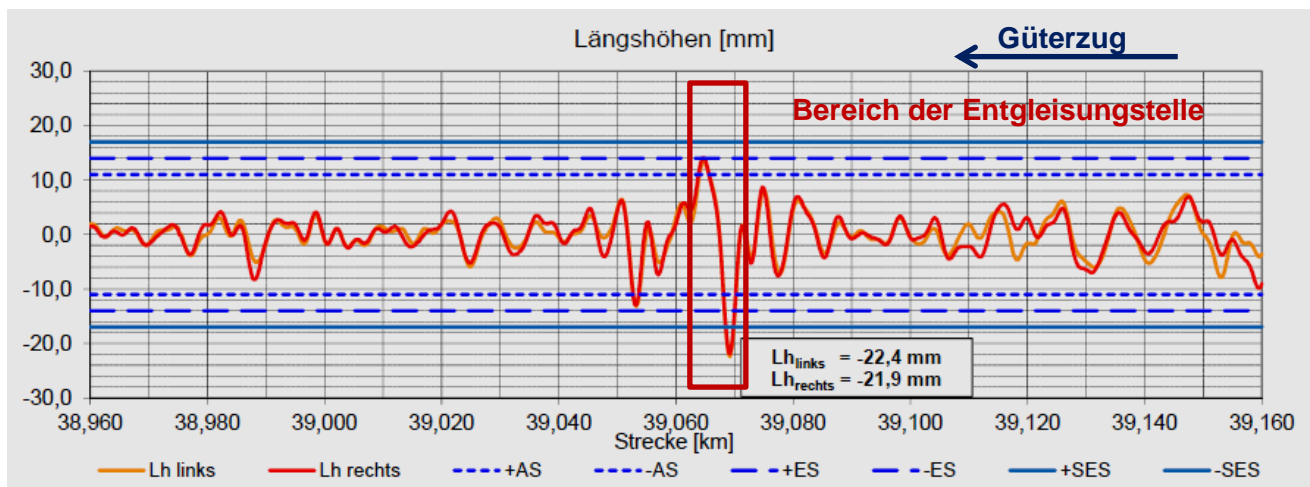
Ein Einzelfehlerbericht mit Koordinaten- und km- Angaben liegt der SUB vor.



### Auswertung der Gleislagedaten durch die SUB:

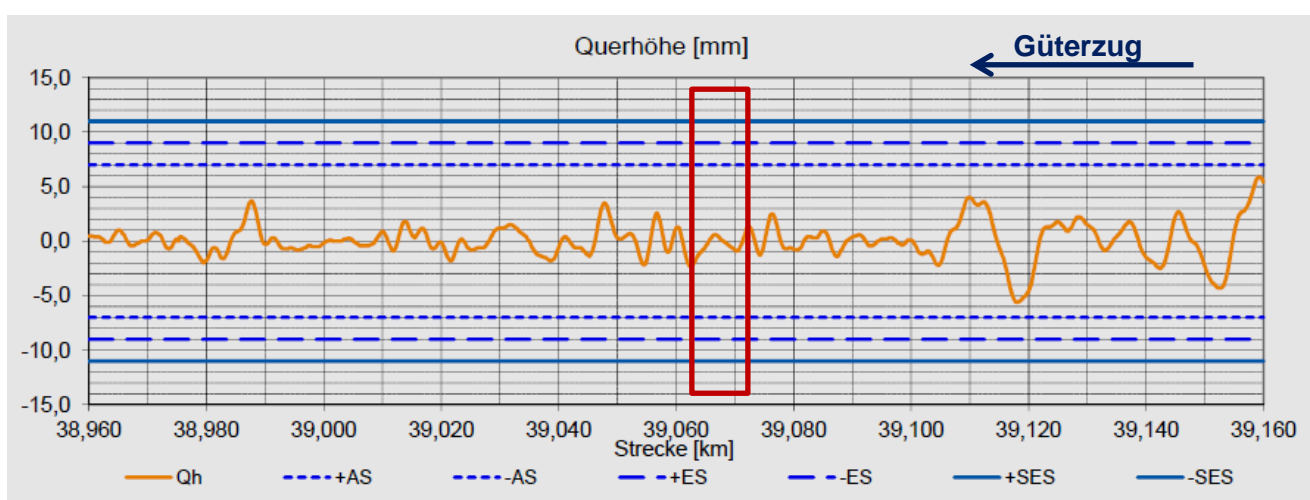
Zu der Messfahrt vom 6. September 2012 (siehe vorstehende Abbildung) wurden durch den IM die Gleislagedaten (ASCII-Format) übermittelt und von der SUB ausgewertet.

Auswertungen der Standardabweichung der Längshöhen (über 100 m und 200 m) sowie der Richtung (200 m) waren in den vorgelegten Daten nicht enthalten.



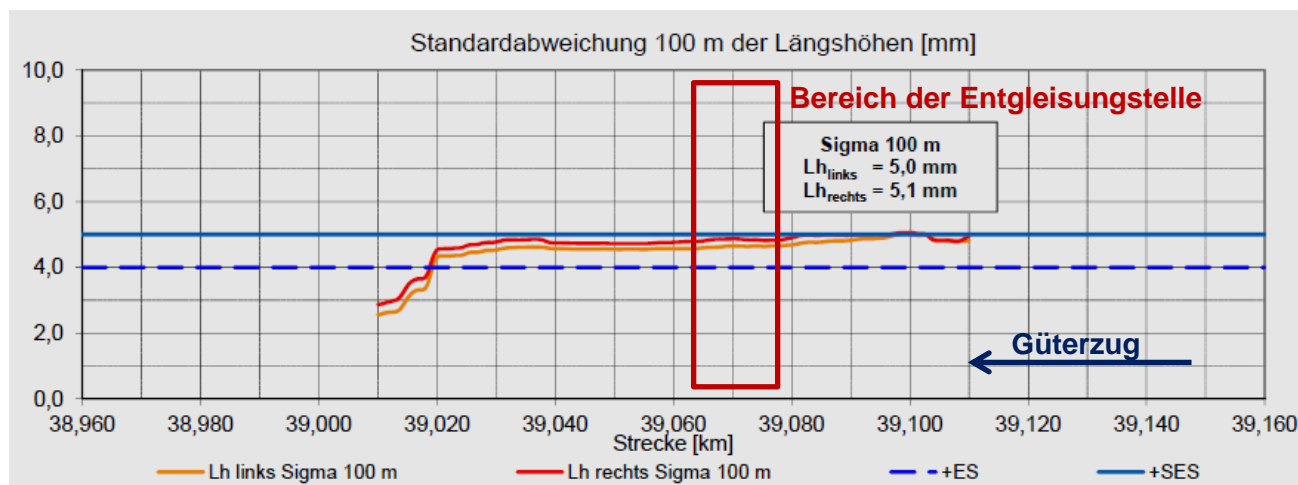
**Abbildung 37** Auswertung der Längshöhen der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB)

Die Längshöhen (links und rechts) überschritten im Bereich der Entgleisungsstelle, wie in der Bewertung durch das IM genannt, an jeweils einer Stelle die SES (Sutte).



**Abbildung 38** Auswertung der Querhöhe der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB)

Die Querhöhe (Längshöhe links zu rechts) zeigte im Bereich der Entgleisungsstelle keinerlei Überschreitungen (Kreuzsutte).



**Abbildung 39** Auswertung der Standardabweichung der Längshöhen der Messfahrt vom 6. September 2012 (Quelle SUB)

Gemäß IRO darf das zur Verhinderung von Resonanzerscheinungen zwischen Fahrzeug und Gleis wichtige Maß, die Standardabweichung der jeweils über 100 m gemittelten Längshöhe eine SES = 5,0 mm auf einer Mindestlänge von 50 m nicht überschreiten. Bei Überschreiten der SES ist als Sofortmaßnahme die Geschwindigkeit auf  $v_{\max} = 60$  km/h zu reduzieren.

Aus der Auswertung ist erkennbar, dass die Überschreitung der ES länger als 90 m vorhanden war (davor liegende Daten standen für eine Auswertung nicht zur Verfügung, der IM gab in der Einzelfehlerauswertung 100 m an). Es erfolgten Überschreitungen der SES am linken Schienenstrang auf einer Länge von ca. 5 m und am rechten Schienenstrang auf einer Länge von ca. 12 m.

Für die Standardabweichung der jeweils über 200 m gemittelten Längshöhe als Indikator für eine qualitativ schlechte Gleislage konnte jeweils nur ein Wert errechnet werden ( $AS_{L_{\text{links}}} = 3,9$  mm und  $AS_{L_{\text{rechts}}} = 4,0$  mm). Sie gilt dann als überschritten, wenn auf einer Mindestlänge von 200 m eine Bandbreite (1,5 bis 1,9 mm) überschritten wurde.

#### Durchgeführte Instandhaltungsarbeiten:

(Zwischen der Messwagenfahrt am 6. September 2012 und der Entgleisung am 14. Februar 2013)

Die im Bereich der späteren Entgleisungsstelle festgestellte Überschreitung der SES der Längshöhe (km 39,068 bis km 39,070, siehe Abbildung 36) wurde laut Aufzeichnung des IM am 14. September 2012 im Instandhaltungssystem als „behoben“ eingetragen.

Für die im Bereich der späteren Entgleisungsstelle festgestellte Überschreitung der ES der Standardabweichung der Längshöhe (km 39,019 bis km 39,119) erfolgte die Behebung mit einer Stopfmaschine laut der vorliegenden „Betriebsanweisung für schnelle Instandsetzung“ des IM, am 24. Dezember 2012 von 08:30 Uhr bis 10:30 Uhr .

Ein Messschrieb der Stopfmaschine liegt der SUB nicht vor.

## 7.9. Befundaufnahme Bahnkörper

Zitat IRO Teil 1 Punkt 2 Augenscheinliche Kontrolle der allgemeinen Streckenaufsicht (auszugsweise):

- *Alle zwei Monate hat eine Befahrung aller Gleise mit Gleisrang a durch den BM zu erfolgen (kann bei Streckenrang 3G an den Gleismeister delegiert werden). Die Befahrung kann durch eine Begehung ersetzt werden.*
- *Einmal jährlich und zusätzlich bei Verdacht auf sicherheitsrelevante Mängel muss eine Begehung aller Gleise durch den Bahnmeister erfolgen. Für Gleise im Streckenrang 3G sowie Gleise im Gleisrang b und c kann die Begehung an den Gleismeister übertragen werden. Bei schlechtem Anlagenzustand sind daher die Begehungs- und Inspektionsfristen zur Gewährleistung der Betriebssicherheit entsprechend zu verkürzen.*
- *Dabei sind die Bahnanlagen und deren Umgebung allgemein im Hinblick auf einen sicheren Eisenbahnbetrieb augenscheinlich zu überprüfen.*

*Es sind speziell nachstehende Punkte zu beachten:*

- *Freihaltung des Lichtraumes,*
- *Sichträume auf Signale,*
- *bei Eisenbahnkreuzungen:*
  - Sichträume,*
  - Freihaltung der Spurrillen,*
- *Gleis- und Weichenanlagen, wobei auf Schienenbrüche und lockere Befestigungen besonders zu achten ist,*
- *Schienenoberflächenfehler (z. B. Head Checks),*
- *Schotterbett (Spritzstöße, fehlender Schotter)*
- *Geländer und sonstige Absturzsicherungen,*
- *Hektometertafeln,*
- *Rohrdurchlässe und Entwässerungsanlagen,*
- *Anlagen und Aktivitäten Dritter auf mögliche Gefährdungen für den Bahnbetrieb.*

*Zitat IRO Teil 3 Punkt 2 Allgemeine Streckenaufsicht (auszugsweise):*

*Alle zwei Monate erfolgt eine Befahrung der Strecken durch den Bahnmeister (kann bei Streckenrang 3G und 4G an den Gleismeister delegiert werden). Die Befahrung kann durch eine Begehung ersetzt werden.*

*Einmal jährlich und zusätzlich bei Verdacht auf sicherheitsrelevante Mängel muss eine Begehung aller Anlagen durch den Bahnmeister (bei Streckenrang 3G und 4G durch den Gleismeister) erfolgen.*

*.....*

*Dabei sind die ‚Sonstigen Anlagen des Fahrweges‘ und deren Umgebung im Hinblick auf einen sicheren Eisenbahnbetrieb und eine sichere Benutzbarkeit augenscheinlich auf äußerlich erkennbare Schäden zu überprüfen.*

*Hierbei sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:*

*....*

***Zustand und Funktionstüchtigkeit von Entwässerungsanlagen (Ablagerungen, Verkrautungen, fehlende Abdeckungen bzw. Absturzsicherungen bei Schächten oder Fertigteilgerinnen, Versumpfungen oder Spritzstellen in Folge fehlender, unzureichender oder mangelhafter Entwässerungsanlagen etc.)***

Zitat Regelwerke des IM für den Bahnkörper (auszugsweise):

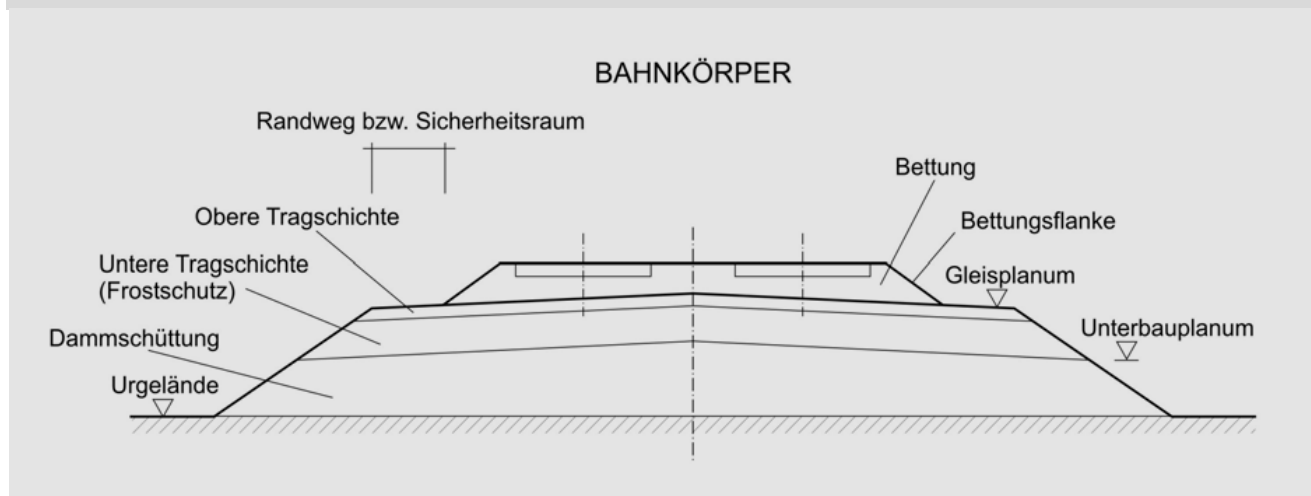


Abbildung 40 Darstellung eines zweigleisigen Bahnkörpers (Quelle IM)

Zitat ZSO Trockenhaltung des Bahnkörpers (auszugsweise):

Punkt 3 Entwässerungsrelevante Teile des Bahnkörpers (auszugsweise):

Der Aufbau des Bahnkörpers ist für die Entwässerungsleistung von entscheidender Bedeutung. Die für die Entwässerung relevanten Elemente sind nachstehend aufgelistet.

- Unterbauplanum
- Tragschichte(n)
- Gleisplanum

Punkt 3.1 Unterbauplanum (auszugsweise):

#### 3.1.1 Zweck

Zur Gewährleistung einer gleichmäßigen und ausreichend tragfähigen Aufstandsfläche für die Tragschichte(n) ist ein Unterbauplanum herzustellen.

#### 3.1.2 Ausführung

Das Unterbauplanum muss zur Ableitung allfällig anfallender Wässer eine ausreichende Querneigung aufweisen bzw. als Dachprofil ausgeführt werden. Die vorgeschriebene Querneigung beträgt im Regelfall 5 %.

### *Punkt 3.2 Tragschichte (auszugsweise):*

#### *3.2.1 Zweck*

*Tragschichten dienen der Ableitung von Lasten (Lastverteilung) aus dem Eisenbahnverkehr in den Untergrund bzw. in den Dammkörper sowie dem Schutz vor Frosteinwirkung.*

### *Punkt 3.3 Gleisplanum (auszugsweise):*

#### *3.3.1 Zweck*

*Das Gleisplanum dient als Aufstandsfläche für das Schotterbett und zur Ableitung der Oberflächenwässer aus dem Bahnkörper.*

#### *3.3.2 Ausführung*

*Das Gleisplanum ist mit einer Querneigung von 5 % herzustellen. Bei Ausführung des Gleisplanums mit Bitukies kann die Neigung auf 2 % bis 3 % reduziert werden. Bei felsiger Unterbaukrone sind größere Unebenheiten mit geeigneten Materialien auszugleichen, damit das Wasser ablaufen kann.*

#### *3.3.3 Erhaltung*

*Zur einwandfreien Ableitung der Oberflächenwässer aus dem Gleisplanum ist der Randweg und die Bettungsflanke von Bewuchs (Graspolster, Moose) unbedingt freizuhalten. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Wasserableitung aus dem Gleisbereich gewährleistet bleibt (Oberkante (OK) Randweg tiefer als Gleisplanum).*

### *Punkt 4 Allgemeine Hinweise zur Bahnentwässerung (auszugsweise):*

- Der größte Teil aller am Bahnkörper auftretenden Schäden hat seine Ursache im nachteiligen Einfluss des Wassers.*
- Die Erscheinungsformen des Wassers werden wie folgt unterschieden:*
  - *Oberflächenwasser*  
*Aus den Niederschlägen stammendes Wasser, das unmittelbar auf den Bahnkörper gelangt oder dem Bahnkörper vom angrenzenden Gelände zufließt.*
  - *Sickerwasser*  
*Der Schwerkraft folgendes, in den Boden einsickerndes, Oberflächenwasser. Bei gut durchlässigen Bodenarten sickert es zum Grundwasser. Bei Bodenarten mit Bindungsintensität bleibt es längere Zeit haften und führt zu Vernässungen.*

- **Stauwasser**  
*Sickerwasser, das sich infolge geringer Durchlässigkeit bzw. Bindungsintensität oder wegen einer undurchlässigen Schicht staut, die Bodenporen füllt und zu Vernässungen führt.*
  - **Schichtwasser**  
*Stauwasser, das auf einer geneigten, undurchlässigen Schicht abfließt.  
Sickerwasser, das bei geschichtetem Boden in durchlässigem Boden auf undurchlässigem Boden fließt. Ist die Geländeneigung größer als die Schichtneigung, so tritt es als Hangwasser aus.*
  - **Grundwasser**  
*Wasser, das den Porenraum zusammenhängend ausfüllt und nur der Schwerkraft und dem hydrostatischen Druck unterliegt.*
  - **Kapillarwasser**  
*Grundwasser, das infolge von Oberflächenkräften in engen zusammenhängenden Poren entgegen der Schwerkraft aufsteigt bzw. zurückgehalten wird (kapillare Steighöhe).*
- *Vor Ausführung von Oberbauarbeiten ist ein trockener Bahnkörper zu schaffen, um eine dauerhafte Gleislage zu erzielen. Daher sind die Wässer vom Bahnkörper fernzuhalten und Niederschlagswässer auf kürzestem Weg schadlos zu natürlichen oder künstlich angelegten Vorflutanlagen abzuleiten.*
- *Grundsätzlich ist eine freiliegende Bettungsflanke (-schulter) auszuführen, damit eine gute Durchlüftung und Austrocknung des Schotterbettes erfolgen kann.*
- *Bäume und Sträucher sind bis zu 4,0 m vom Randweg zu beseitigen, damit die Durchlüftung der Bettung nicht beeinträchtigt wird und Entwässerungsleitungen durch Wurzeln nicht beschädigt werden.*
- *Um die wirksamste Entwässerungsart auswählen zu können, ist die Art des Wasserzutrittes in den Bahnkörper festzustellen. Diese Feststellung kann erfolgen:*
- *bei Oberflächenwässern durch Augenschein;*
  - *in den anderen Fällen durch Schürfe.*
- *Des Weiteren ist die Bodenart festzustellen (z. B. durch Schürfe), da diese einen entscheidenden Einfluss auf die Entwässerbarkeit hat (nichtbindige, schwach bindige, bindige Böden).*



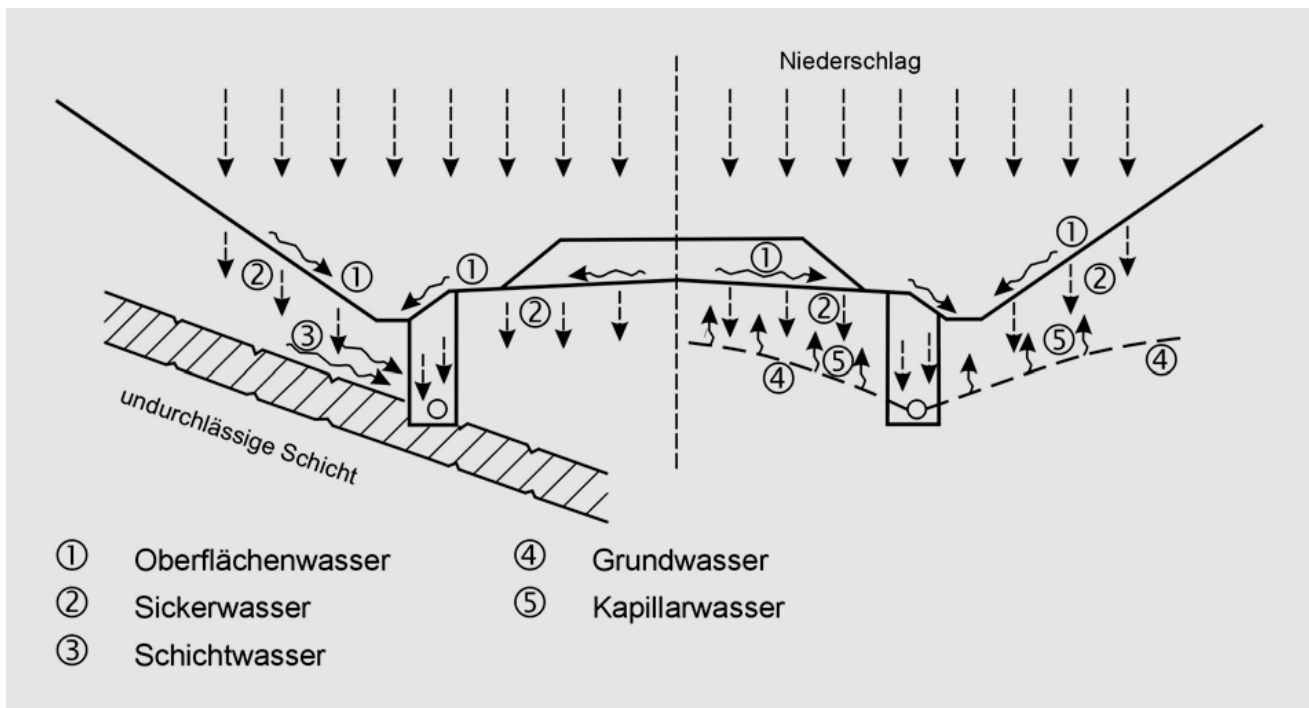


Abbildung 41 Erscheinungsformen des Wassers (Quelle IM)

Zitat ZSO Trockenhaltung des Bahnkörpers (auszugsweise):

Punkt 5 Oberirdische Ableitung der Wässer (auszugsweise):

### 5.1 Allgemeines

Niederschlagswässer aus dem Bahnkörper sowie auch seitlich zuströmende Wässer sind zu fassen und ordnungsgemäß abzuleiten. Dies erfolgt generell über das Gleisplanum (s. Pkt. 3.3) sowie durch Bahngräben, gegebenenfalls auch durch Fanggräben.

### 5.2 Bahngraben

#### 5.2.1 Zweck

Der Bahngraben hat die Aufgabe sowohl das vom Gleis- bzw. Unterbauplanum abfließende als auch das vom angrenzenden Gelände (Einschnitt) bzw. von den Böschungen zufließende Oberflächenwasser zu sammeln und rasch und ohne Behinderungen abzuleiten. Die Einleitung von bahnfremden Gräben und Drainagen in den Bahngraben ist nicht gestattet.

### 5.2.2 Ausführung

Bahngräben sind trapezförmig und in einer Längsneigung von mindestens 3 ‰ auszuführen. Die Böschungsneigungen sollen 2:3 und die Sohlbreite mindestens 40 cm betragen.

Bahngräben müssen eine Tiefe von mindestens 40 cm ab Gleisplanum aufweisen. Bei vorhandenen Tragschichten soll die Bahngrabensohle grundsätzlich 25 cm unter Unterbauplanum zu liegen kommen.

### 5.2.3 Erhaltung

Die Wirksamkeit der Bahngräben darf durch Verschlammung, Bewuchs und dergleichen nicht beeinträchtigt werden. Bei Gräben, in denen das Wasser nicht mehr ordnungsgemäß abfließt, muss die Form gemäß den Angaben unter Pkt. 5.2.2 (s. Abb. 5/1 und Abb. 5/2) nachgeschnitten und der Graben ausgeräumt werden. Wegen der Gefahr des Wiedereinschwemmens und des Auslösens von Böschungsinstabilitäten darf das Aushubmaterial aus dem Bahngraben nicht auf den Einschnittsböschungen abgelagert werden.

Die Überprüfung der Funktionsfähigkeit hat einmal jährlich zu erfolgen.

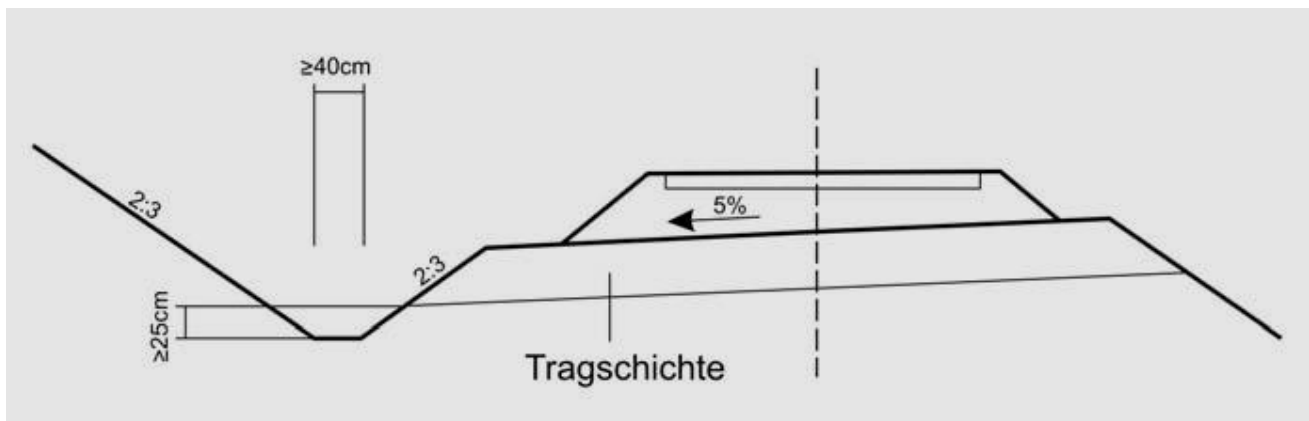


Abbildung 42 Bahngraben bei vorhandener Tragschichte (Quelle IM)

Zitat ZSO Entkrautung mit chemischen Mitteln (auszugsweise):

#### 1 Allgemeines

Der auf dem Fahrweg und den sonstigen Betriebsflächen befindliche Aufwuchs beeinträchtigt bei ungestörter Entwicklung die vorhandenen Anlagen in verschiedener Weise:

Er gefährdet z.B. die Verkehrssicherheit, erhöht die Brandgefahr, greift das Material an und hemmt den Wasserabfluss.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den Aufwuchs in geeigneter Weise zu bekämpfen.

*Mit der Entkrautung wird folgendes erreicht:*

- *rechtzeitiges Erkennen von Schäden am Bahnkörper als Vorbedingung für die Sicherheit des Fahrweges,*
- *gute Entwässerung und Belüftung des eingebauten Materials für eine konstante Gleislage und eine lange Liegedauer,*
- *Freihaltung der Sicht auf die vorhandenen niedrigen Signale und technischen Einrichtungen in und neben dem Fahrweg,*
- *vermeiden von Unfallgefahren sowohl für die Reisenden (Bahnsteigflächen), als auch für die Mitarbeiter,*
- *Erleichterung der Arbeitsbedingungen für die Durchführung von Bau- und Verschubarbeiten.*

*Zitat Themengebiet Unterbau/Geologie der Betriebsleiterausbildung des IM (auszugsweise):*

*Entwässerungsanlagen des Bahnkörpers - Allgemeine Hinweise zur Bahnentwässerung*

*Viele Schäden am Bahnkörper sind auf den negativen Einfluss des Wassers zurückzuführen. Eine funktionierende Entwässerung ist daher eines der wichtigsten Kriterien für die Gewährleistung eines gebrauchstauglichen Unterbaus/Untergrundes und somit für die Stabilität der Gleislage. Um eine dauerhafte und stabile Gleislage auf lange Zeit erzielen zu können, ist vor Ausführung von Oberbauarbeiten ein trockener Bahnkörper zu schaffen.*

*Eine funktionierende Wasserabführung kann nur mit einem ordnungsgemäß hergestellten Gleisplanum gewährleistet werden. Es ist daher darauf zu achten, dass Fahrspuren und sonstige Beschädigungen während der Gleisverlegung vermieden werden.*

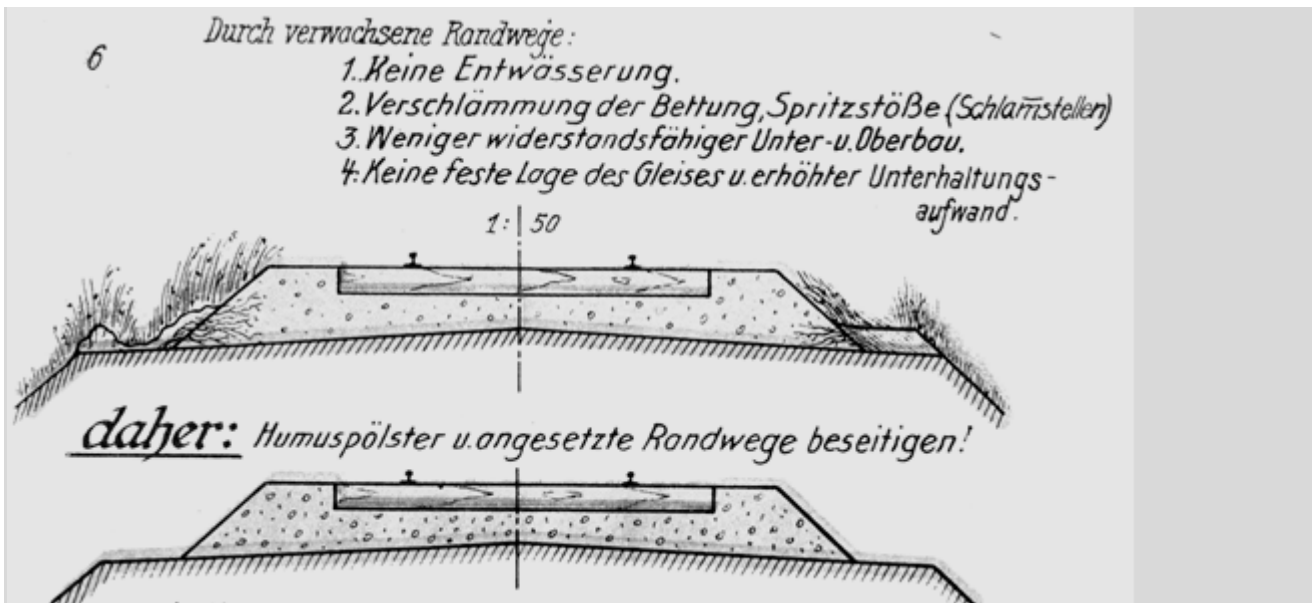
*Grundsätzlich ist eine freiliegende Bettungsflanke auszuführen, um eine gute Durchlüftung und Austrocknung des Schotterbettes zu gewährleisten.*

*Um eine möglichst optimale Entwässerungsmethode wählen zu können, ist die Art des Zuflusses zum Bahnkörper festzustellen.*

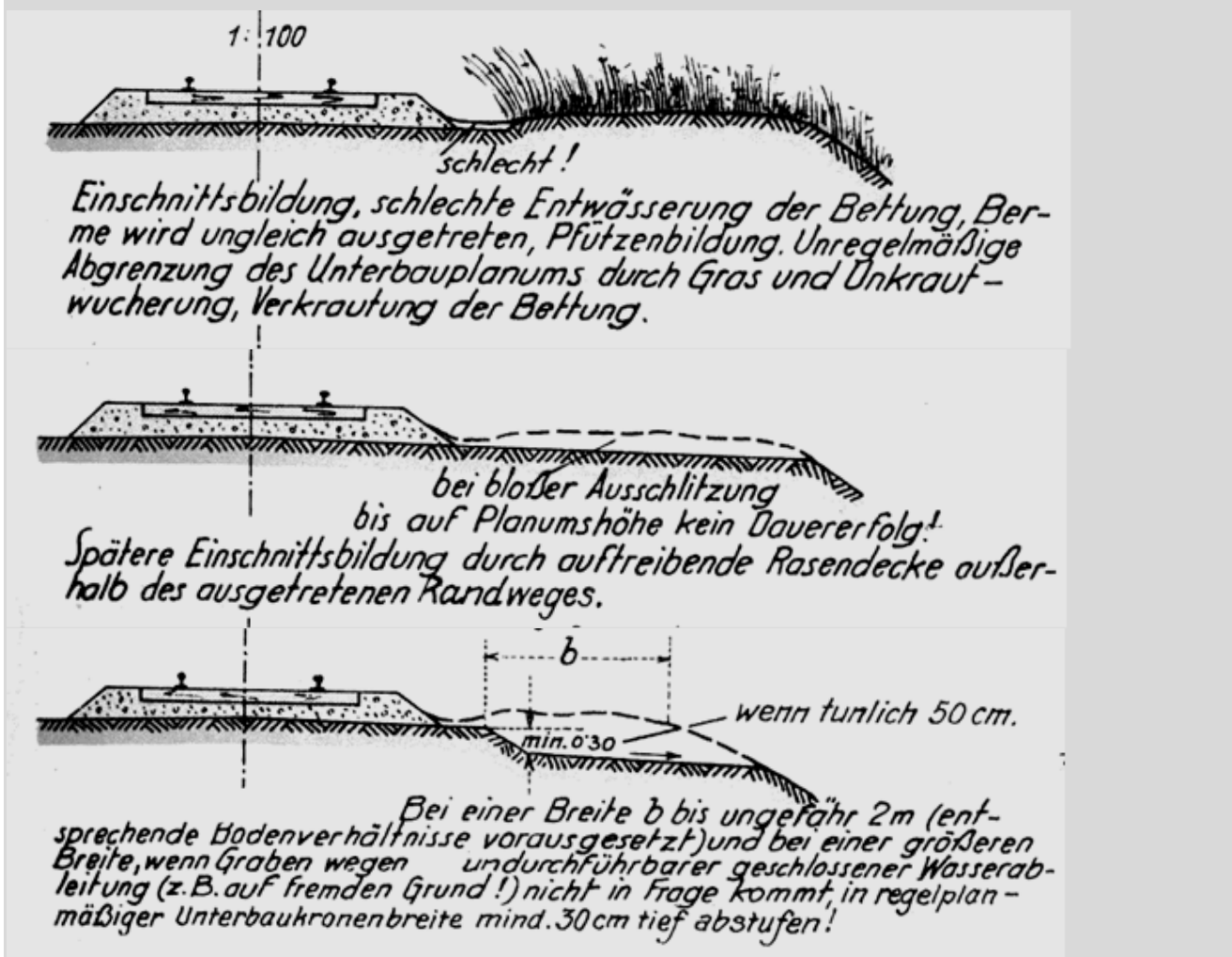
- o Bei Oberflächenwässern durch Augenschein*
- o In den anderen Fällen durch Schürfe*

*Grundsätzlich sollen die Anlageverhältnisse der Bahn so gestaltet werden, dass eine Entwässerung nach dem Gravitationsprinzip möglich ist.*

*Zur einwandfreien Ableitung der Oberflächenwässer aus dem Gleisplanum sind Randweg und Bettungsflanke von Bewuchs (Graspolster, Moos,...) unbedingt freizuhalten. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Wasserableitung aus dem Gleisbereich gewährleistet bleibt (Querneigung).*



Entfernung von Graspölstern bei Randwegen (aus Pfahnl; 'Die Bahnunterhaltung'; 1944)



Freihalten der Randwege (aus Pfahnl; 'Die Bahnunterhaltung'; 1944)

*Bäume und Sträucher sind bis zu einem Abstand von mindestens 4,0 m vom Randweg zu beseitigen, damit die Durchlüftung der Bettung nicht beeinträchtigt wird und Entwässerungsleitungen durch Wurzeln nicht beschädigt werden.*

*Bei Änderung der Abflussverhältnisse sind die Bestimmungen des Wasserrechtes zu berücksichtigen.*

#### Geologische Beschaffenheit des Untergrundes:

Auf Grund der Beschaffenheit der Geologie (Bruchlinien) kam es im Bereich der Entgleisungsstelle in letzter Zeit zu tektonischen Ereignissen in Form von Erdbeben bis Stärke 4,2 nach Richter.

Dazu liegen der SUB verschiedene geologische Abhandlungen vor.

#### Zustand des Bahnkörpers:

Für den Zustand des Bahnkörpers unmittelbar nach dem Vorfall liegen der SUB folgende Dokumentationen vor.



**Abbildung 43** Entgleisungsstelle am 15. Februar 2013, 12:55 Uhr (Quelle IM)

Im Bereich der der Entgleisungsstelle km 39,064 (18 m davor und 15 m danach) wurden fünf Spritzstöße mit unterschiedlichen Ausdehnungen festgestellt (siehe Abbildung 33).

### Instandhaltung des Bahnkörpers:

In unregelmäßigen Zeitabständen erfolgten Lokalaugenscheine bezüglich Instandhaltung des Randweges und des Bahngrabens an der Entgleisungsstelle.



**Abbildung 44** Lokalaugenschein an der Entgleisungsstelle am 7. März 2013 (Quelle SUB)

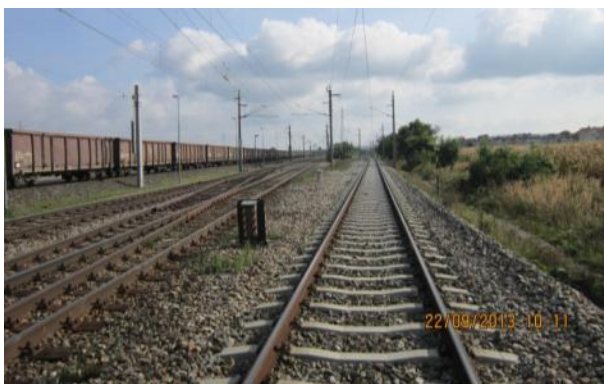
Die Spritzstöße waren durch Instandhaltungsmaßnahmen behoben worden.



**Abbildung 45** Lokalaugenschein an der Entgleisungsstelle am 26. April 2013 (Quelle SUB)



**Abbildung 46 Lokalaugenschein an der Entgleisungsstelle am 4. August 2013 (Quelle SUB)**



**Abbildung 47 Lokalaugenschein an der Entgleisungsstelle am 22. September 2013 (Quelle SUB)**

Die vorstehenden Abbildungen zeigen, dass trotz der Beseitigung der Spritzstellen die Trockenhaltung des Bahnkörpers nicht gewährleistet ist (Bewuchs zwischen den Schienen und am Randweg).

Laut Information des IM vom 30. Oktober 2013 wurden am 27. September 2013 die Entwässerung (Bahngraben) im Bereich der Entgleisungsstelle fertiggestellt. Dazu wurden Bilder vom 22. Oktober 2013 der SUB übermittelt. Bezüglich der regelwerkskonformen Ausführung der Entwässerung des Bahnkörpers liegen der SUB keine Angaben vor.



**Abbildung 48 Entwässerung an der Entgleisungsstelle am 22. Oktober 2013 (Quelle SUB)**

## 7.10. Sonstige Besonderheiten

Laut Untersuchungsbericht [4] erfolgte am 1. September 2009 im km 39,290 desselben Gleises eine Entgleisung eines Güterzuges infolge mangelhafter Gleislage durch Fehler der Längshöhe, der gegenseitigen Höhenlage und Verwindung, sowie der Konstruktion der Ladungssicherung und der mangelhaft durchgeführten Ladungssicherung.

Laut Untersuchungsbericht [5] erfolgte am 29. Jänner 2010 eine Entgleisung eines Güterzuges infolge mehrmaliger Überschreitung der ES der Standardabweichung der Längshöhe verursacht durch Spritzstöße.

In den Untersuchungsberichten [3], [4], [5] und [6] wurden die nachstehenden Sicherheitsempfehlungen ausgesprochen, die für den gegenständlichen Unfall von Bedeutung waren. Bezüglich der von der Behörde getroffenen, eingeleiteten oder geplanten Maßnahmen liegen der SUB die nebenstehenden Antworten vor:

Sicherheitsempfehlungen aus Untersuchungsbericht [3] BMVIT-795.136-II/BAV/UUB/SCH/2009:	Maßnahmenliste zu Sicherheitsempfehlungen Version 3.1/11- BMVIT-IV/SCH5 vom 20. August 2013 Zitat:
<i>Instandhaltungsarbeiten zur Behebung von SES sollten mittel- bis langfristig maschinell erfolgen und dabei nachweislich messtechnisch dokumentiert werden.  Begründung: Es können durch das händische Beheben eines Fehlers andere Fehler erzeugt werden.</i>	<i>In Bearbeitung</i>

Sicherheitsempfehlungen aus Untersuchungsbericht [4] BMVIT-795.166-IV/BAV/UUB/SCH/2009:	Maßnahmenliste zu Sicherheitsempfehlungen Version 3.1/11- BMVIT-IV/SCH5 vom 20. August 2013 Zitat:
<i>Sicherstellung, dass auf Gleisabschnitten mit „stark verunreinigtem Gleis“ (Spritzstoß) bis zur Überprüfung der gegenseitigen Höhenlage (Definition der Grenzwerte) entsprechende Reduktionen der Geschwindigkeit ausgesprochen werden.</i>	<i>Für das Einführen von Langsamfahren sind die im IRO festgelegten Grenzwerte (SES) maßgeblich, der optische Eindruck des Schotterbetts ist kein ausreichendes Kriterium.</i>



Sicherheitsempfehlungen aus Untersuchungsbericht [5] BMVIT-795.181-IV/BAV/UUB/SCH/2010:	Maßnahmenliste zu Sicherheitsempfehlungen Version 3.1/11- BMVIT-IV/SCH5 vom 20. August 2013 Zitat:
<p><i>Überprüfung des IRO Punkt 3.1.3 Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe – Werte für ES und SES.</i></p> <p><i>Begründung: Obwohl SES = 5 mm nicht überschritten war ist es zu einer Entgleisung gekommen. Daher sollten mit bestimmten, messtechnisch instrumentierten Fahrzeugen derartige Gleisabschnitte befahren werden um die genannten Grenzwerte zu verifizieren (laut IM gibt es 300 bis 500 solcher Abschnitte).</i></p>	<p><i>Der IM hat 2010 ein Beurteilungskriterium für das "Aufschaukeln" von Fahrzeugen im IRO aufgenommen (Standardabweichung der über 100 m gemittelten Längshöhe), welches in sonst keiner europäischen Trassierungsnorm in dieser Form definiert bzw. überhaupt als Problem anerkannt ist. Die Grenzwerte für Punkt 3.1.3 des IRO erscheinen bei ordnungsgemäßem Fahrzeug-(erhaltungs)-zustand als ausreichend, daraus resultierende mit dem Messwagen detektierte Mängel werden laufend behoben.</i></p>
<p><i>Übermittlung einer Tabelle der Gleislagefehler an die zuständige Eisenbahnbehörde. Diese Tabelle sollte jene Streckenabschnitte enthalten, wo es zu Überschreitungen der Standardabweichung der Längshöhen kommt und die geplanten Maßnahmen und den Zeitpunkt zu deren Behebung enthalten.</i></p> <p><i>Begründung: laut Stellungnahme des IM gibt es 300 bis 500 solcher Stellen in Österreich.</i></p>	<p><i>Die genannten 300 - 500 Gleisabschnitte resultieren aus dem im vorläufigen Unfallbericht enthaltenen Vorschlag verschärfter Grenzwerte, die im endgültigen Unfallbericht nicht mehr enthalten sind. Die lfd. Behandlung der ermittelten Gleislagefehler ist durch das Sicherheitsmanagementsystem abgedeckt und kann durch die Behörde jederzeit eingesehen werden.</i></p>

Sicherheitsempfehlungen aus Untersuchungsbericht [6] BMVIT-795.261-IV/BAV/UUB/SCH/2011:	Maßnahmenliste zu Sicherheitsempfehlungen Version 4.0/12- BMVIT-IV/SCH5 vom 20. August 2013 Zitat:
<i>Sicherstellung, dass nach Instandhaltungsarbeiten mittels mechanisierter Messeinrichtung (z. B. Messwagen) die Gleislage überprüft und danach freigegeben wird.</i>	<i>Auch die händische Kontrolle der Gleislage mittels Gleismesslehre ist dazu geeignet, nach Instandhaltungsarbeiten das Gleis ohne Geschwindigkeitseinschränkung freizugeben. Wesentlich ist vor allem die Qualität der durchgeführten Arbeiten. Dass das Gleis nach Beendigung der Stopfarbeiten in betriebssicherem Zustand war, wird sowohl durch die Ergebnisse der händischen Messung als auch dadurch belegt, dass von den Tzfz der vor dem Ereignis verkehrenden Züge keine Unregelmäßigkeiten festgestellt wurden.</i>
<i>Überprüfung, wenn eine Messung mittels mechanisierter Messeinrichtung (Messwagen oder Messdraisine) nicht durchgeführt werden kann, dass die Freigabe nur mit einer eingeschränkten Geschwindigkeit erfolgen darf.</i>	

## 8. Schlussfolgerungen

Betriebliche Handlungen konnten als Ursache der Entgleisung ausgeschlossen werden. Durch den Güterzug wurden die zulässigen Geschwindigkeiten eingehalten. An der Zugbildung (Kuppelzustand, Pufferschmierung) sowie an den Wagen konnte keine Unfallkausalität festgestellt werden.

Bei der Messung der Gleislage am 6. September 2012 wurde eine Überschreitung der SES der Längshöhen und eine Überschreitung der ES der Standardabweichungen der Längshöhen festgestellt. Die Überschreitung der SES wurde am 14. September 2012 als „behoben“ gemeldet. Die Überschreitung der ES wurde am 24. Dezember 2012 mittels Stopfmaschine behoben. Ein Messschieb der Stopfmaschine liegt der SUB nicht vor.

Durch eine länger anhaltende Frostperiode bildeten sich im Bahnkörper an Stellen mit mangelhafter Entwässerung (z. B. Spritzstöße) sogenannte Eislinsen, die eine Veränderung der sich darüber befindlichen Gleislage bewirkten. Nach Eintritt des Tauwetters waren diese Veränderungen der Gleislage messtechnisch nicht mehr nach nachweisbar.

Bezüglich der bodenphysikalischen Merkmale des Untergrundes (Wassergehalt, Dichte, Kornklassen, ...) unter Berücksichtigung des „Frostkriteriums nach Casagrande“ liegen der SUB keine Angaben vor.

Grundsätzlich werden bei der maschinellen Messung (Messwagen) bei Anwendung einer Mindestlänge von 1 m bei Längshöhe, Querhöhe, Richtung, Verwindung und Spurweite (3 m bei Spurverengung) gemäß IRO bestimmte Überschreitungen nicht erkannt.

Für die Durchführung der Behebung von Spritzstellen und die Durchführung der Entwässerung des Bahnkörpers als Grundlage für einen ordnungsgemäßen Oberbau und Gleislage liegen der SUB keine Regelwerke vor.

Bezüglich der ausgesprochenen Sicherheitsempfehlungen zum Thema Spritzstöße und Standardabweichung der Längshöhen liegen der SUB keine gesetzten oder geplanten Maßnahmen vor.

## 9. Maßnahmen

Der SUB liegen Maßnahmen bezüglich der Fertigstellung der Entwässerung (Bahngraben) im Bereich der Entgleisungsstelle vom 27. September 2013 vor. Bezüglich der regelwerkskonformen Ausführung der Entwässerung des Bahnkörpers liegen der SUB keine Angaben vor.

## 10. Sonstige, nicht unfallkausale Feststellungen

### Wagengebrechen und Ausreihen eines Wagens:

Ca. 60 km vor der Entgleisungsstelle wurde der letzte Wagen im Zugverband infolge eines Gebrechens aus dem Güterzug ausgereiht.

### Tfz-Schaden:

Ca. 25 km vor der Entgleisungsstelle war infolge eines Schadens am Tfz ein längerer Aufenthalt des Güterzuges erforderlich.

### Regelwerke für die Bremsberechnung:

Die Regelwerke für die Bremsberechnung enthalten keine Berücksichtigung der Zuglänge. Der Korrekturfaktor für die Zuglänge > 500 m, Kappa-Wert für „P“-gebremste Züge gemäß UIC 544-1, Punkt 9.2 wurde nicht angewendet. Im gegenständlichen Fall hätten das ermittelte Bremsgewicht oder die errechneten Bremshundertstel mit einem Faktor von  $\kappa$  abhängig von der Zuglänge gemäß UIC 544-1, Anlage J2 multipliziert werden müssen.

## 11. Ursache

Als Ursache der Entgleisung sind Längshöhenfehler durch Eislinsen anzusehen. Diese entstanden durch eine unzureichende Entwässerung des Bahnkörpers und waren nach Ende der Frostperiode messtechnisch nicht mehr nachweisbar.

## 12. Berücksichtigte Stellungnahmen

Siehe Beilage.

## 13. Sicherheitsempfehlungen

Laufende Jahresnummer	Sicherheitsempfehlungen (unfallkausal)	ergeht an	richtet sich an
A-2013/006	<p>Überprüfung, ob für die wiederkehrenden augenscheinlichen Kontrollen der allgemeinen Streckenaufsicht gemäß Regelwerk zur Instandhaltung der Oberbauanlagen entsprechende Checklisten für den Umfang der Prüfung für jeden Kontrollpunkt erstellt und verpflichtend angewendet werden müssen.</p> <p><i>Anmerkung: Alle zwei Monate hat eine Befahrung aller Gleise mit Gleisrang a durch den Bahnmeister zu erfolgen (kann bei Streckenrang 3G an den Gleismeister delegiert werden). Die Befahrung kann durch eine Begehung ersetzt werden.</i></p>	NSA	IM
A-2013/007	<p>Überprüfung des Instandhaltungsregelwerks für den Oberbau Punkt 3.1.3 Standardabweichung Instandhaltungsregelwerken für den Oberbau der über 100 m gemittelten Längshöhe – Werte für ES und SES.</p> <p><i>Begründung: Obwohl ES = 4 mm über eine Länge von 100 m überschritten war ist es nach der Behebung zu einer Entgleisung gekommen. (laut IM gab es im Jahr 2011 300 bis 500 solcher Abschnitte). Diese Sicherheitsempfehlung wurde unter der laufenden Jahresnummer A-23/2011 bereits ausgesprochen</i></p>	NSA	IM
A-2013/008	<p>Überprüfung, ob Streckenabschnitte mit Überschreitung der ES der Standardabweichung der Längshöhe, deren Behebung nicht kurzfristig und messtechnisch nachweisbar erfolgen kann, bis zur Behebung nur mit <math>v_{\max}</math> 60 km/h befahren werden dürfen.</p>	NSA	IM

Laufende Jahresnummer	Sicherheitsempfehlungen (nicht unfallkausal)	ergeht an	richtet sich an
A-2013/009	<p>Sicherstellung, dass der Korrekturkoeffizient <math>\kappa</math> (Faktor „kappa“ gemäß Merkblatt UIC 544-1, Anlage K2), bei der Ermittlung der Bremsleistung für Güterzüge mit Längen &gt; 500 m angewendet wird.</p> <p><i>Anmerkung: Diese Sicherheitsempfehlung wurde seit 2008 mehrmals ausgesprochen (zuletzt als A-2013/075) und vom IM mit Hinweisen auf die Änderungen der TSI OPE Anlage T und der BV des IM (im behördlichen Genehmigungsverfahren), sowie der zukünftigen Zuständigkeit für die Bremsberechnung durch das jeweilige RU beantwortet. Solange gemäß den vorhandenen Regelwerken des IM vorgegangen wird, sind diese jedenfalls anzupassen.</i></p>	NSA	IM

Wien, 14. April 2014

Bundesanstalt für Verkehr  
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes

*Der gegenständliche Untersuchungsbericht gemäß § 15 UUG 2005 wurde vom Leiter der Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes nach Abschluss des Stellungnahmeverfahrens gemäß § 14 UUG 2005 genehmigt.*

Beilage: Stellungnahmen

## Beilage - Stellungnahmen

### Zitat Stellungnahme 1 (auszugsweise):

*Im vorläufigen Untersuchungsbericht wäre im Punkt 3.5 Örtliche Verhältnisse, die Betriebsart auf „Gleiswechselbetrieb“, Fahrordnung „rechts“ zu ändern.*

### Anmerkung SUB:

Berücksichtigt

*bei Verzeichnis und Abkürzungen:*

*Kreuzsutte bzw. Sutte: ...auf beiden Schienensträngen*

### Anmerkung SUB:

Berücksichtigt

*unter 7.10 wäre der Untersuchungsbericht [3] vom 1. September 2009 gemäß Verzeichnis der Expertisen mit **[4]** anzugeben; 2. Absatz [4] wäre **[5]***

### Anmerkung SUB:

Berücksichtigt