



Verkehrssicherheitsarbeit
für Österreich

BREMSANSTAND DER FAHRT 13

am 17. August 2011

**Achenseebahn
Zahnradabschnitt
km 3,4**

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-795.258-IV/BAV/UUB/SCH/2011

BUNDESANSTALT FÜR VERKEHR
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes
Bereich Schiene

Untersuchungsbericht

Inhalt

Seite

Verzeichnis der Abbildungen	3
Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe	3
Untersuchungsverfahren	4
Verzeichnis der Gutachten	4
Verzeichnis der Regelwerke	4
Verzeichnis der Regelwerke des IM / RU	4
Vorbemerkungen	5
Empfänger	5
1. Zusammenfassung	6
2. Allgemeine Angaben.....	6
2.1. Zeitpunkt	6
2.2. Witterung, Sichtverhältnisse	6
2.3. Örtlichkeit	7
2.4. Behördenzuständigkeit.....	8
2.5. Örtliche Verhältnisse	8
2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt	9
2.7. Zulässige Geschwindigkeiten	10
3. Beschreibung des Vorfalles	11
4. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen	11
4.1. Verletzte Personen.....	11
4.2. Sachschäden an Infrastruktur	11
4.3. Sachschäden an Fahrzeugen	11
4.4. Schäden an Umwelt	11
4.5. Summe der Sachschäden.....	11
4.6. Betriebsbehinderungen	12
5. Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen	12
6. Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse	12
6.1. Aussage Tfzf F13	12
6.2. Aussage Tfzf – Dienstverwendung als Heizer F13	12
6.3. Aussage Bremser F13	13
6.4. Aussage Zugbegleiter F13	13
6.5. Beteiligte Fahrzeuge	13
6.5.1. Tfz „Lok 4“	13
6.5.2. Vorstell-Personenwagen.....	22
6.6. Zusammenfassung Gutachten [1].....	23
7. Maßnahmen des Eisenbahnunternehmens.....	25
7.1. Sofortmaßnahmen	25
7.2. Weitere Maßnahmen.....	25
8. Zusammenfassung der Erkenntnisse	26
8.1. Tfz	26
8.2. Vorstellwagen.....	26
9. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten und Besonderheiten	26
10. Ursache.....	26
11. Berücksichtigte Stellungnahmen	26
12. Sicherheitsempfehlungen	27
Beilage Dienstanweisung der Betriebsleitung des IM / RU	28
Beilage Gutachten [1]	30
Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen	38

Verzeichnis der Abbildungen

	Seite
Abbildung 1	Skizze Eisenbahnlinien Österreich..... 7
Abbildung 2	Streckenplan – Quelle IM..... 7
Abbildung 3	Tabelle Betriebsstellen - Quelle IM..... 8
Abbildung 4	Gefedertes Einlaufstück im km 0,205..... 8
Abbildung 5	Skizze Gefedertes Einlaufstück im km 0,205 – Quelle IM..... 9
Abbildung 6	Darstellung der Fahrt - Quelle IM..... 9
Abbildung 7	Auszug Fahrtaufschlag – Quelle IM..... 10
Abbildung 8	Typenskizze des Tfz - Quelle IM..... 13
Abbildung 9	Lok 4 („Hannah“, ehemals "Carl") – Quelle IM..... 14
Abbildung 10	Triebwerk des Tfz..... 15
Abbildung 11	Kraftübertragung Kurbelscheibe – Vorgelegewelle – Triebzahnrad - Kuppelstangen..... 15
Abbildung 12	Rillenbandbremse einer Treibscheibe der Vorgelegewelle – Quelle IM..... 16
Abbildung 13	Gebrochene Vorgelegewelle – Quelle IM..... 16
Abbildung 14	Triebzahnradwelle..... 17
Abbildung 15	Benetzungseinrichtung der Laufflächen der Adhäsionsräder..... 17
Abbildung 16	Bedienelemente (Kurbeln) der Rillenbandbremse und Rillenklotz-Handbremse auf Zahnrad wirkend..... 18
Abbildung 17	Rillenklotz-Handbremse mit Zahnrad und Bremsklotz (jeweils im ausgebauten Zustand)..... 18
Abbildung 18	Bruchstück der Vorgelegewelle..... 19
Abbildung 19	Bruchstück der Vorgelegewelle..... 19
Abbildung 20	Auszug 1 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM..... 20
Abbildung 21	Auszug 2 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM..... 20
Abbildung 22	Auszug 3 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM..... 20
Abbildung 23	Detailansicht aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM..... 21
Abbildung 24	UIC 515-3, Abbildung 6 Entlastungsmulde - Quelle UIC..... 21
Abbildung 25	Vorstellwagen Nr. 5..... 22
Abbildung 26	Vorstellwagen Nr. 2..... 22
Abbildung 27	Handbremsen am Vorstellwagen 2..... 22
Abbildung 28	Handbremse wirkt auf Adhäsionsräder..... 23
Abbildung 29	Handbremse wirkt auf Bremstrommeln des Zahnrades..... 23
Abbildung 30	Weitere Rissanzeigen an der Mantelfläche - Quelle [1]..... 24
Abbildung 31	Verlauf der Mikrohärtigkeit nach Vickers - Quelle [1]..... 24

Verzeichnis der Abkürzungen und Begriffe

BAV	Bundesanstalt für Verkehr
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Bst	Betriebsstelle
F	Fahrt
HV	Härteprüfung nach Vickers
IM	Infrastruktur Manager (Eisenbahninfrastrukturunternehmen)
RFA	Röntgen-Fluoreszenz-Analyse
RU	Railway Undertaking (Eisenbahnverkehrsunternehmen)
Tfz	Triebfahrzeug
Tfzf	Triebfahrzeugführer
UUB	Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes
VK	Vehicle Keeper (Fahrzeughalter)
Z	Zug

Untersuchungsverfahren

Es erfolgte eine Untersuchung vor Ort am 15. September und am 5. Oktober 2011 durch die UUB.

Bewertung der eingelangten Unterlagen:

- Angeforderte Unterlagen des IM eingelangt bis 2. September 2011
- Gutachten [1] eingelangt am 2. Dezember 2011

Allfällige Rückfragen wurden bis 7. Dezember 2011 beantwortet.

Verzeichnis der Gutachten

[1] Ermittlung der Schadensursache an der Vorgelegewelle eines Triebfahrzeuges, erstellt durch tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt – Staatliche Versuchsanstalt – Maschinenwesen vom 22. November 2011

Verzeichnis der Regelwerke

RL 2004/49/EG	„Richtlinie über die Eisenbahnsicherheit“
EisbG	Eisenbahngesetz 1957, BGBl. Nr. 60/1957, i. d. F. BGBl. I, Nr. 25/2010
UUG	Unfalluntersuchungsgesetz 2005, BGBl. I, Nr. 123/2005
MeldeVO Eisb	Meldeverordnung Eisenbahn 2006, BGBl. II, Nr. 279/2006
EisbBBV	Eisenbahnbau- und –betriebsverordnung, BGBl. II, Nr. 398/2008
TSI WAG	Technische Spezifikation für die Interoperabilität (TSI) zum Teilsystem „Fahrzeuge - Güterwagen“ des konventionellen transeuropäischen Bahnsystems
UIC 515-3	Merkblatt UIC – Eisenbahnfahrzeuge – Drehgestelle-Laufwerke – Verfahren für die Berechnung von Radsatzwellen – Ausgabe vom 1. Juli 1994

Verzeichnis der Regelwerke des IM / RU

DV	Dienstvorschrift für die Achensee-Dampf-Zahnradbahn
----	---

Vorbemerkungen

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

Gemäß § 5 UUG haben Untersuchungen als ausschließliches Ziel die Feststellung der Ursache des Vorfalles, um Sicherheitsempfehlungen ausarbeiten zu können, die zur Vermeidung gleichartiger Vorfälle in der Zukunft beitragen können. Die Untersuchungen zielen nicht darauf ab, Schuld- oder Haftungsfragen zu klären. Der gegenständliche Vorfall wird nach einem Stellungnahmeverfahren mit einem Untersuchungsbericht abgeschlossen.

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

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

Empfänger

Dieser Untersuchungsbericht ergeht an:

Unternehmen / Stelle	Funktion
Bremser F13	Beteiligter
Heizer F13	Beteiligter
Tfzf F13	Beteiligter
Zugbegleiter F13	Beteiligter
Achenseebahn AG	IM / RU
Betriebsrat der Achenseebahn AG	Personalvertreter
Herr Landeshauptmann von Tirol	Behörde
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie	Behörde
BMWFJ - Clusterbibliothek	Europäisches Dokumentationszentrum

1. Zusammenfassung

Mittwoch, den 17. August 2011, um 17:15 Uhr, ereignete sich bei der Bergfahrt (Fahrt 13) auf der Achenseebahn, im Bereich des Zahnradabschnittes ca. im km 3,4, der Bruch der Vorgelegewelle des Tfz.

Dadurch wurde der Ausfall zweier Bremssysteme bewirkt, es kam zu einer Rückwärtsbewegung der Fahrt. Die Wirkung der Handbremsen, trotz sofortiger Bedienung, erfolgte verzögert. Nach ca. 340 m konnte die Rückwärtsbewegung gestoppt werden.

Ursache für den Bruch war ein bereits länger vorhandener, nicht erkannter Dauerbruch der Vorgelegewelle.

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

Summary

Wednesday, 17 August 2011, at 17:15 o'clock, at the upward journey (journey 13) on the Achenseebahn, in the rack section about km 3,4, the rupture of the countershaft of the locomotive occurred.

Thus, a breakdown caused of two braking systems, there was a reverse motion of the journey. The effect of the hand brakes, despite immediate operation, was delayed. After about 340 m, the reverse motion could be stopped.

Cause of the fracture was an already longer existing, undetected fatigue fracture of the countershaft.

There were no persons injured or killed.

2. Allgemeine Angaben

2.1. Zeitpunkt

Mittwoch, 17. August 2011, 17:15 Uhr

2.2. Witterung, Sichtverhältnisse

Heiter, sonnig, + 25 °C, keine Einschränkung der Sichtverhältnisse

2.3. Örtlichkeit

- IM Achenseebahn AG
- im Zahnradabschnitt
- zwischen Hst Burgeck und Bst Eben in Tirol
- km 3,4

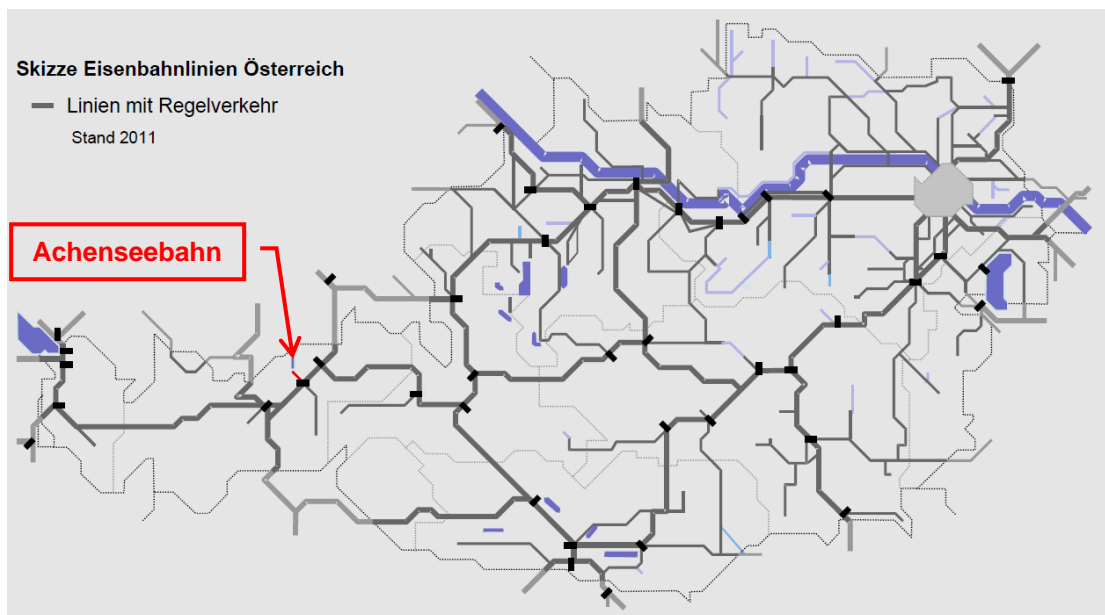


Abbildung 1 Skizze Eisenbahnlagen Österreich

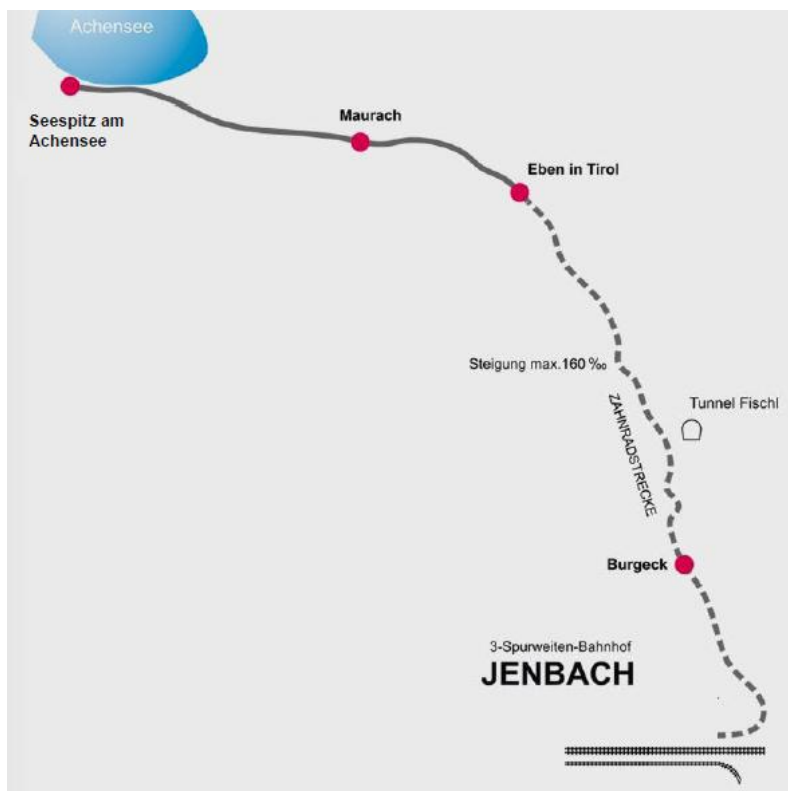


Abbildung 2 Streckenplan – Quelle IM

2.4. Behördenzuständigkeit

Die zuständige Eisenbahnbehörde ist der Landeshauptmann von Tirol.

2.5. Örtliche Verhältnisse

Die Strecke von der Bst Jenbach nach Bst Seespitz am Achensee ist eine ca. 6,8 km lange, nicht elektrisch betriebene, eingleisige Schmalspurstrecke mit 1000 mm Spurweite. Zwischen km 0,205 und km 3,634 erfolgt Zahnradbetrieb (System Riggerbach), in den übrigen Streckenabschnitten wird Adhäsionsbetrieb angewendet. Die maximale Neigung (im Zahnleiterabschnitt) beträgt 160 ‰. Von der Bst Jenbach bis zur Bst Eben in Tirol werden die Vorstellwagen geschoben; in der Bst Eben in Tirol umfährt das Tfz die Wagen und zieht diese bis zur Bst Seespitz am Achensee. Bei der Rückfahrt befindet sich das Tfz immer an der Spitze der Fahrt.


	km	Örtlichkeit	Seehöhe
	0,000	Bst Jenbach	530,1
	0,205	Einlaufstück	
	1,395	Hst Burgeck	623,9
	3,634	Einlaufstück der Gegenrichtung	
	3,665	Bst Eben in Tirol	970,3
	4,823	Hst Maurach	956,2
	6,760	Bst Seespitz am Achensee	931,0

Abbildung 3 Tabelle Betriebsstellen - Quelle IM



Abbildung 4 Gefedertes Einlaufstück im km 0,205

Die Betriebsabwicklung auf dieser Strecke erfolgt gemäß den Bestimmungen der DV des IM.

Die Traktionierung der Fahrten erfolgt ausschließlich mit Dampf.

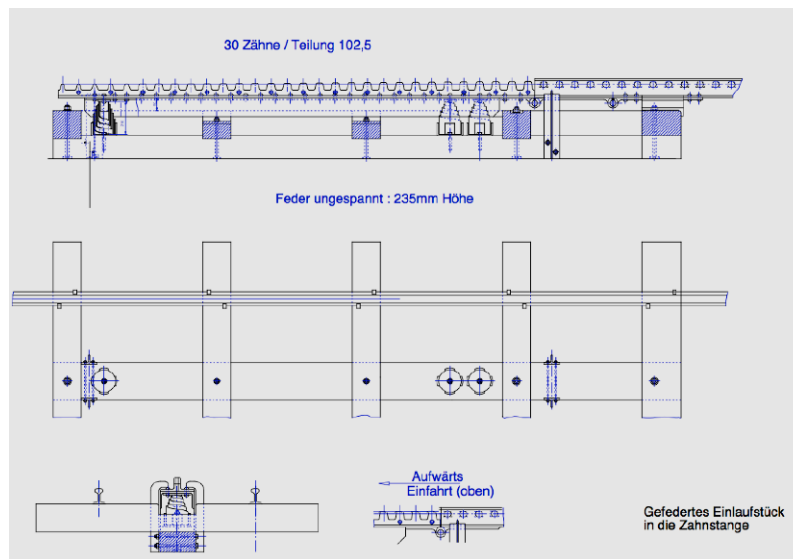


Abbildung 5 Skizze Gefedertes Einlaufstück im km 0,205 – Quelle IM

2.6. Zusammensetzung der beteiligten Fahrt

F 13

Fahrtlauf:

Bst Jenbach nach Bst Seespitz am Achensee

Zusammensetzung (von Bst Jenbach bis Bst Eben in Tirol):

Vorstellwagen Nr. 2 (offen – ohne Seitenfenster)

Vorstellwagen Nr. 5 (geschlossen – mit Seitenfenster)

Tfz 4

33 t Gesamtgewicht (Masse gemäß Maß – und Eichgesetz)

25 m Gesamtlänge

Die Fahrt war bei der Abfahrt ausreichend gebremst

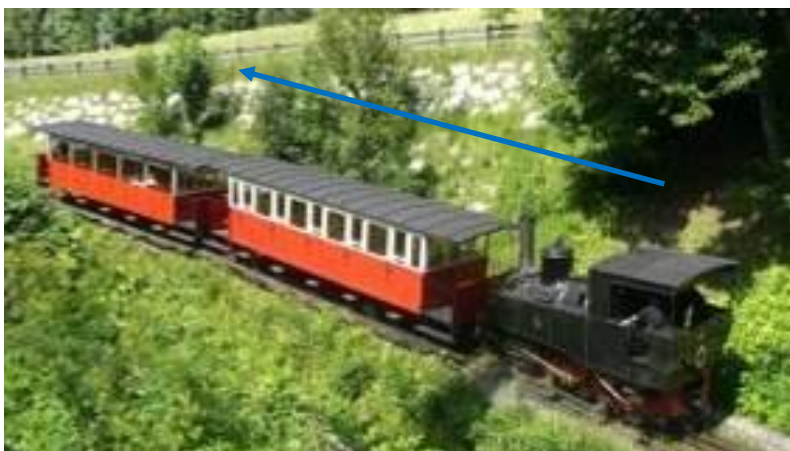


Abbildung 6 Darstellung der Fahrt - Quelle IM

Besetzung:

- 38 Reisende
- 1 Tfzf
- 1 Tfzf - Dienstverwendung als Heizer
- 1 Bremser
- 1 Zugbegleiter

2.7. Zulässige Geschwindigkeiten

Auszug Fahrtafelfahrt – Quelle IM

Beispiel
Fahrttafelfahrt
 für die Strecke
 Jenbach nach Seespitz-Achensee

Datum:

Fahrtafelfahrt			Fahrt Nr.:			
Fahrzeit	V	km	Betriebsstelle			
0	0	10	0,000	Bst Jenbach		
		5	0,200			
			0,205			Einlaufstück Zahnstange
		10	0,210			
		5	0,740			
7	7	10	0,746	EK km 0,746 Wiesinger		
			1,395	Hst. Burgeck		
			3,634	Einlaufstück Zahnstange		
			3,640			
25	32		3,665	Bst Eben in Tirol		
3	35	20	3,670	Hst Maurach		
		15	4,823			
			6,600			
10	45		6,760	Bst Seespitz am Achensee		

km 3,4

Abbildung 7 Auszug Fahrtafelfahrt – Quelle IM

Gemäß Fahrtafelfahrt des IM ist im Bereich des Ereignisortes eine Fahrplangeschwindigkeit von $v_{max} = 10$ km/h zulässig.

Geschwindigkeitseinschränkungen durch eine schriftliche Verständigung waren nicht gegeben.

3. Beschreibung des Vorfalles

Die F13 der Achensee Dampf- Zahnradbahn fuhr fahrplanmäßig ab Jenbach um 16:45 Uhr in Richtung Achensee. Um ca. 17:15 Uhr, etwa im km 3,4 (ca. 200 m vor der Bst Eben in Tirol) brach die Vorgelegewelle des Getriebes des Tfz 4.

Durch diesen Bruch wurde der Ausfall von zwei Bremssystemen bewirkt (die Gegendruckbremse der Zylinder und die Bandbremse wirken auf die Blindwelle).

Die dritte Bremse (Handbremse wirkt durch die Rillenklotzbremse auf das Zahnrad des vorlaufenden Radsatzes) wurde nicht sofort wirksam. Eine Rückwärtsfahrt (talwärts) von ungefähr 350 m war die Folge.

Infolge der selten (nahezu niemals) betätigten Handbremse waren wahrscheinlich Ölrreste auf den Bremsflächen, welche ein sofortiges Anhalten verhinderten. Vom Zugbegleiter und vom Bremser wurden jeweils die Handbremsen der Wagen betätigt, welche eine rasche talwärtswirkende Beschleunigung verhinderten, jedoch keinen Stillstand bewirkten. Den Stillstand des Zuges bewirkte somit der endgültige Eingriff der Zahnradbremse der Lokomotive, zu diesem Zeitpunkt waren die Ölrreste in den Rillen verdampft und die Fahrt kam zum Stillstand.

4. Verletzte Personen, Sachschäden und Betriebsbehinderungen

4.1. Verletzte Personen

Es wurden keine Personen verletzt oder getötet.

4.2. Sachschäden an Infrastruktur

keine

4.3. Sachschäden an Fahrzeugen

Tfz schwer beschädigt.

4.4. Schäden an Umwelt

keine

4.5. Summe der Sachschäden

Die Summe der Sachschäden wurde auf ca. € 30 000,- geschätzt.

4.6. Betriebsbehinderungen

Die Fahrt wurde ausgelegt und die Reisenden mit Taxis weiterbefördert.

5. **Beteiligte, Auftragnehmer und Zeugen**

- IM / RU / VK Achenseebahn AG
 - Tfzf F13
 - Tfzf – Dienstverwendung als Heizer F13
 - Bremser F13
 - Zugbegleiter F13

6. **Aussagen / Beweismittel / Auswertungsergebnisse**

6.1. Aussage Tfzf F13

(gekürzt und sinngemäß)

Knapp vor dem Erreichen der Bst Eben in Tirol wurde ein gewaltiger „Kracher“ vernommen. Ab diesem Zeitpunkt bewegte sich die Fahrt 13 bereits rückwärts. Alle Bremsen waren ausgefallen. Der Regler für die Dampftraktionierung wurde geschlossen und der Heizer lautstark informiert. Dieser hatte jedoch schon begonnen, die Zahnradbremse zu betätigen.

Der Heizer ist ein sehr kräftiger Mitarbeiter, welcher diese Bremse mit voller Kraft betätigte, dies zeigte jedoch kaum Wirkung. Der Zug bewegte sich weiter in Rückwärtsfahrt und kam nicht zum Stillstand. Erst nach subjektiv längerer Zeit, während der weiteren Bremsbedienung, begann sich der Zug einzubremsen und kam zum Stillstand.

6.2. Aussage Tfzf – Dienstverwendung als Heizer F13

(gekürzt und sinngemäß)

Nachdem der Zug nach rückwärts zu fahren begann, wurde die Zahnradbremse mit voller Kraft betätigt (zugeschraubt), jedoch der Zug wurde nicht erheblich langsamer. Erst nach scheinbar langer Zeit begann die Bremse zu wirken und der Zug kam zum Stillstand.

6.3. Aussage Bremser F13 (gekürzt und sinngemäß)

An der Zugspitze wurde sofort bemerkt, dass hier etwas nicht in Ordnung war. Der Zug bewegte sich plötzlich retour und das immer schneller. Es wurde sofort die Zahnradbremse des Wagens betätigt (rote Kurbel). Eine gewisse Bremswirkung wurde festgestellt, diese war jedoch nicht ausreichend.

Auch eine weitere Bremsbetätigung (mit voller Kraft) bewirkte keinen Stillstand und der Zug wurde schneller. Nach subjektiv langer Zeit wurde eine gewisse Bremswirkung festgestellt, die den Stillstand des Zuges bewirkte.

6.4. Aussage Zugbegleiter F13 (gekürzt und sinngemäß)

Beim Aufenthalt in unmittelbarer Nähe der Zahnradbremse (rote Kurbel) wurde bemerkt, dass sich der Zug rückwärts bewegte. Es wurde sofort und mit voller Kraft die Zahnradbremse betätigt, der Zug fuhr jedoch weiter talwärts. Nach subjektiv langer Zeit kam der Zug zum Stillstand.

6.5. Beteiligte Fahrzeuge

6.5.1. Tfz „Lok 4“



Abbildung 8 Typenskizze des Tfz - Quelle IM

Technische Daten:

Erzeuger: Wiener Lokomotivfabrik Floridsdorf
Baujahr: 1888/1889
Bauart: Bzt-n2
Baupläne: Lokomotivfabrik Esslingen
18,26 t Gewicht Lokomotive ausgerüstet
(Masse gemäß Maß- und Eichgesetz)
2,35 m Achsstand
5,65 m Länge über Puffer:
132 kW (180 PS) Nennleistung

Kessel:

4,6 m² Heizfläche der Feuerbuchse
45,4 m² Heizfläche der Siederohre
50 m² gesamte Heizfläche
0,91 m² Rostfläche
169 Siederohre
45/1900 mm ϕ /Länge
11 bar Betriebsdruck
Kesselneigung nach vorne 1:1,625
Kesselspeisung durch 2 nichtsaugende Injektoren



Abbildung 9 Lok 4 („Hannah“, ehemals "Carl") – Quelle IM

Verbrauch pro Fahrt:
350 kg Kohle
3 m³ Wasser

Triebwerk: Zweizylinder-Zwillings-Maschine
Steuerung: Allan-Trick, innenliegend
330 mm ϕ Zylinder
500 mm Kolbenhub

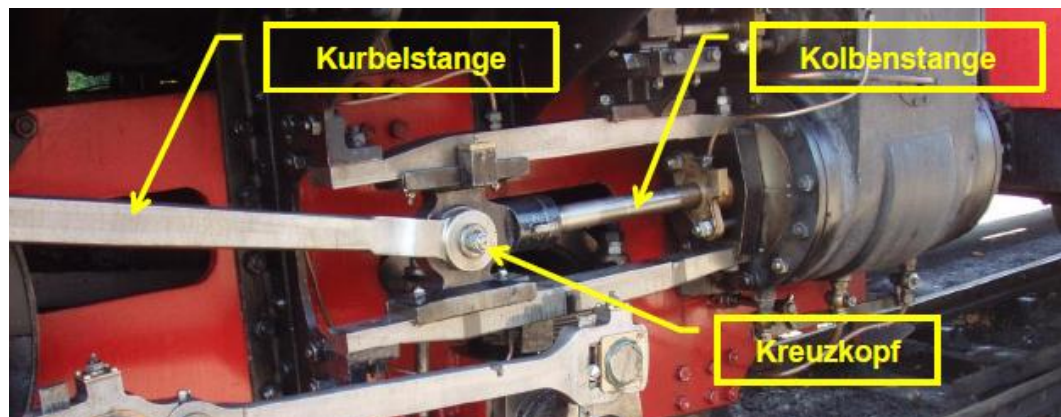


Abbildung 10 Triebwerk des Tfz

Die Kraftübertragung (beidseitig ausgeführt) erfolgt von den Zylinderstangen über die Kreuzköpfe und Kurbelstangen auf die Kurbelscheiben (diese werden auch als Bremsen der Rillenbandbremsen benutzt). Diese sitzen auf der Vorgelegewelle.

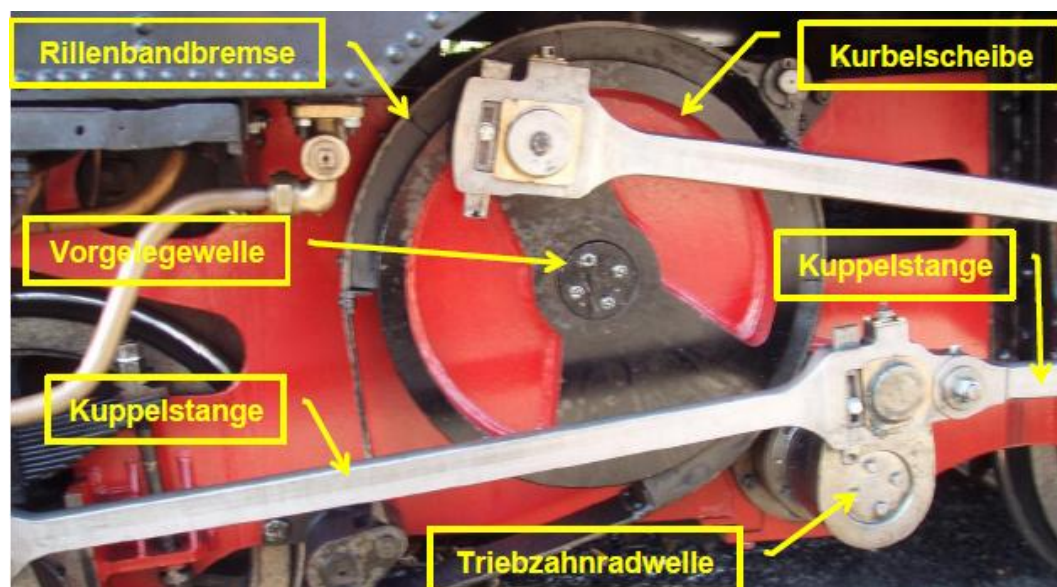


Abbildung 11 Kraftübertragung Kurbelscheibe – Vorgelegewelle – Triebzahnrad - Kuppelstangen

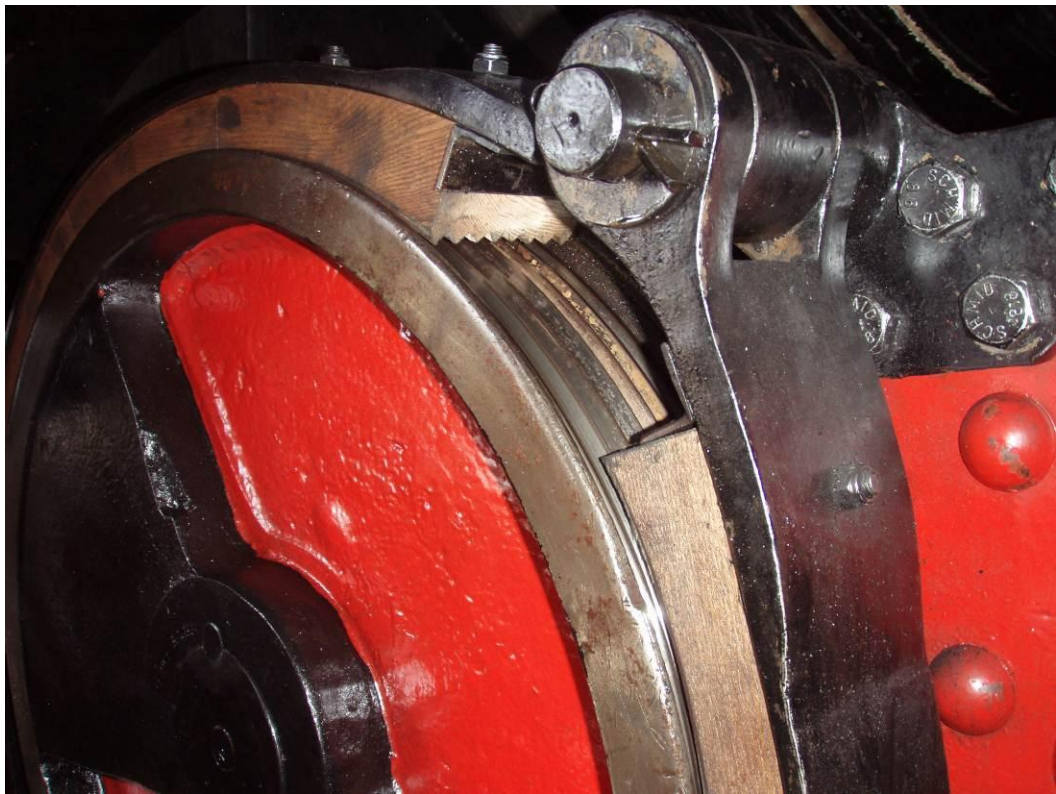


Abbildung 12 Rillenbandbremse einer Treibscheibe der Vorgelegewelle – Quelle IM



Abbildung 13 Gebrochene Vorgelegewelle – Quelle IM

Auf der Vorgelegewelle befinden sich die zwei kleinen Transmissionsräder, welche die Kraft über die zwei großen Transmissionsräder auf die Zahnradachse (Übersetzung Vorgelegewelle/Triebzahnradwelle: 39/20) und somit weiter auf die Zahnstange übertragen.

Die Vorgelegewelle ist im Rahmen auf beiden Seiten doppelt gelagert, alle Lager sind Loslager, damit sich die Welle in jeder Situation selber zentrieren kann und die Kräfte sich mittig kompensieren.

Von der Triebzahnradwelle erfolgt ein beidseitiger Antrieb über Kurbeln und Kuppelstangen auf die Radsätze für den Adhäsionsantrieb.

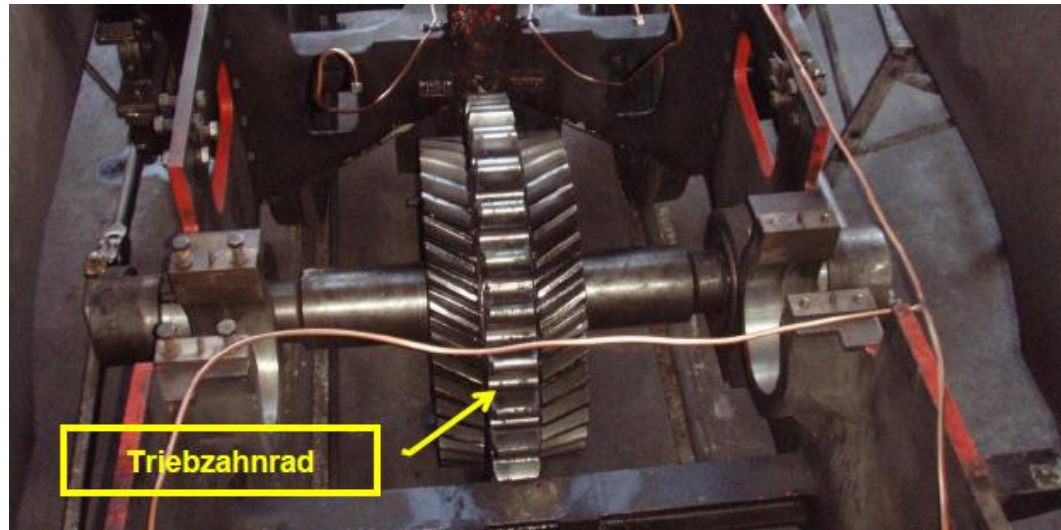


Abbildung 14 Triebzahnradwelle

Bei Zahnradbetrieb sind die Radsätze für Adhäsionsbetrieb auch angetrieben. Um die Abnützung durch geringe Durchmesserunterschiede zu minimieren, werden beim Zahnradbetrieb die Laufflächen der Antriebsräder mit Wasser benetzt und dadurch der Reibwert zu den Schienen verringert.

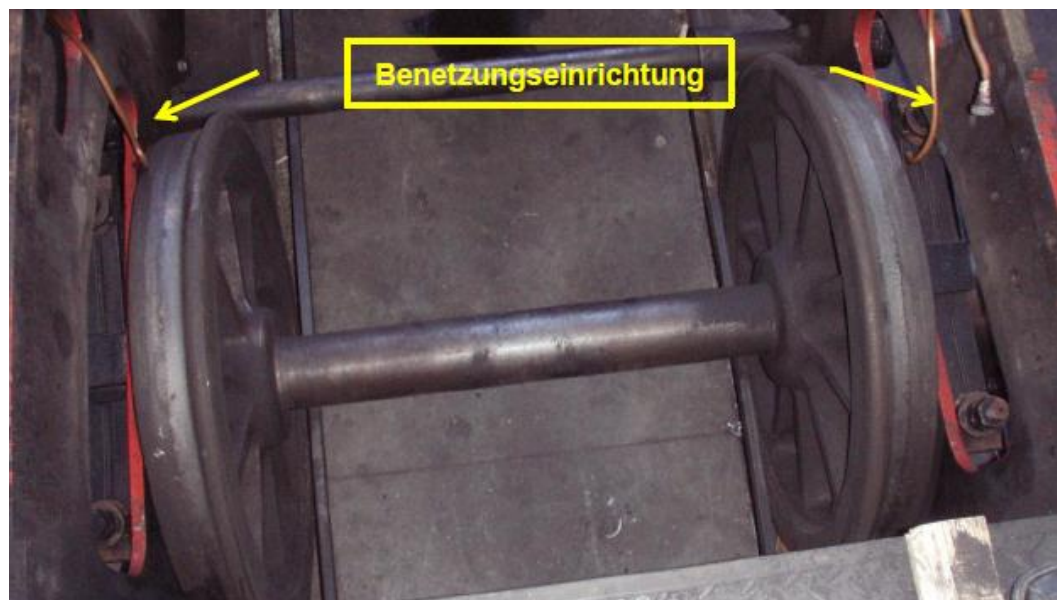


Abbildung 15 Benetzungseinrichtung der Laufflächen der Adhäsionsräder

Fahrwerk:

1000 mm Spurweite

898 mm ϕ der Adhäsionsräder

890 mm ϕ des Triebzahnrades mit 28 Zähnen

Bremsen:

- Gegendruckbremse nach Riggenbach (welche im Zylinder Luft verdichtet)
- Rillenbandbremse mit Bremsklötzen aus Eschenholz (welche auf die Kurbelscheiben der Vorgelegewelle wirkt)
- Handbremse wirkt als Rillenklotzbremse auf das Bremszahnrad des vorlaufenden Radsatzes und muss bei den Bremsproben den Zug innerhalb von 10 m sicher zum Stillstand bringen



Abbildung 16 Bedienelemente (Kurbeln) der Rillenbandbremse und Rillenklotz-Handbremse auf Zahnrad wirkend



Abbildung 17 Rillenklotz-Handbremse mit Zahnrad und Bremsklotz (jeweils im ausgebauten Zustand)

Vorgelegewelle:



Abbildung 18 Bruchstück der Vorgelegewelle

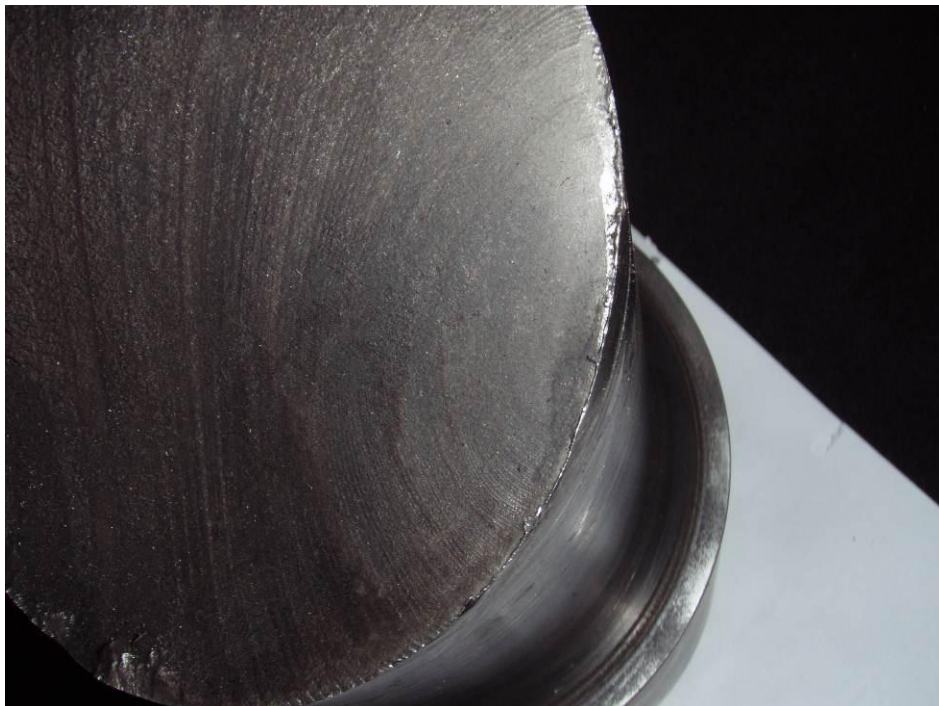


Abbildung 19 Bruchstück der Vorgelegewelle

Das Bruchstück der Vorgelegewelle zeigt einen Dauerbruch. Das Bruchstück wurde durch [1] begutachtet (siehe Beilage).

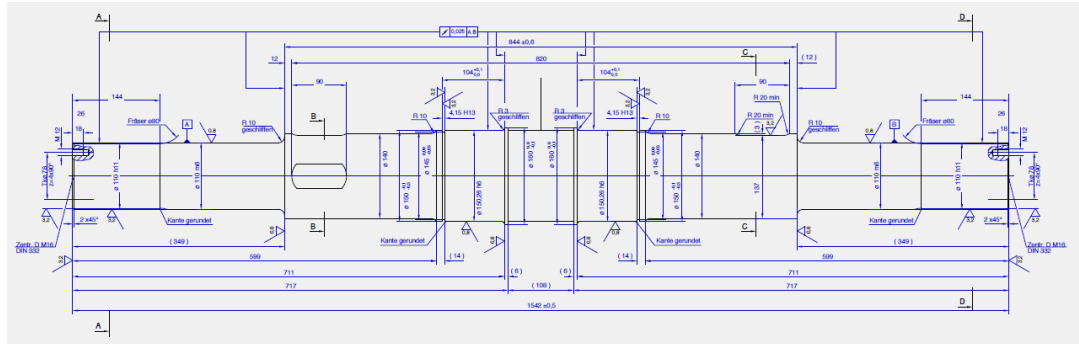


Abbildung 20 Auszug 1 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM

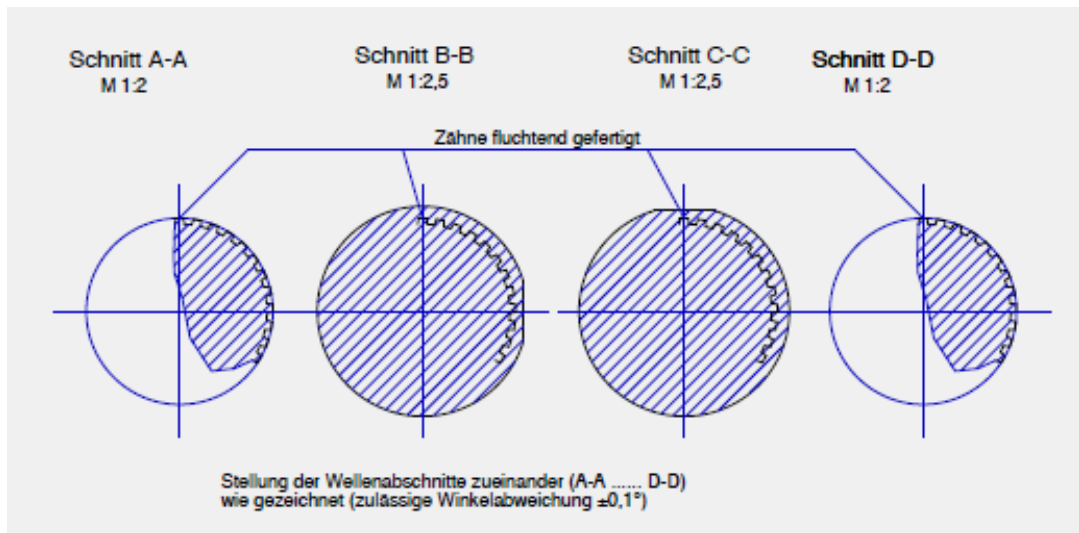


Abbildung 21 Auszug 2 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM

vergütet gemäß DIN 17200 auf Zugfestigkeit 850- 1000 N/mm ²	$\frac{12,5}{\sqrt{\quad}} / \frac{3,2}{\sqrt{\quad}} / \frac{0,8}{\sqrt{\quad}}$	
	Verwendungsbezeichnung ISO 2768-m	Oberfläche 2000
4,15 H13 +0,1 +0,0	21,05 +0,0 -0,050	Material 1,25 (1,2)
ø110 h11 +0,0 -0,050	21,05 +0,0 -0,050	Gewicht 1,7225
ø110 m6 +0,038 +0,013	21,05 +0,0 -0,050	Nennwert 160,5 kg
ø150,26 h6 +0,0 -0,025	21,05 +0,0 -0,050	Bezeichnung Treibwelle
Material 1,25 (1,2)	Achenseebahn AG.	Zeichnungsnummer B 95982
Maßstab 1:1	Blatt Nr. 1	Blatt Nr. 1

Abbildung 22 Auszug 3 aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle - Quelle IM

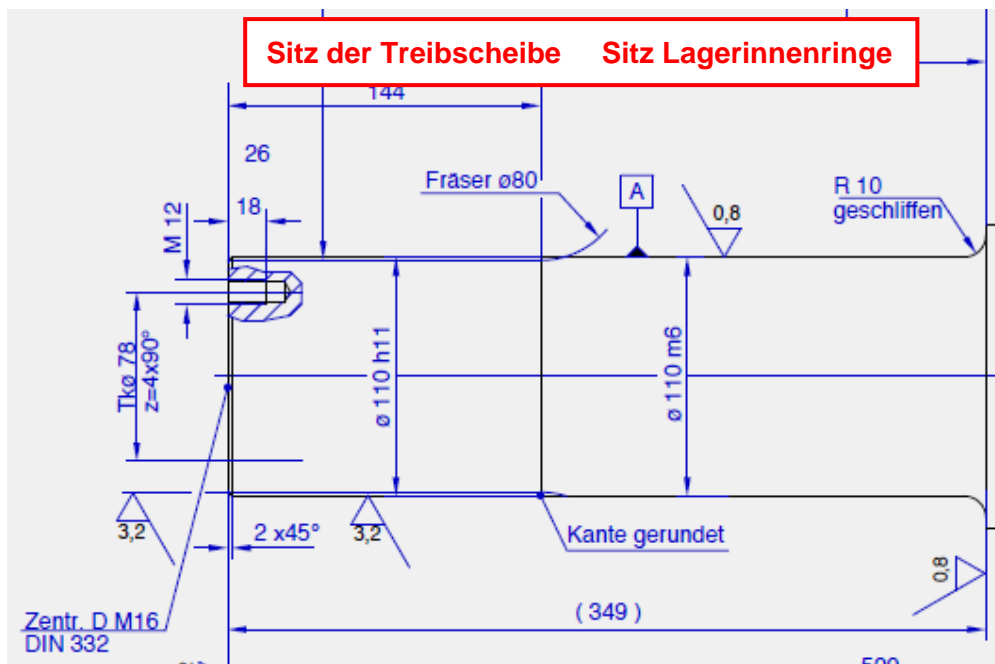


Abbildung 23 Detailansicht aus Konstruktionszeichnung der Vorgelegewelle -
Quelle IM

Vergleich der Vorgelegewelle mit Bestimmungen für Radsatzwellen von Güterwaggen gemäß UIC 515-3:

Gemäß Punkt 7.2 ist verbindlich definiert: *Eine nicht sehr tiefe Entlastungsmulde (0,1 mm) mit großem Radius ist vorzusehen, damit der Innenring des Lagers die Oberfläche des Radsatzschenkels nicht einkerbt (Abbildung 6).*

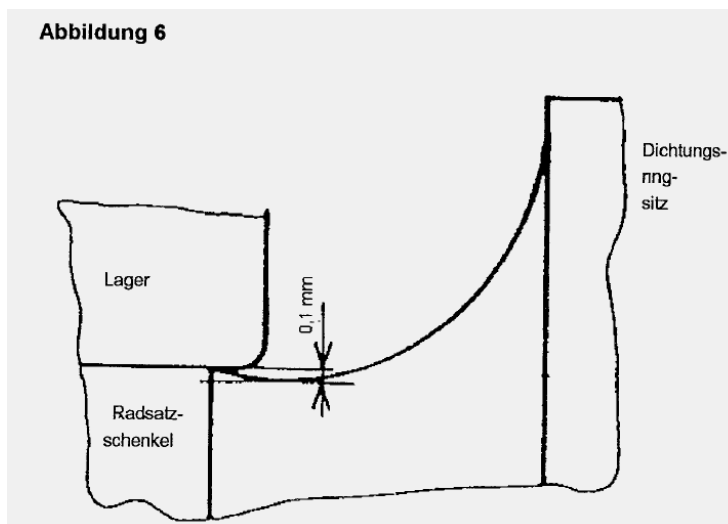


Abbildung 24 UIC 515-3, Abbildung 6 Entlastungsmulde - Quelle UIC

Eine Entlastungsmulde im Bereich des Sitzes der Lagerinnenringe wurde an der Vorgelegewelle nicht festgestellt.

Diese Bestimmungen des UIC 515-3 finden sich auch in der TSI WAG, Anhang M.

6.5.2. Vorstell-Personenwagen

Bei F13 waren der vorgereichte Vorstellwagen Nr. 2 (offen – ohne Seitenfenster) und der danach gereichte Vorstellwagen Nr. 5 (geschlossen – mit Seitenfenster) eingesetzt.



Abbildung 25 Vorstellwagen Nr. 5



Abbildung 26 Vorstellwagen Nr. 2



Abbildung 27 Handbremsen am Vorstellwagen 2

Die gelbe Handbremskurbel wirkt auf Adhäsionsräder, die rote Handbremskurbel wirkt auf die Bremstrommeln des Zahnrades.



Abbildung 28 Handbremse wirkt auf Adhäsionsräder



Abbildung 29 Handbremse wirkt auf Bremstrommeln des Zahnrades

6.6. Zusammenfassung Gutachten [1]

Ergebnisse der Untersuchung

Über die durchgeführte Untersuchung kann folgendes Ausgesagt werden:

- 1) *Der Bruchausgangsbereich war bei der visuellen Untersuchung durch den Verlauf der Rastlinien deutlich zu erkennen und lag im Bereich der Mantelfläche der Vorlegewelle.*

- 2) Mit Hilfe der Magnetpulvermethode konnten in Höhe der Bruchfläche mehrere Risse an der Mantelfläche der Vorgelegewelle erkannt werden.



Abbildung 30 Weitere Rissanzeigen an der Mantelfläche - Quelle [1]

- 3) Bei der mikroskopischen Untersuchung der Bruchausgangsbereiche war eine lokale Vorschädigung des Bauteils in Form von Rissen mit Risstiefen von bis zu 0,27 mm sowie zahlreiche Mikrorisse mit einer Tiefe von bis zu 0,023 mm zu erkennen. Es konnte keine Unregelmäßigkeit im Gefüge erkannt werden.

- 4) Die, von der Bruchfläche ausgehend, durchgeführte Mikrohärteprüfung ergab, dass die Härte in diesem Bereich zwischen 237,8 HV und 252,9 HV liegt. Es konnte keine wesentliche lokale Aufhärtung des Grundwerkstoffes festgestellt werden.

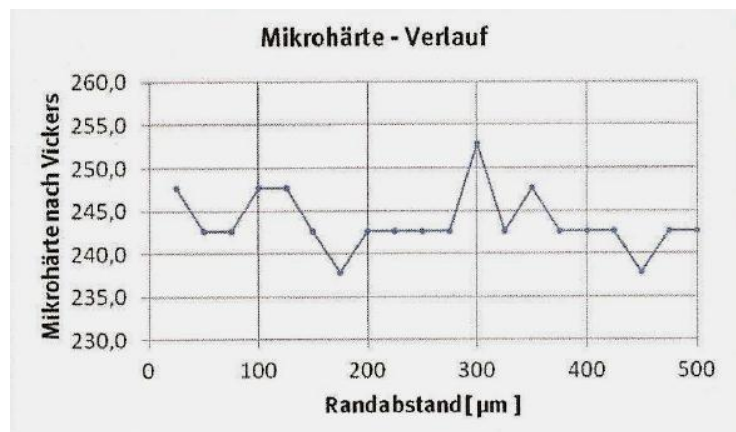


Abbildung 31 Verlauf der Mikrohärte nach Vickers - Quelle [1]

- 5) Eine chemische Analyse mittels RFA Methode im Bereich der Bruchfläche ergab, dass es sich bei dem Material um den Werkstoff 42CrMo4 mit der Werkstoffnummer 1.1225 handelt.

Zusammenfassendes Gutachten

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse wurde erkannt, dass es sich bei dem Schaden um einen Dauerbruch handelt, der mit einem Gewaltbruch endete. Der Ursprung des Schadens ist auf die Risse im Bruchausgangsbereich zurückzuführen.

Um die Entstehung solcher Schäden frühzeitig erkennen zu können wird daher eine Überwachung derartiger Bauteile durch Rissprüfung in kontinuierlichen Intervallen dringend empfohlen.

7. Maßnahmen des Eisenbahnunternehmens

7.1. Sofortmaßnahmen

Als erste Maßnahme wurde nach dem Abschleppen der Lokomotive eine Personal-sitzung zum aktuellen Thema abgehalten. Die Situation wurde ausdiskutiert, Gegenmaßnahmen erörtert.

Sämtliche Bremsen an allen Lokomotiven und Wagen wurden erneut überprüft.

Als vorrangige Maßnahme wurde angeordnet, die Zahnradbremsen der Lokomotiven mindestens einmal pro Fahrt zu betätigen, eine Dienstvorschrift wurde an alle Mitarbeiter ausgegeben (siehe Beilage).

Am Morgen des folgenden Tages wurde an der Steilstrecke 160 ‰ mit einem Ersatzzug ein Bremsprobe durchgeführt, ohne Reinigung und Entfettung der Bremstrommeln und der Bremsklötze der Lokomotive und der Wagen. Die Garnitur konnte innerhalb der 10 Meter ohne Probleme zum Stillstand gebracht werden.

Natürlich fehlte hier das Überraschungsmoment und alle Personen waren auf das Ereignis vorbereitet, jedoch die Bremsung wurde absolut zielführend durchgeführt.

In der Folge wurden alle Bremsklötze aller Wagen und Lokomotiven ausgetauscht. Alle Bremsen wurden erneut getestet.

7.2. Weitere Maßnahmen

Sofort nach Saisonende, am 30. Oktober werden die Lokomotiven wie jedes Jahr zerlegt und überprüft.

Insbesondere werden alle Achsen der Lokomotiven ausgebaut, die Zylinderrollenlager abgezogen und sämtliche Achsen mittels Ultraschall Prüfverfahren untersucht.

Es wird somit gewährleistet, dass in den gefährdeten Bereichen eine tadellose Prüfung möglich ist.

Weiteres wird überprüft, ob die Vorgelegewellen mittels durchgehender Bohrung (Durchmesser 20 bis 30 mm) noch den Festigkeitsberechnungen entsprechen. Somit können die Vorgelegewellen auch im eingebauten Zustand durchgehend mittels Ultraschallprüfkopf untersucht werden.

8. Zusammenfassung der Erkenntnisse

8.1. Tfz

Der Ursprung des Bruches ist auf die Risse im Bruchausgangsbereich zurückzuführen.

Durch den Bruch der Vorgelegewelle wurden die Gegendruckbremse und die Rillensandbremse wirkungslos.

Die (selten verwendete) Handbremse wirkte erst nach dem die Ölreste in den Rillen verdampft waren.

Die Vorgelegewelle wies keine Entlastungmulde auf (damit der Innenring des Lagers die Oberfläche der Vorgelegewelle nicht einkerbt)

8.2. Vorstellwagen

Die auf jeweils ein Zahnrad eines Vorstellwagens wirkende Handbremse (bedient durch Bremser und Zugbegleiter) verhinderten lediglich eine stark talwärts wirkende Geschwindigkeitszunahme.

9. Sonstige, nicht unfallkausale Unregelmäßigkeiten und Besonderheiten

keine

10. Ursache

Bruch der Vorgelegewelle.

11. Berücksichtigte Stellungnahmen

Siehe Beilage

12. Sicherheitsempfehlungen

Punkt Laufende Jahresnummer	Sicherheitsempfehlungen (unfallkausal)	richtet sich an
12.1 A-2012/030	Wiederkehrende Überprüfung der Vorgelegewellen auf Anrisse durch ein technisch anerkanntes Prüfverfahren wie z. B. durch Ultraschall-, Wirbelstrom- oder Magnetpulverprüfung. Begründung: Siehe [1]	VK
12.2 A-2012/031	Überprüfung, ob eine Übernahme der Bestimmungen der Dienstanweisung (siehe Beilage) in die DV des IM erfolgen muss. Begründung: Verhalten von Mitarbeitern.	IM
12.3 A-2012/032	Überprüfung, ob eine Entlastungsmulde analog Radatzwellen von Güterwagen gemäß UIC 513-3 erforderlich ist. Begründung: Damit der Innenring des Lagers die Oberfläche der Vorgelegewelle nicht einkerbt.	VK

Wien, am 29. Februar 2012

Bundesanstalt für Verkehr
Sicherheitsuntersuchungsstelle des Bundes
Der Untersuchungsleiter:

Ing. Johannes Piringer eh.

Beilage: Dienstanweisung der Betriebsleitung
Gutachten [1]
Fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Beilage Dienstanweisung der Betriebsleitung des IM / RU

LOKOMOTIV BREMSHANDHABUNG WAGENBREMSSEN ÜBERPRÜFUNG

Aus bekanntem Anlass, den Geschehnissen vom 17. August 2011, Bruch der Blindwelle sind folgende Anordnungen zur Handhabung der Bremsen der Lokomotiven und der Wagen ab sofort auszuführen:

Lokomotiv- Wagen- Bremsen- Handhabung:

Laut Dienstvorschrift, Seite 25 §2 Zugbildung (12): Täglich vor dem Ingangsetzen des TFZ hat sich der TFZ- Führer zu überzeugen, dass die Bremsen und Sicherheitseinrichtungen des TFZ wirksam sind. Die Bremsen der Wagen sind täglich einmal, vor dem Ingangsetzen der ersten Fahrt, sowie nach dem Trennen und Wiedervereinigen des Wagensatzes mit dem TFZ zu erproben.

1. Täglich, vor dem Ingangsetzen der Wagen sind die Leergänge der Bremskurbel zur Laufradbremse (rote Kurbel) der Wagen zu überprüfen und Aufzeichnungen zu führen. Die Werkstätte hat dies täglich zu begutachten und bei Bedarf die Bremsklötze zu tauschen.
2. Zusätzlich werden ab sofort die Bremstrommeln und Bremsbacken vor dem Ingangsetzen der Lokomotive und der Wagen begutachtet, dass sich keine Fett oder Ölreste auf den Bremsflächen befinden.
3. Sämtliche Laufradbremse der Lokomotiven und der Wagen (rote Kurbel) sind mindestens einmal pro Fahrt zu betätigen um eventuelle Öl- oder Fettrückstände zu beseitigen. Hierzu ist die Heizerbremse der Lokomotiven (Laufradbremse der vorderen Achse) nach der Einfahrt in die Zahnstange unter Eben auf ca. ca.150 Meter zu betätigen und einzubremsen.
4. Die Wagenbremsen (rote Kurbel) sind bei schweren Zügen bei der Talfahrt nach Sichtzeichen mit dem Lokführer sowieso unterstützend einzusetzen. (Dienstvorschrift Seite 25, §2 Zugbildung (11), Seite 28,§4 Dienst bei der Fahrt (11)).

5. Bei Leerzügen, kaum besetzten Zügen oder Zügen bei der Talfahrt mit nur einem Wagen ist die Bremsung (rote Kurbel) mit Abstimmung mit dem Lokführer trotzdem durchzuführen, jedoch die Bremse nach ca. 150 Metern um einen Gewindegang zu lösen. Somit entfällt im Extremfall der Notbremsung die Überwindung der Leergänge der Spindelbremse.

6. Bei den Wagen ist die Laufradbremse (rote Kurbel) bei der Bergfahrt nach der Einfahrt in die Zahnstange in Jenbach leicht anzuziehen und anschließend sofort um einen bis zwei Gewindegänge zu lösen. Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass die Bremse nicht greift und auch nicht schleift. Somit entfällt im Extremfall der Notbremsung die Überwindung der Leergänge der Spindelbremse.

Beilage Gutachten [1]


Ausstellungsdatum: 22. November 2011
Dieser Bericht umfasst 9 Seiten.

tgm
Staatliche Versuchsanstalt
Maschinenwesen
FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
MECHANICAL ENGINEERING

Gutachten
TGM – VA MW 11 352

Ermittlung
der Schadensursache
an der Vorgelegewelle
eines Triebfahrzeuges

Auftraggeber: BMVIT - IV/BAV/UUB/SCH
Anschrift: 1210 Wien, Trauzlgasse 1
Auftrag eingelangt: 2011-10-07
Zeichen des Auftrages: BMVIT-795.258/0002 - IV/BAV/UUB/SCH/2011
Prüfguteingang: 2011-10-07
Prüfzeitraum: 2011-10-07 bis 2011-10-16
TGM-Zahl: 520/11

tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere Technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt
1200 Wien | Wexstraße 19–23 | t: +43 (0)1 331 26-410 | f: dw 610 | www.tgm.ac.at



Beantragt wurde die Ermittlung der Schadensursache an der Vorgelegewelle eines Triebfahrzeuges.

Übermittelt wurden dazu zwei Abschnitte einer Vorgelegewelle:

- 1) Ein Abschnitt mit einer Bruchfläche und den Abmessungen
Ø 140 mm x 180 mm
- 2) Ein Abschnitt mit einer Steckverzahnung und den Abmessungen
Ø 110 mm x 210 mm

Die übermittelten Teile sind in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.



Abb. 1 Übermittelte Abschnitte der Vorgelegewelle

Untersuchungsmethoden

Visuelle Untersuchung

Eine visuelle Untersuchung zeigte, dass auf der Bruchfläche deutlich der Bruchausgang erkennbar ist. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, zeigen die Rastlinien an, dass der Bruchausgangsbereich im Bereich der Mantelfläche der Welle lag. Auf der Bruchfläche sind deutliche die Rastlinien erkennbar die sich von diesem Bereich ausbreiten. Die Ausbreitung der Rastlinien ist typisch für einen Dauerbruch. Das endgültige Versagen des Bauteils trat durch einen Gewaltbruch ein, wie durch den deformierten Auslauf der Bruchfläche zu sehen ist.



Abb. 2 Bruchfläche der Vorgelegewelle

Rissprüfung nach der Magnetpulvermethode

Nachdem bei der visuellen Untersuchung der Bruchausgangsbereich lokalisiert wurde, wurde eine Rissprüfung an der Vorgelegewellen-Mantelfläche durchgeführt. Für die Oberflächenrissprüfung wurde die Magnetpulvermethode gemäß ÖNORM EN ISO 9934-1 (Zerstörungsfreie Prüfung – Magnetpulverprüfung, Ausgabe: 2004-06-01) mit einer Magnetbank der Bauart Tiede angewendet. Unter Anwendung einer UV-Lampe wurden an der Mantelfläche der Welle am Umfang deutliche Anzeigen erkannt, die in der Höhe der Bruchfläche am Umfang verteilt waren und als Risse bewertet wurden. Die Anzeigen unter UV-Licht sind in Abbildung 3 dargestellt.



Abb. 3 Anzeigen unter UV-Licht



Metallographische Untersuchung

Um das, an die Bruchfläche angrenzende Gefüge untersuchen und beurteilen zu können wurden aus dem Bruchausgangsbereich der Welle Schliffproben angefertigt. Die Schliffproben wurden geschliffen, poliert und anschließend geätzt. Nach der Ätzung wurden die Proben einer mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Mantelfläche wurde ein Riss erkannt, der in der Nähe der Bruchfläche von der Mantelfläche der Welle ausgeht. Dieser Riss ist in der folgenden Abbildung 4 dargestellt. Die Tiefe des Risses betrug 0,27 mm.



Abb. 4 Von der Mantelfläche ausgehender Riss (Vergrößerung 520-fach)

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Ausgangsbereiches der Bruchfläche wurden Mikrorisse erkannt. Die Mikrorisse im Bruchausgangsbereich haben eine Tiefe von 0,010 mm bis 0,023 mm. Die Mikrorisse sind in Abbildung 5 dargestellt.



Abb. 5 Mikrorisse im Bruchausgangsbereich

Mikrohärteprüfung

Um mögliche Aufhärtungen im Bereich der Bruchfläche nachzuweisen, wurde eine Mikrohärteprüfung durchgeführt. Verwendet wurde dazu ein Mikrohärteprüfer der Bauart REICHERT mit einem Lastbereich von 1 g - 100 g. Die Messungen der Mikrohärte wurden von der Bruchfläche ausgehend in zwei Messreihen durchgeführt. Die Ergebnisse der Mikrohärteprüfung sind in den nachstehenden Zahlentafeln 1 + 2 dargestellt.

Zahlentafel 1: Ergebnisse der 1. Messreihe der Mikrohärteprüfung

	Messung	Randabstand [µm]	Last [g]	Diagonale [µm]	Härte HV
Messreihe 1	1	50	35,45	16,30	247,7
	2	100		16,46	242,6
	3	150		16,46	242,6
	4	200		16,30	247,7
	5	250		16,30	247,7
	6	300		16,46	242,6
	7	350		16,63	237,8
	8	400		16,46	242,6
	9	450		16,46	242,6
	10	500		16,46	242,6
	Mittel			35,45	16,43



Zahlentafel 2: Ergebnisse der 2. Messreihe der Mikrohärteprüfung

	Messung	Randabstand [µm]	Last [g]	Diagonale [µm]	Härte HV
Messreihe 2	11	25	35,45	16,46	242,6
	12	75		16,13	252,9
	13	125		16,46	242,6
	14	175		16,30	247,7
	15	225		16,46	242,6
	16	275		16,46	242,6
	17	325		16,46	242,6
	18	375		16,63	237,8
	19	425		16,46	242,6
	20	475		16,46	242,6
		Mittel			35,45

Für den Mikrohärteverlauf wurden die beiden Messreihen zusammengefasst.

Die grafische Darstellung des Mikrohärteverlaufes ist im nachstehenden Diagramm 1 dargestellt.

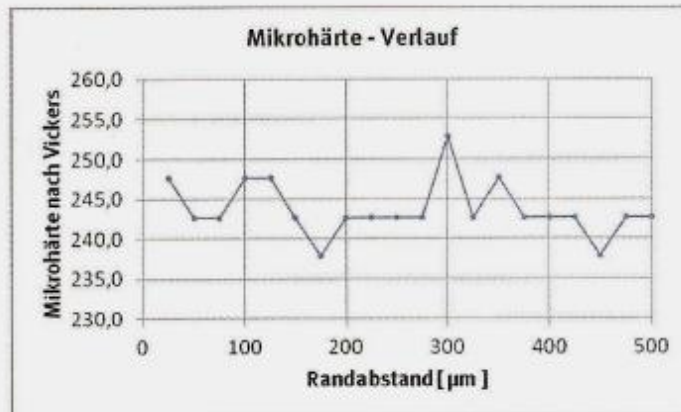


Diagramm 1: Mikrohärteverlauf



Chemische Analyse

Anschließend wurde an der Vorgelegewelle eine chemische Analyse nach der RFA – Methode durchgeführt. Dazu wurde an zwei unterschiedlichen Bereichen in der Nähe der Schadensstelle die chemische Zusammensetzung detektiert. Die Ergebnisse und die Mittelwerte dieser Analysen sind in der nachfolgenden Zahlentafel 1 enthalten.

Zahlentafel 1: Ergebnisse der chemischen Analyse

Element	Si	Cr	Mn	Ni	Cu	Mo	Fe
1	0,52	1,09	0,87	0,16	0,15	0,221	96,99
2	0,04	1,11	0,84	0,15	0,17	0,223	97,50
Mittel	0,28	1,10	0,086	0,155	0,16	0,222	97,25

Die chemische Zusammensetzung der Welle entspricht einem Werkstoff mit der Bezeichnung 42CrMo4 und der Werkstoffnummer 1.7225 gemäß ÖNORM EN 10083-1 (Vergütungsstähle - Allgemeine Technische Lieferbedingungen, Ausgabe 2006-12-01).

Ergebnisse der Untersuchung

Über die durchgeführte Untersuchung kann folgendes ausgesagt werden:

- 1) Der Bruchausgangsbereich war bei der visuellen Untersuchung durch den Verlauf der Rastlinien deutlich zu erkennen und lag im Bereich der Mantelfläche der Vorgelegewelle.
- 2) Mit Hilfe der Magnetpulvermethode konnten in Höhe der Bruchfläche mehrere Risse an der Mantelfläche der Vorgelegewelle erkannt werden.
- 3) Bei der Mikroskopischen Untersuchung des Bruchausgangsbereiches war eine lokale Vorschädigung des Bauteils in Form von Rissen mit Risstiefen von bis zu 0,27 mm sowie zahlreiche Mikrorisse mit einer Tiefe von bis zu 0,023 mm zu erkennen. Es konnten keine Unregelmäßigkeiten im Gefüge erkannt werden.
- 4) Die, von der Bruchfläche ausgehend, durchgeführte Mikrohärteprüfung ergab, dass die Härte in diesem Bereich zwischen 237,8 HV und 252,9 HV liegt. Es konnte keine wesentliche lokale Aufhärtung des Grundwerkstoffes festgestellt werden.
- 5) Eine chemische Analyse mittels RFA Methode im Bereich der Bruchfläche ergab, dass es sich bei dem Material um den Werkstoff 42CrMo4 mit der Werkstoffnummer 1.7225 handelt.



Zusammenfassendes Gutachten

Auf Grund der vorliegenden Ergebnisse wurde erkannt, dass es sich bei dem Schaden um einen Dauerbruch handelt, der mit einem Gewaltbruch endete. Der Ursprung des Schadens ist auf die Risse im Bruchausgangsbereich zurückzuführen.

Um die Entstehung solcher Schäden frühzeitig erkennen zu können wird daher eine Überwachung derartiger Bauteile durch Rissprüfung in kontinuierlichen Intervallen dringend empfohlen.

Beilage fristgerecht eingelangte Stellungnahmen

Litera Stellungnahme des BMVIT eingelangt am 24. Jänner 2012

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

Abteilung IV/SCH5:

Fachbereich Betrieb:

- a) Der vorläufige Untersuchungsbericht wird zur Kenntnis genommen.

Abteilung IV/SCH4:

Fachbereich Maschinenteknik:

- b) Der vorläufige Vorfallbericht der UUS vom 2011-12-15 wird im Wesentlichen zustimmend zur Kenntnis genommen.
- c) Insbesondere die offenbar sehr schnell verfügte Dienstanweisung bezeugen eine profunde Analyse des Vorfalls sowie eine verlässliche Maßnahmensetzung zur Vermeidung eines ähnlichen Vorfalls. Das TGM-Gutachten zur Rissanalyse hingegen lässt neben der namentlichen Kenntlichmachung des Gutachters vor allem zwei Aussagen vermissen:
- d) 1. die Frage, wie schnell sich der vorfallkausale Vorgang entwickelt hat und damit in teilweisem Zusammenhang
- e) 2. Die Frage, welche Prüfintervalle geboten erscheinen. Anmerkung: Wörtlich genommen ist der Ausdruck „kontinuierliche Intervalle“ widersprüchlich bzw. unzumutbar.
- f) Im Gegensatz zu der bei einigen Vorfällen etablierten Qualität von Gutachten nach dem Bruch von Radsatzwellen an Güterwagen fehlen somit die Kernaussagen.
- g) Beim Gutachten fällt – im Gegensatz zu anderen Rissanalysen im Schienenfahrzeugsektor - auf, dass jegliche Aussage über die Rissausbreitungszeit, d.h. die Zeitspanne zwischen dem ersten detektierbaren Anriss bis zum Gewaltbruch des Restquerschnitts fehlt. Dementsprechend ist die Empfehlung von „kontinuierlichen Intervallen“ für die (bis dato bei den ggst. Lokomotiven laut Auskunft des Betriebsleiters, _____, völlig unbestimmt, d.h. es fehlt die Angabe jeglichen Intervalls.

und deren Berücksichtigung

Litera	Anmerkung
a)	-
b)	-
c)	-
d)	Derartige Fragen werden von den wenigsten Gutachtern beantwortet.
e)	-
f)	-
g)	Prüfintervalle für Tfz sind in der EisbAV festgelegt.

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

h) Was gemäß eigener Erinnerung des Unterfertigten auch fehlt, ist eine Angabe über das Alter der ggst. Vorgelegewelle. Wahrscheinlich ist, dass die ggst. Welle im Zuge der Umrüstung der ggst. Lokomotive im Zuge der Hauptrevision in den Jahren 2004 ff. (pro Jahr eine Lok) von Gleit- auf Rollenlager erneuert oder zumindest verändert wurde. Dabei wurde offenbar nicht auf eine Zugänglichkeit für zerstörungsfreie Prüfverfahren ohne Komplettzerlegung Rücksicht genommen. Nach Auskunft des Betriebsleiters wird dies während der gegenwärtigen saisonalen Betriebspause nunmehr nachgeholt, d.h. dass die Bahn Ihrerseits veranlasst hat, die Prüfbarkeit (mit zumutbarem Aufwand) für beide hochbelasteten Wellen der Lokomotiven (also auch die talseitige Radsatzwelle) herzustellen und **jährliche Prüfvorgänge** in der eigenen Werkstätte durchzuführen. Ohne Festlegung eines Zeitintervalls wäre eine Sicherheitsempfehlung zu unbestimmt (siehe 12.1).

i) 12.2. regt einen Formalakt an, gegen den spätestens bei der nächsten anstehenden Änderung der Betriebsvorschrift nichts spricht.

j) Sicherheitsempfehlung 12.3. ist nach Ansicht des Unterfertigten deshalb nicht sinnvoll, weil sie von den Voraussetzungen bei (im Vergleich zur Achenseebahn schnell fahrenden) Güterwagen ausgeht. Insbesondere was die realisierbare Montagesorgfalt der Rollenlager, den hier nicht zutreffenden internationalen Austausch, die Lastwechselfrequenz sowie die Möglichkeiten der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung (siehe 12.1) betrifft, herrschen z.T. beim Lokbau generell und hier im speziellen ganz andere Voraussetzungen. Statt eine – auch durch das hier ggst. Gutachten nicht belegte - Maßnahme zu fordern, die auch international nur durch ein Regelwerk, das für das ggst. Fahrzeug nicht gilt, belegt ist (UIC-Merkblatt) erscheint es aus Sicht des Unterfertigten deutlich passender und effektiver, hohe Präzision beim Aufziehen der Rollenlager einzufordern. Dies ist zwar schwer quantifizierbar, erfüllt aber wesentlich effektiver den Zweck, im Bereich des Lagersitzes Anrisse a priori hintanzuhalten. Alles Weitere erscheint durch 12.1. ausreichend erfüllt und verspricht gemeinsam mit der ggst. Dienstanweisung einen Quantensprung zugunsten des Sicherheitsniveaus.

k) Obwohl nicht unfallkausal ist es naheliegend, die Forderungen der Sicherheitsempfehlungen 12.1 und 12.3 auch auf die hochbelastete (talseitige) **Radsatzwelle** der Lokomotive zu erweitern.

Die vorgeschlagenen Sicherheitsempfehlungen werden daher wie folgt kommentiert:

Punkt	Sicherheitsempfehlungen (unfallkausal) gemäß vorl. Untersuchungsbericht vom 2011-12-15	Textvorschlag
12.1	Wiederkehrende Überprüfung der Vorgelegewellen auf Anrisse durch ein technisch anerkanntes Prüfverfahren wie z. B. durch Ultraschall-, Wirbelstrom- oder Magnetpulverprüfung. Begründung: Siehe [1]	Jährlich wiederkehrende Überprüfung der Vorgelegewellen auf Anrisse durch ein technisch anerkanntes Prüfverfahren wie z. B. durch Ultraschall-, Wirbelstrom- oder Magnetpulverprüfung. Es wird angeregt, die Anwendbarkeit dieser Prüfverfahren im eingebauten Zustand durch Hohlbohrung herzustellen, sofern die Festigkeitsnachweise diese Option zulassen. Begründung: Siehe [1]

Litera	Anmerkung
h)	-
i)	-
j)	-
k)	Die Handbremse des Tfz wirkt auf das Zahnrad der bergseitigen Radsatzwelle.
l)	-

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

m)	12.2	Überprüfung, ob eine Übernahme der Bestimmungen der Dienstanweisung (siehe Beilage) in die DV des IM erfolgen muss. Begründung: Verhalten von Mitarbeitern.	Überprüfung, ob eine Übernahme der Bestimmungen der Dienstanweisung (siehe Beilage) in die DV des IM erfolgen muss. Begründung: Verhalten von Mitarbeitern
n)	12.3	Überprüfung, ob eine Entlastungsmulde analog Radsatzwellen von Güterwagen gemäß UIC 513-3 erforderlich ist. Begründung: Damit der Innenring des Lagers die Oberfläche ,...	Um Schäden an der Vorgelegewelle zu vermeiden, ist beim Einbau der Lager mit höchster Sorgfalt vorzugehen.
o)	12.4	-	Es wird angeregt, die in SE 12.1 und 12.3 ausgesprochenen Maßnahmen auch für die hochbelasteten Radsatzwellen anzuwenden.

Abteilung IV/SCH2:

Fachbereich Maschinentechnik:

- p) Der vorläufige Untersuchungsbericht samt Sicherheitsempfehlungen sowie die verfügte Dienstanweisung werden zustimmend zur Kenntnis genommen.

Litera	Anmerkung
m)	berücksichtigt
n)	-
o)	-
p)	-