

2.2.2. Gründe für die Reprofilierung der Räder/Radsätze und das Schleifen/Fräsen der Schienen

Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug – Fahrweg Meterspur
Projekt: 3 Grundlagen Rad / Schiene
Modul: 2 Berührgeometrische Interaktion

Technischer Bericht



Unterflurdrehbank MGB mit Fahrzeug «Tea 2/2» (Quelle. MGBahn)

ID: RAILPlusSF-00027

Datum / Status: 09.11.2023 / Freigegeben

Seitenanzahl 29

Verfasser: Aaron Seeberger / Matterhorn Gotthard Bahn



Geprüft: Roland Müller / Gleislauftechnik-mueller

Freigegeben: Mauro Saputelli / PRJMA

Zitierweise: RAILplus, Aaron Seeberger, Matterhorn Gotthard Bahn; RAILPlusSF-00027 Gründe für die Reprofilierung der Räder/Radsätze und das Schleifen/Fräsen der Schienen; 09.11.2023

Änderungsverzeichnis

Version	Datum	Verantwortlich	Beschreibung
0.1	20.09.2023	A. Seeberger	Erster Entwurf
0.2	31.10.2023	R. Müller	Bereinigter Entwurf.
0.3	01.11.2023	A. Seeberger	Bericht redigiert und finalisiert.
1.0	09.11.2023	M. Saputelli	Schlussbereinigung und Freigabe durch Projektleiter

Freigabe durch die Systemführerschaft

Version	Verantwortlich	Datum
1.0	Technical Board	28.11.2023
1.0	Management Board	

Öffentlichkeitsgrad

Öffentlich

Management Summary

Die möglichen Gründe für die Reprofilierung der Räder/Radsätze und das Schleifen/Fräsen der Schienen bei den Meterspurbahnen können je nach dem Mechanismus für die Entstehung und die Ausbreitung von Fehlern bzw. von unzulässigen geometrischen Abweichungen unterschiedlich sein. In diesem Dokument werden die in der Literatur aufgelisteten Fehler an den Fahrflächen von Rädern und Schienen tabellarisch aufgeführt. Insbesondere Fehler, welche an der Fahrfläche auftreten, können durch Spanen mit geometrisch bestimmten (Drehen, Fräsen) oder unbestimmten (Schleifen) Schneiden beseitigt werden. Breiten sich die Fehler, insbesondere bei den Schienen, zu tief unter die Oberfläche aus (z. B. Shelling, tiefe Risse, usw.), so wird diese Schiene in der Regel ersetzt. Die in Tabellenform aufgeführten Schäden an Rad und Schiene stammen aus unterschiedlichen Schadenskatalogen (Regelwerke, Normen), technischen Berichten (UIC), usw., welche sowohl für die Normalspur als auch für die Meterspur anwendbar sind. Die von den Meterspurbahnen genannten Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Schleifen bzw. Fräsen der Schienen werden in diesem Dokument basierend auf verschiedenen Umfragen bzw. Rückfragen bei den Meterspurbahnen zusammengefasst und interpretiert.

Die Gegenüberstellung der in der Literatur genannten Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Schleifen der Schienen mit den von den Meterspurbahnen genannten Gründen hat gezeigt, dass die Meterspurbahnen vergleichsweise zur Vielzahl der in der Literatur aufgeführten Fehlerarten bzw. Schadensbilder nur wenige aufführen. Zudem sind die Angaben der Meterspurbahnen vielfach nicht differenziert, sondern eher allgemein gehalten. So werden vorwiegend Ausdrücke wie zum Beispiel «Verschleiss» oder «Schäden» verwendet. Dies lässt darauf schliessen, dass die Meterspurbahnen die einzelnen Fehlerarten nicht genau kennen bzw. diese nicht genau zuordnen können und deshalb auch die Angaben zu den Gründen für die Reprofilierung der Räder und das Schleifen bzw. Fräsen der Schiene nicht den verschiedenen Schadensarten zugeordnet werden können. Dies müsste durch die Verwendung eines kodierten Schadenskatalogs mit den entsprechend diesen Schäden zugeordneten Bildern sowie einer darauf basierten Schulung der objektbezogenen Mitarbeiter verbessert werden

Aufgrund dieser Erkenntnis wird empfohlen, diesem fehlenden Fachwissen durch den Aufbau von Fachpersonal in diesem Gebiet und durch Einrichten von Prozessen, die das exakte Erfassen der Fehlerarten unterstützen, entgegenzuwirken. Dies erleichtert eine Übersicht und Quantifizierung der Fehlerarten und Schadensbilder und ermöglicht Rückschlüsse zu den Gründen für das Reprofilieren der Räder bzw. das Schleifen der Schienen. Damit werden die Grundlagen für die Einleitung von Gegenmassnahmen und die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit geschaffen. Ein erster Ansatz für den Aufbau des Fachwissens können die von RAILplus erarbeiteten Wissensmodule, das Lehrbuch Interaktion Fahrzeug - Fahrweg Meterspur und die Schulungen (Crash-Kurse) zu diesen Themen sein.

Inhalt

1	Ausgangslage.....	6
1.1	Problemstellung	6
1.2	Untersuchungsziel.....	6
1.3	Abgrenzung.....	6
1.4	Vorgehenskonzept	7
2	Grundlagen	8
2.1	Begriffsdefinitionen.....	8
2.2	Fehlerarten und Verschleiss an den Radlauf­flächen, Spurkranzflanken und Fahr­flächen.....	9
2.3	Schäden an Schienenfahr­flächen.....	12
3	Umfrage bei den Bahnen	14
3.1	Grundlagenscanning Umfrage bei den Bahnen [6]	14
3.1.1	Schadensformen an den Rädern.....	14
3.1.2	Schadensformen an der Schiene:.....	16
3.2	Umfrage P3, Kapitel 2.2.1 Rad- und Schienenprofil in [7].....	18
3.3	Rückfrage bei Bahnen (vgl. Anhang 6.1)	19
3.3.1	MGB	19
3.3.2	MOB	20
3.3.3	RBS	20
3.3.4	RhB	20
3.3.5	TMR.....	20
3.3.6	TPF.....	21
3.3.7	zb.....	21
3.4	Zusammenfassung der Umfragen bei den Bahnen.....	22
3.4.1	Rad	22
3.4.2	Schiene	22
4	Fazit	23
4.1	Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.....	23
4.2	Empfehlungen	23
5	Verzeichnisse	24
5.1	Revisionen	24
5.2	Referenzen	24
5.3	Abbildungen	24
5.4	Tabellen	24
6	Anhang.....	25
6.1	Rückfrage bei den Meterspurbahnen	25
6.1.1	MGB	25
6.1.2	MOB	25
6.1.3	RBS	26
6.1.4	RhB	27
6.1.5	TMR.....	28
6.1.6	TPF.....	29

6.1.7	zb	29
--------------	-----------------	-----------

1 Ausgangslage

Im Rahmen der Systemführerschaft Interaktion Fahrzeug / Fahrweg Meterspur, Projekt 3 Rad – Schiene, Modul 2 Berührgeometrische Interaktion werden im vorliegenden Dokument die Gründe für die Reprofilierung der Räder / Radsätze und das Schleifen / Fräsen der Schiene aufgeführt.

1.1 Problemstellung

Die Gründe, Kriterien und Bahnerfahrungen für die Reprofilierung der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen können sehr unterschiedlich sein. Deshalb soll im vorliegenden Dokument eine Übersicht darüber geschaffen werden, welche Gründe und Kriterien für die Bearbeitung durch Materialabtrag an den Rad- und Schienenfahrflächen in den bestehenden Normen und Regelwerken, den ergänzenden Bahnweisungen (z.B. Fehlerkataloge) sowie in der Literatur aufgeführt sind. Ergänzend soll anhand der Antworten von Umfragen bei den Meterspurbahnen «Grundlagenscanning» [6], der Umfrage von P3 im «Lieferobjekt 2.2.1 Rad- und Schienenprofile» [7] und einer zusätzlichen Rückfrage innerhalb des vorliegenden Lieferobjekts 2.2.2 (vgl. Anhang 6.1) untersucht werden, welche Fehlerarten bzw. Schäden bei den Meterspurbahnen auftreten bzw. welche bekannt sind.

1.2 Untersuchungsziel

Die in der Schweiz vorwiegend verwendeten öffentlich zugänglichen Dokumente werden auf mögliche Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen untersucht. Die dabei festgehaltenen Gründe werden den Antworten der beiden Umfragen (Grundlagenscanning [6], Lieferobjekt 2.2.1 [7]) und der zusätzlichen Rückfrage bei den Meterspurbahnen (vgl. Anhang 6.1) gegenübergestellt. Anhand dieses Vergleichs soll ermittelt werden, welche Gründe für die Bearbeitung der Fahrflächen Rad/Schiene bei den Meterspurbahnen aufgeführt werden, welche nicht genannt werden und wo evtl. Wissenslücken bei den Meterspurbahnen bestehen. Dieses Dokument geht nicht auf Forschungsfragen ein. Dies wird Gegenstand in weiteren Lieferobjekten sein.

1.3 Abgrenzung

Dieses Dokument befasst sich nicht mit

- der Frage nach den bei der Bearbeitung aufgebrachten Nominalprofilen,
- der Entstehung der Fehler bzw. des Verschleisses,
- Empfehlungen zur Verhinderung von Fehlern bzw. Verminderung des Verschleisses,
- dem Neulangenschleifen.

1.4 Vorgehenskonzept

In einem ersten Schritt werden die oben erwähnten Unterlagen auf die Gründe für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen untersucht. Dabei handelt es sich um die folgenden Dokumente:

- R-RTE 41000, Instandhaltung Radsätze Normalspur [1]
- R-RTE 41500, Instandhaltung Radsätze Meterspur [2]
- SN EN 15313 Bahnanwendungen - Radsätze und Drehgestelle -Radsatzinstandhaltung [3]
- Anhang A.3 Schadenheft Streckenwärter [4]
- SN EN 17397-1, Bahnanwendungen – Schienenfehler – Teil 1: Handhabung von Schienenfehlern [5]

Die in diesen Dokumenten genannten Gründe für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene werden in einem ersten Schritt in tabellarischer Form aufgeführt. Dazu wird eine Übersicht erstellt, in welcher ersichtlich ist, welcher Grund in welchem Dokument genannt wurde und in welchem nicht. Diese Übersicht dient als Grundlage für das Untersuchungsziel wie in Kapitel 1.2 beschrieben.

In einem zweiten Schritt werden die Ergebnisse aus den Umfragen bei den Meterspurbahnen, des Grundlagenscannings [6] sowie der Umfrage zum Lieferobjekt 2.2.1 Rad- und Schienenprofile [7] nach den dort aufgeführten Gründen für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene analysiert. Die aufgeführten Gründe werden festgehalten, soweit möglich interpretiert und anhand der Anzahl Erwähnungen in den Umfragen als mehr oder weniger ausschlaggebender Grund für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene eingestuft.

Die Erkenntnisse aus den Umfragen bei den Meterspurbahnen werden den möglichen Gründen für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen aus der Übersicht der in der Schweiz am häufigsten benutzte öffentlich zugängliche Dokumente gegenübergestellt. Dabei wird eingeschätzt, ob die Antworten der Meterspurbahnen Schweiz aus den genannten Umfragen genügend detailliert sind und ob die Antworten plausibel sind.

Wird bei dieser Einschätzung ersichtlich, dass die Antworten der Meterspurbahnen zu wenig präzise oder nicht plausibel sind, wird dies als Wissenslücke identifiziert. Bei allfälligen Wissenslücken werden Empfehlungen für die Schliessung dieser Wissenslücken aufgeführt.

2 Grundlagen

Als Grundlage für den vorliegenden Bericht dienen die in Kapitel 1.4 aufgeführten Dokumente. Daraus werden die bekannten Gründe für das Reprofilieren der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene entnommen und festgehalten.

Um die Gründe für die entsprechenden Bearbeitungen zusätzlich einordnen zu können, werden diese zudem in die drei Kategorien «Fehlerarten/Schädigungen (S)», «Verschleiss (V)» und «Zwangsbedingungen (Z)» (vgl. Kapitel 2.1) eingeteilt.

2.1 Begriffsdefinitionen

Bevor weiter unten die möglichen Gründe für die Reprofilierung der Räder/Radsätze und das Schleifen/Fräsen der Schienen aus den öffentlich zugänglichen Dokumenten aufgeführt werden, werden hier die übergeordneten Kategorien erläutert, in welche sich diese unterteilen lassen:

- **Fehlerarten / Schädigungen (S):** Schädigungen betreffen das Material selbst und bilden sich zum Beispiel in Form von Rissen, Ausbröckelungen, Ausbrüchen, Löchern, Ablösungen oder plastischen Materialverdrückungen aus. Schädigungen können an der Oberfläche oder unterhalb der Oberfläche entstehen. Hier werden vor allem Schäden betrachtet, welche sich an der Oberfläche bilden und an dieser visuell erkannt werden können. Wenn es sich um Risse handelt, so können sich diese von der Oberfläche weiter in die Tiefe des Materials ausbreiten. Beschädigtes Material muss deshalb durch mechanische Bearbeitung abgetragen werden, um eine weitere Ausbreitung der Schädigungen zu vermeiden. Dies kann je nach Stadium der Schädigung einen grossen Materialabtrag oder sogar einen Ersatz des Bauteils und damit hohe Kosten zur Folge haben.
- **Verschleiss (V):** Verschleiss äussert sich in einem Abtragen von Material und hat Abweichungen gegenüber dem Nominalprofil bzw. gegenüber den Grenzwerten des Nominalprofils (zum Beispiel W1, W2 und W3 bei den Schienen sowie sh, sd und qR bei den Rädern) zur Folge. Durch das Abtragen von Material bei der mechanischen Bearbeitung (Reprofilierung Radsatz, Schleifen Schienen) wird wieder die Form des Nominalprofils hergestellt.
- **Zwangsbedingungen (Z):** Unter Zwangsbedingungen sind Gegebenheiten und Toleranzen innerhalb eines Systems zu verstehen. So sind z.B. je nach Fahrzeug die maximalen Differenzen der Raddurchmesser innerhalb eines Radsatzes, eines Drehgestells oder gar eines Fahrzeugs vorgegeben und dürfen nicht überschritten werden. Beim Überschreiten dieser Toleranzen muss ebenfalls Material durch mechanische Bearbeitung abgetragen werden, um die zulässigen Differenzen wieder zu erfüllen.
- **Weitere Gründe (W):** Es können auch weitere, unterschiedliche Gründe zum Abtragen des Materials führen. So kann auch präventiv, also vor Erreichen einer eigentlichen Notwendigkeit, wieder das Nominalprofil hergestellt werden. Solche nicht den vorherigen Gründen (S, V, Z) zuordbaren Gründe werden hier allgemein zusammengefasst.

2.2 Fehlerarten und Verschleiss an den Radlaufflächen, Spurkranzflanken und Fahrflächen

Nachfolgend werden diejenigen Gründe für das Reprofilieren der Räder/Radsätze festgehalten, die in den in der Schweiz vorwiegend verwendeten Dokumenten aufgeführt sind.

Dazu wurde in Tabelle 1 eine Übersicht erstellt, in welcher in den für die vorliegende Studie verwendeten Dokumenten die Gründe für das Reprofilieren der Räder/Radsätze angegeben sind. Die Tabelle ist wie folgt zu lesen:

1. Übergeordnete Kategorie (orange)
2. Grund für das Reprofilieren
3. (S), (V), (Z) oder (W), vgl. Kapitel 2.1
4. Erwähnt in folgendem Dokument

Gründe für das Reprofilieren der Räder	Übersicht Aufgabenstellung	R-RTE 41000	R-RTE 41500	SN EN 15313
Verschleiss	x	x	x	x
Hohllauf (V)	x			

Abbildung 1, Beispiel Tabelle Gründe für das Reprofilieren der Räder

Daraus ergibt sich die folgende Auflistung:

Gründe für das Reprofilieren der Räder	Übersicht Aufgabenstellung	R-RTE 41000 [1]	R-RTE 41500 [2]	SN EN 15313 [3]
Verschleiss				
Hohllauf (V)	x	x	x	x
Spurkranzverschleiss (V)	x			x
Rillen und Mulden (V)	x	x		x
Laufflächenverschleiss (V)	x			x
Periodische Rundheitsabweichungen (Polygon, Exzentrizität)	x	x	x	x
Rundlaufabweichungen (V)				x
Periodische oder stochastische Rundlaufabweichung (V)				x
qR Mass (V)		x		x
Spurmass (V)		x		x
Spurkranzhöhe (V)		x		x
Spurkranzdicke (V)		x		x
Durchmesserdiffereenz Rechts – Links (W)		x		
Spitzer Spurkranz (V)			x	
Angleich Raddurchmesser an den anderen Radsatz im Fahrwerk / Fahrzeug (W)		x		
Plastisches Fliesen				
Überwalzung Spurkranzkuppe (S)	x		x	
Überwalzung (Hohllauf) (S)			x	

Gründe für das Reprofilieren der Räder	Übersicht Aufgaben- stellung	R-RTE 41000 [1]	R-RTE 41500 [2]	SN EN 15313 [3]
Seitliche Auswalzung (S)	x		x	
Auswalzung (S)		x		
Singuläre Abplattung (S)	x	x		x
Materialauftrag Materialauftragung (S)		x		x
Eindrückungen / Einprägungen auf der Lauffläche (S)	x	x	x	x
Schäden am Spurkranz (S)			x	x
Spurkranz mit Gratbildung (S)		x		
Radiale Berührspuren und Beschädi- gungen an der inneren Radkranzstirn- fläche (S)				x
Schädigung an der Fase (S)				x
Ermüdung				
RCF im Bereich Richtung äussere Rad- stirnseite (Zone 1) (S)	x	x		
RCF im Bereich Hohlkehle (Zone 2) (S)	x	x		
RCF im Bereich der Messkreisebene (Zone 3) (S)	x	x		
RCF-Zone 4 (S)		x		
Rollkontaktermüdung (S)				x
Lokal RCF-Anhäufung (S)	x			
Ablösungen (S)	x			
Ausbröckelungen lokal (S)		x		
Ausbröckelungen Zone 1 - 4 (S)		x		
Ausbröckelungen und Löcher (S)				x
Ausbrüche (S)			x	
Abblätterungen (S)			x	x
Zundern (Fabrikationsbedingter Mate- rialfehler) (S)			x	
Materialtrennungen unter der Laufflä- che (S)				x
Thermisch				
Übermässiger Schlupf (S)	x			
Thermische Überbeanspruchung (S)	x			x
Überhitzung Lauffläche (S)	x			

Gründe für das Reprofilieren der Räder	Übersicht Aufgaben- stellung	R-RTE 41000 [1]	R-RTE 41500 [2]	SN EN 15313 [3]
Thermische Risse Lauffläche (S)	x			
Krötenhaut (S)	x	x		x
Schlupfband / Gleitstellen (S)		x		
Abrasiv Flatstelle (S)	x	x		
Thermische Flatstelle Flatstellen / verschliffen (S)	x	x	x	x
Ausgedehnte Flatstelle (S)	x			
Laterale thermische Anrisse (S)	x			
Wärmerisse (S)			x	x
Laufflächenquerrisse / Einzelrisse (S)				x
Riefenbildung durch Verbundstoff – Bremssohlen (S)			x	
Betriebliche / IH organisatorische Gründe und Produktion				
Neue Vollräder (W)		x		
Neue Radreifen (W)		x		
Laufleistungsabhängiges Reprofilieren (W)		x		
Wellenzentrum nachgedreht (W)		x		
Gebrauchte Vollräder montiert (W)		x		
Präventives Reprofilieren (W)		x		
Materialabtrag zur Durchmesserbestimmung (W)		x		
Aufdrehen von Versuchsprofil (W)		x		
Änderung des Radprofils (W)		x		
UT - Anzeige (W)		x		
Materialabtragung zur UT – Prüfung (W)		x		
Andere				
Stochastische Rundheitsabweichung (S)	x			
Fremdeinflüsse (Schotterflug etc.) (S)		x		
Schäden, die von Kennzeichnungen ausgehen (S)				x
Schäden durch Spankerben (S)				x

Tabelle 1, Fehlerarten Rad

2.3 Schäden an Schienenfahrflächen

Nachfolgend werden die Gründe für das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene festgehalten, die in den in der Schweiz vorwiegend verwendeten Dokumenten gefunden werden können.

Dafür wurde Tabelle 2 erstellt, die eine Übersicht gibt in welchen für die vorliegende Studie verwendeten Dokumenten welcher Grund für das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene angegeben wurde. Die Tabelle ist wie folgt zu lesen:

1. Übergeordnete Kategorie (orange)
2. Grund für das Reprofilieren
3. (S), (V), (Z) oder (W), vgl. Kapitel 2.1
4. Erwähnt in folgendem Dokument

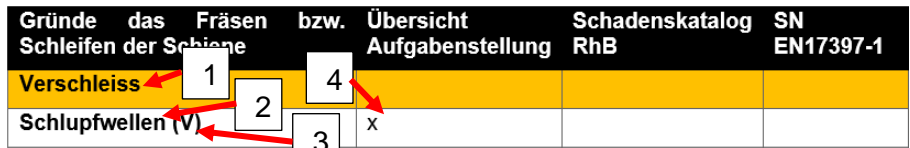


Abbildung 2, Beispiel Tabelle Gründe für das Reprofilieren der Räder

Daraus ergibt sich die folgende Auflistung:

Gründe das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene	Übersicht Aufgabenstellung	Schadenskatalog RhB [4]	SN EN 17397-1 [5]
Verschleiss			
Schlupfwellen (V)	x		
Anormale seitliche Abnutzung / übermässiger seitlicher Verschleiss (V)	x		x
Anormale senkrechte Abnutzung / übermässiger vertikaler Verschleiss (V)	x		x
Abgenutztes Herzstück (V)		x	
Abgenützte Flügelschiene (V)		x	
Längsrillen (V)			x
Schälen (V)			x
Stauchungen (V)			x
Lokale Schrägung der Fahrfläche (V)			x
Oberflächenfehler			
Neulagenschleifen			
Fahrflächen – Ausbrüche (Spalling) (S)	x		x
Fahrflächen – Abblätterungen (Flaking) (S)	x		x
Überwalzung / Rollflächenüberwalzung (S)		x	x
Ausbrüche an der Flügelschiene (S)		x	
Abblätterung (S)			x
Abblätterung unterer Teil Führungsfläche der Zunge (S)		x	

Gründe das Fräsen bzw. Schleifen der Schiene	Übersicht Aufgabenstellung	Schadenskatalog RhB [4]	SN EN 17397-1 [5]
Squats (S)			X
Korrosion (S)			X
Ausbrüche Flügelschiene (S)		X	
Fahrkantenfehler			
Fahrkantenausbrüche (Shelling) (S)	X		X
Fahrkanten – Abblätterungen (Flaking) (S)	X		X
Head – Checking (kleineren / grösseren Ausmasses, mit wenig tiefen Ausbrüchen, mit tieferen Ausbrüchen / Abblätterungen (S))	X	X	X
Verquetschung / Quetschen	X		X
Örtliche Einsenkung der Lauffläche	X		
Einzelne / Isolierte Schleuderstelle (S)	X		X
Mehrere / Wiederholte Schleuderstellen (S)			X
Schleuderstellen durch mehrmaliges Schleudern (S)	X	X	
Schleuderstellen (evtl. besser «Gleitstellen») durch Schnellbremsung (S)		X	
Riffel (S)		X	X
Riffel und Langriffel (S)		X	X
Squat, Rissbildung und lokale Absenkung der Fahrfläche (S)			X
Lokale Absenkung der Fahrfläche (durch Tropfwasser / an Schweissnähten (S))			X

Tabelle 2, Fehlerarten Schiene

3 Umfrage bei den Bahnen

Um die auftretenden Gründe für die Reprofilierung der Räder/Radsätze und das Schleifen/Fräsen der Schienen bei den Meterspurbahnen festzuhalten, werden

- der Bericht Erstellung und Durchführung Umfrage der Bahnen aus dem P1 Grundlagenscanning [6],
- eine erneute Umfrage von P3 (Lieferobjekt 2.2.1 Rad- und Schienenprofil) [7] sowie
- der direkte Austausch mit den Bahnen zu diesem Thema (vgl. Anhang 6.1)

analysiert und die Ergebnisse zusammengeführt.

3.1 Grundlagenscanning Umfrage bei den Bahnen [6]

Anhand der Umfrage bei den Bahnen aus dem P1 Grundlagenscanning [6] kann eine Übersicht zu den Schäden an Rädern sowie der Schadensformen an den Schienen erstellt werden. Dafür wird nachfolgend direkt aus dem Bericht zitiert.

3.1.1 Schadensformen an den Rädern

Zu den Schadensformen an den Rädern wurde im Bericht zum Grundlagenscanning folgende Erkenntnis festgehalten.

Schadensformen an den Rädern allgemein:

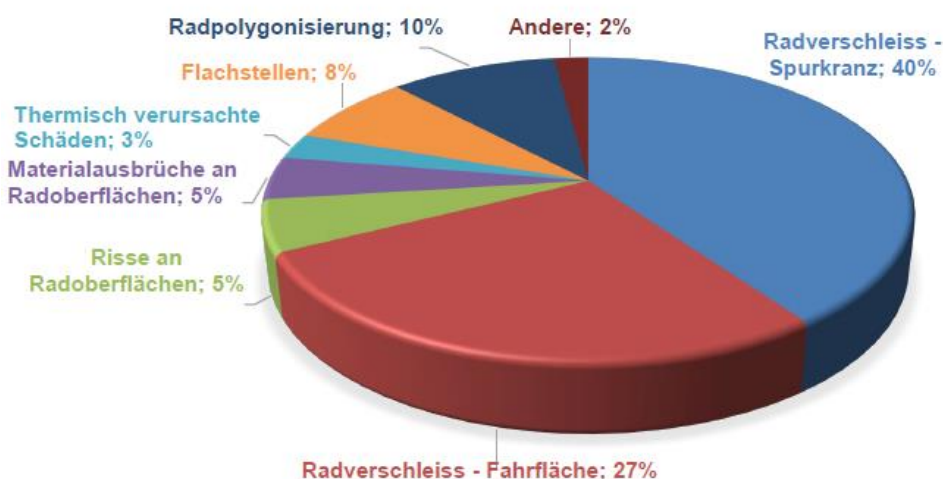


Abbildung 3, Schadensformen an den Rädern

«Aus Abbildung 3 kann abgeleitet werden, dass sich die wichtigsten Schadensformen auf die folgenden 4 Hauptschadensarten verteilen:

- 40 % Radverschleiss am Spurkranz
- 27 % Radverschleiss an der Fahrfläche
- 10 % Radpolygonisierung
- 8 % Flachstellen

15 Bahnen geben Radverschleiss am Spurkranz und 12 Bahnen Radverschleiss an der Fahrfläche als dominierende Schadensart an. Diese Schadensform tritt damit bei fast allen Bahnen auf. Da diese Angaben relativ zur Gesamtsumme der Schäden sind (gemessen an 100% aller 8 Schadensarten Pro Bahn) lässt sie daraus nicht ableiten, ob hohe Prozentangaben der jeweiligen Bahn bei dieser wirklich als signifikante Problemstellung zu deuten sind. Die jeweiligen Grössenordnungen hängen von verschiedenen Einflussgrössen ab, welche bei den hier vorliegenden Ergebnissen nicht berücksichtigt sind. Der Indikator für den Radlaufflächenverschleiss ist die im Betriebseinsatz abgetragene laufleis-

tungsabhängige Reduktion des Raddurchmessers (Anzahl Laufkilometer pro 1mm Reduktion Raddurchmesser). Dieser Indikator wird bei den Auswertungen zu den Projekten P3 und P5 betrachtet.» (Grundlagenscanning, 2022, S.10)

Entstehung thermische Risse bei klotzgebremsten Rädern:

«Zur Frage, ob die Entstehung von thermischen Rissen bei klotzgebremsten Rädern beobachtet werden, haben 12 Bahnen mit nein und 4 Bahnen mit ja geantwortet vgl. Abbildung 4.

Vier Bahnen haben die Frage nicht beantwortet, wobei nicht klar ist, ob diese deshalb nicht geantwortet haben, weil sie andere Bremssysteme verwenden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei den erwähnten 12 Bahnen nicht zwischen denjenigen unterschieden wurde, die mit und/oder ohne Klotzbremesen verkehren. Da thermische Risse an den Radlauflächen im Gegensatz zu Rissen aus der Rollkontaktermüdung (RCF) aus den Gesichtspunkten der Sicherheit wesentlich kritischer zu beurteilen sind, muss dieser Aspekt in die weiteren Untersuchungen einbezogen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Unterscheidung von Rissen infolge RCF und solchen als Folge der thermischen Einwirkung genauere Kenntnisse voraussetzt.» (Grundlagenscanning, 2022, S.29)

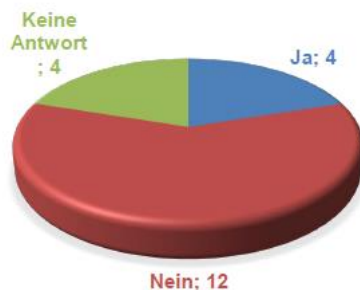


Abbildung 4, Entstehung thermische Risse bei klotzgebremsten Rädern

Entstehung Rillen und Mulden an Fahrflächen durch Klotzbremesen:

«Zur Frage, ob die Entstehung von Rillen und Mulden an den Fahrflächen der Räder durch Interaktion mit Klotzbremesen beobachtet werden, haben 15 Bahnen mit nein und 2 Bahnen mit Ja geantwortet vgl. Abbildung 5.

3 Bahnen haben die Frage nicht beantwortet, wobei nicht klar ist, ob diese deshalb nicht geantwortet haben, weil sie andere Bremssysteme verwenden. Aufgrund der Erfahrungen anlässlich der Betriebserprobung bei der MGB konnte festgestellt werden, dass diesbezügliche Beurteilungen anhand von visuellen Kontrollen schwierig sind. Dort fielen derartige Einwirkungen zum Teil erst bei der berührgeometrischen Auswertung der Radprofile auf. Basierend darauf konnten für die visuelle Kontrolle genauere Kriterien festgelegt werden. Die Aspekte der Beeinflussung der Berührung von Rad und Schiene durch Klotzbremesen müssen im Rahmen des Projektes P3 vertieft untersucht werden. Dies insbesondere bei Bahnen welche Verbundstoff- oder Sinterbremssohlen verwenden.» (Grundlagenscanning, 2022, S.30)



Abbildung 5, Entstehung Rillen und Mulden an Fahrflächen durch Klotzbremesen

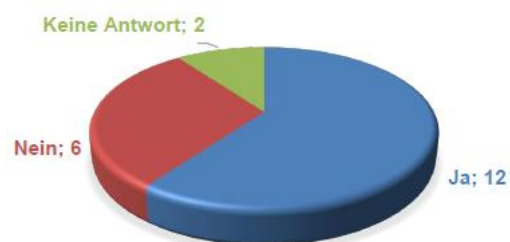


Abbildung 6, Flachstellen durch blockierte Räder

3.1.2 Schadensformen an der Schiene:

Zu den Schadensformen an der Schiene wurde im Bericht zum Grundlagenscanning folgende Erkenntnis festgehalten.

Schadensformen an der Schiene allgemein:

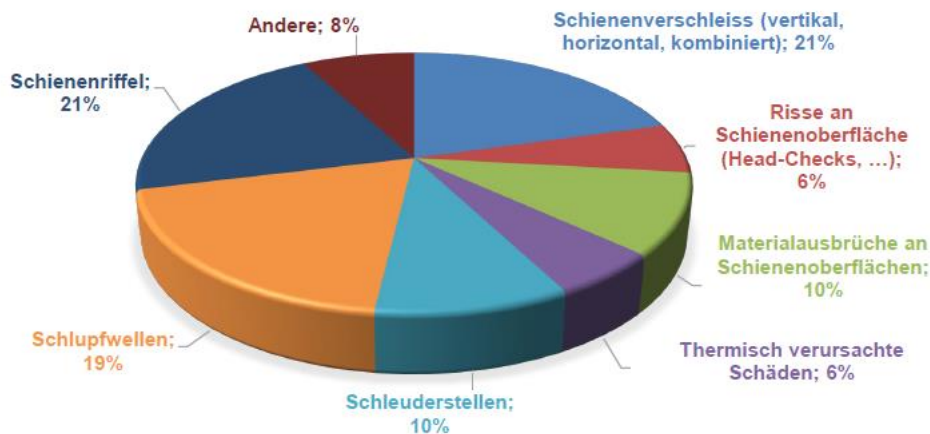


Abbildung 7, Schadensformen an der Schiene

«Bei den Schadensformen an den Schienenfahrflächen zeigt sich im Gegensatz zu den Fahrzeugen eine breitere Verteilung. Es dominieren folgende Schadensformen:

- 21 % Schienenverschleiss
- 21 % Schienenriffel
- 19 % Schlupfwellen
- 10 % Schleuderstellen und Materialausbrüche an der Schienenoberfläche

Aufgrund der Tatsache, dass die Meterspurbahnen in der Regel Bögen mit kleinen Radien aufweisen, sind die Meldungen zu Schienenriffeln mit Vorsicht zu geniessen. In engen Bögen treten häufig Schlupfwellen auf dem Innenstrang auf. Schienenriffel, die auf beiden Schienensträngen auftreten sind in Meterspurgleisen hingegen eher wenig anzutreffen.

Somit kann festgehalten werden, dass bei allen 15 Bahnen an der Schiene als hauptsächliche Schadensform Schienenverschleiss und Schlupfwellen auftreten. Im Projekt P4 werden Aussagen zu den Anteilen aus bogeninneren und bogenäusseren Schienen sowie bei den bogenäusseren Schienen zum Fahrkantenverschleiss und zur verschleissbedingten Erhöhung der Spurweiten gemacht.» (Grundlagenscanning, 2022, S.11)

Ausbrüche im Herzstückbereich von Weichen:

«Bei rund der Hälfte der Bahnen treten im Bereich der Herzstücke von Weichen Ausbrüche an den Fahrflächen (Flügelschiene, Herzstückspitze) auf vgl. Abbildung 8.» (Grundlagenscanning, 2022, S.23)



Abbildung 8, Ausbrüche im Herzstückbereich von Weichen

Gleitspuren von blockierten Rädern auf den Schienenfahrflächen:

«Bei den Schienen äussern sich die Schädigungen in Form von Schleuderstellen sowie Gleitspuren und bei den Rädern in Form von Flachstellen. In Abbildung 9 bis Abbildung 10 sind die Antworten der Bahnen aufgeführt.» (Grundlagenscanning, 2022, S.28)

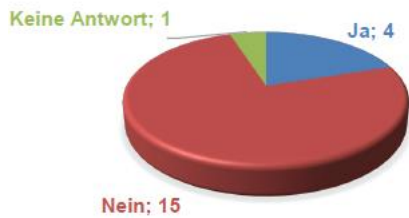


Abbildung 9, Gleitspuren von blockierten Rädern auf den Schienenfahrflächen

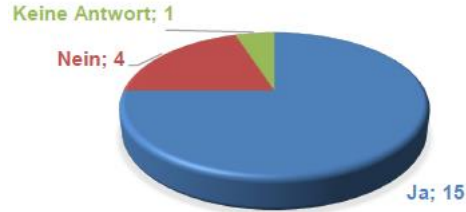


Abbildung 10, Schleuderstellen auf Schienenfahrflächen

3.2 Umfrage P3, Kapitel 2.2.1 Rad- und Schienenprofil in [7]

Im Rahmen des Lieferobjekts 2.2.1 Rad- und Schienenprofil aus dem P3 wurden die Meterspurbahnen u.a. nach den Schäden an Rad und Schiene befragt. Die Meterspurbahnen konnten hierbei Angaben zu den jeweiligen Schadenstypen und deren Ausprägung (keine Schäden, geringe Schäden, starke Schäden) machen.

Rad

Die Umfrage P3 zu den Schäden am Rad zeigt, dass eine mehrheitlich gleichmäßige Verteilung der Schäden vorhanden ist (vgl. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Rollkontaktermüdung vor allem in Zone 3 und 4 auftritt, wo sie bei 56% bzw. 44% bei den Bahnen zu leichten bis schweren Schäden führen. Die Rollkontaktermüdung in Zone 1 und Zone 2 (vgl. Abbildung 11) ist mit 28% bzw. 33% leichten bis starken Schäden insgesamt weniger ausgeprägt. Der Spurkranzverschleiss sorgt bei 50% der befragten Bahnen für leichte bis starke Schäden. Eindrückungen und Polygonisierung sind bei jeweils 39% der Bahnen Ursache für leichte bis starke Schäden. Risse sind nur bei einer Bahn Grund für leichte Schäden, was einen Anteil von 6% ergibt.

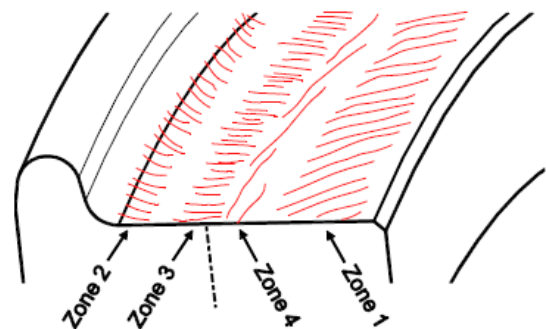


Abbildung 11, RCF Zone 1 - Zone 4 [1]

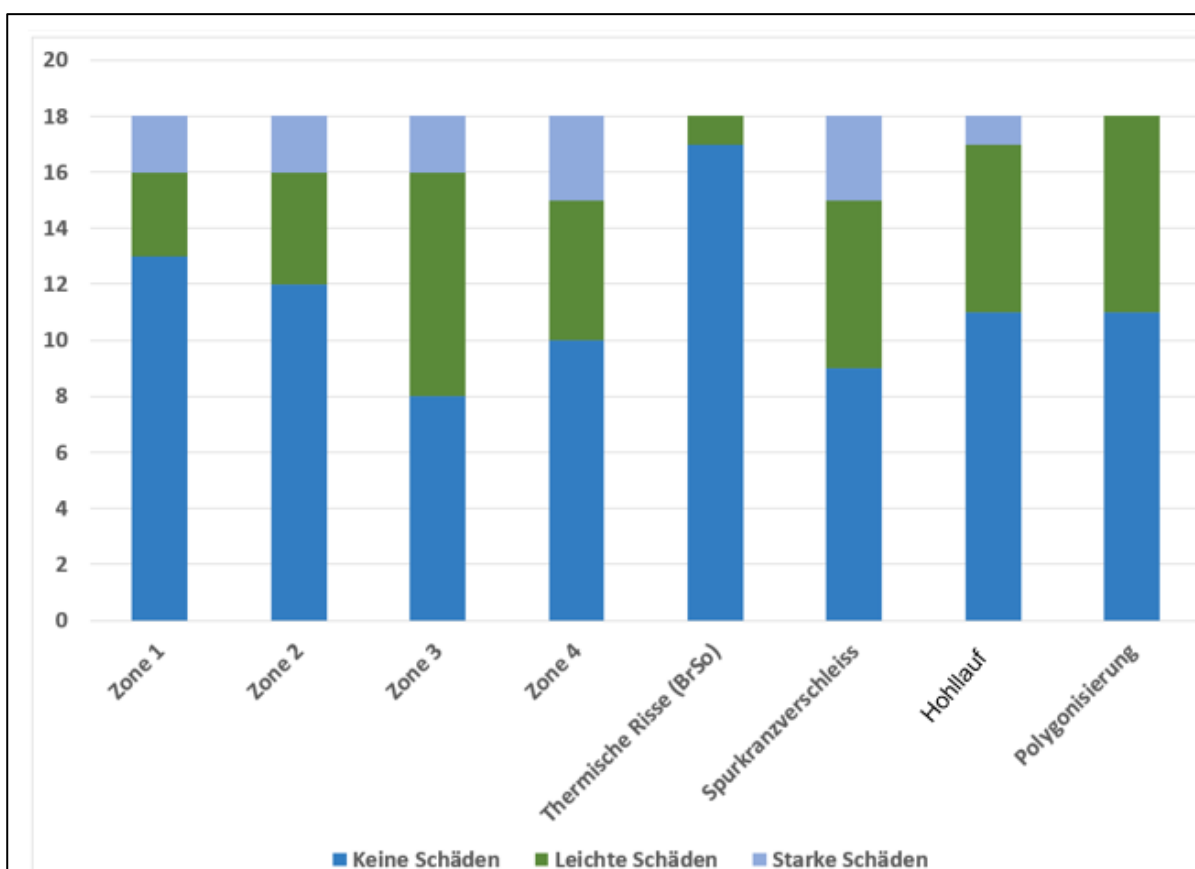


Abbildung 12, Umfrage P3 - Schäden am Rad

Schiene

Die Umfrage P3 zu den Schäden an der Schiene zeigt eine mehrheitlich gleichmäßige Verteilung der Schäden (vgl. Abbildung 13).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass an der Schiene Schlupfwellen und Schleuderstellen die häufigsten Schäden sind. Diese sind bei 100% bzw. 94% der Bahnen für leichte bis starke Schäden bei den Meterspurbahnen verantwortlich. Auch Querrisse, Headchecks und Abblätterungen treten vielfach auf und sind bei 56% bzw. 67% der Bahnen für leichte bis starke Schäden verantwortlich. Verquetschungen sind bei 44% der Bahnen die Ursache für leichte bis starke Schäden.

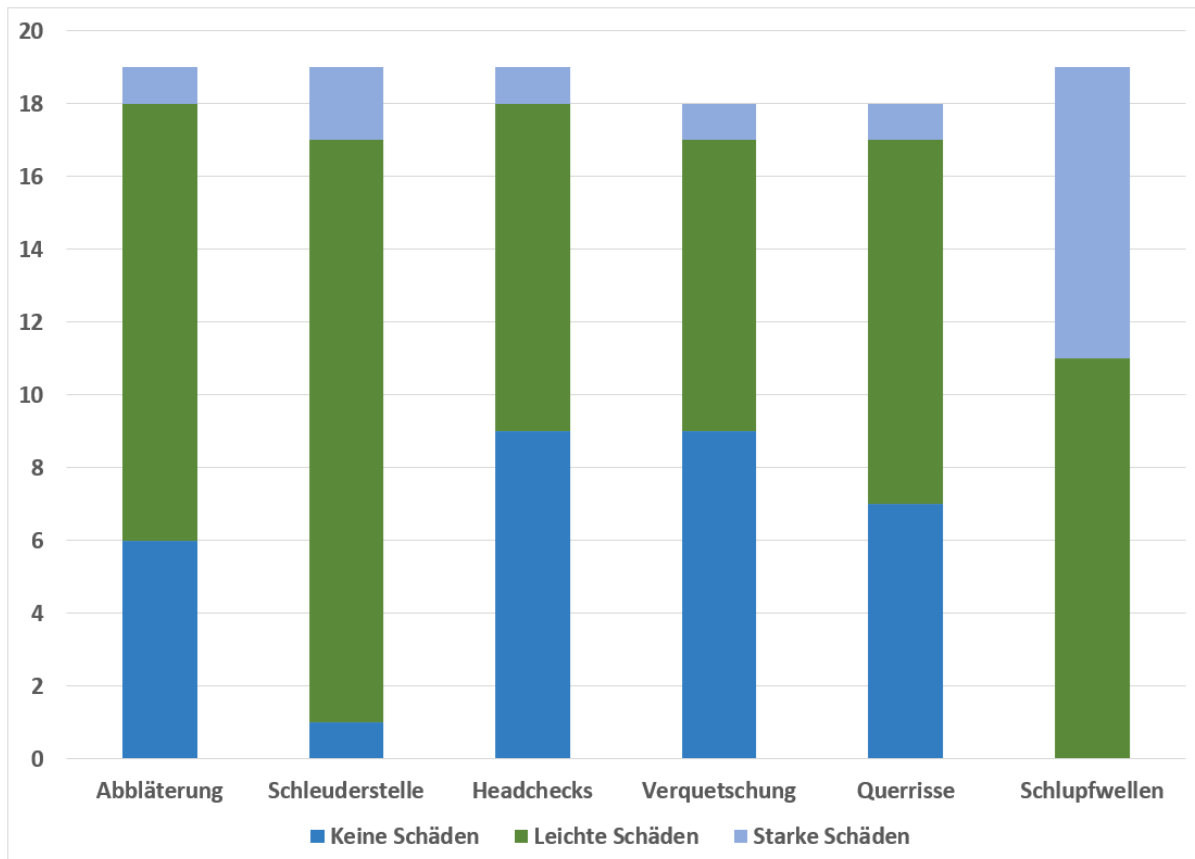


Abbildung 13, Umfrage P3 - Schäden an der Schiene

3.3 Rückfrage bei Bahnen (vgl. Anhang 6.1)

Im Zusammenhang mit der Erstellung des vorliegenden Dokuments wurden zusätzlich einzelne Meterspurbahnen nochmals konkret nach den Gründen für die Reprofilierung der Räder bzw. das Schleifen der Schienen befragt.

3.3.1 MGB

Rad

Die Reprofilierungen werden hauptsächlich aufgrund von Flachstellen und Ausbrüchen durchgeführt. Zudem kommt es vor, dass Durchmesserunterschiede (rechts / links oder von Triebdrehgestell zu Triebdrehgestell bei einem einzigen Stromrichter pro Fahrzeug) angeglichen werden müssen. Selten muss das Profil auch aufgrund von Kerben oder Mulden reprofiliert werden, die aufgrund der Klotzbremse auftreten können. Der Spurkranzverschleiß ist unproblematisch.

Schiene

Das Schleifen der Schiene passiert vor allem aufgrund von Schlupfwellen, Verschleiß (Querprofilveränderungen) und aufgrund der Beurteilung des Fahrbahnteams.

3.3.2 MOB

Rad

Der Spurkranzverschleiss ist ein Problem, aber nicht unbedingt die Ursache für das Reprofilieren. Bei gemischten Adhäsions- Zahnradfahrzeugen wird die maximale Durchmesserdifférenz zwischen den Rädern desselben Radsatzes teilweise erreicht und führt zu einer Reprofilierung. Bei allen Fahrzeugen tritt Hohllauf auf, was zu Reprofilierungen führt.

Schiene

Bei der Schiene werden anhand der Rückmeldungen des Streckenläufers Schienen gewechselt oder geschliffen. Die Rückmeldungen wurden nicht systematisch festgehalten.

3.3.3 RBS

Rad

Der Spurkranzverschleiss ist massgebend für den Materialabtrag. In der Regel ist der radiale Verschleiss am Spurkranz ca. doppelt so gross wie der an der Laufläche. Zudem werden die Reprofilierungen anhand von hinterlegten Erfahrungswerten der Laufleistung geplant. Die Gründe sind hier je nach Fahrzeugtyp instabiler Fahrzeuglauf oder zu kleines qR – Mass. Flachstellen sind eher selten ein Grund zur Reprofilierung.

Schiene

Die Schienen werden entweder aufgrund von Schlupfwellen oder vorsorglich in einem bestimmten Intervall geschliffen. Das vorsorgliche Schleifen erfolgt vor allem deswegen, weil sich das Verschleissprofil einer Einbauneigung von 1:20 angleicht anstatt die nominelle Einbauneigung von 1:40 beizubehalten und in der Folge eine ungünstige zweipunkt Berührung entsteht.

3.3.4 RhB

Rad

Über alle Triebfahrzeuge geschehen erfolgen die Reprofilierungen aufgrund von Verschleiss und damit einhergehenden Überschreitungen der Geometriegrenzwerte (ca. 70%), wobei es sich mehrheitlich um Hohllauf handelt. Weitere Ursachen für die Reprofilierung sind Flachstellen (ca. 15%) und Ausbrüche (ca. 15%).

Schiene

Die Schienen werden hauptsächlich in Bögen aufgrund von Schlupfwellen und in Geraden mit hohen Geschwindigkeiten aufgrund von Riffeln geschliffen. Bei älteren Schienen kommt es teilweise zu Rollkontaktermüdung, wobei in solchen Fällen aber auf das Schleifen verzichtet wird, weil bei dieser Schadensform tiefere Risse entstehen könnten und einen Wechsel der Schiene notwendig machen würden.

3.3.5 TMR

Rad

Die Reprofilierung erfolgt aufgrund des Überschreitens der Grenzwerte der Spurkranzhöhe, Differenzen der Raddurchmesser beim gleichen Radsatz rechts und links, zu grossem Spurmass oder Auswälvungen. Der Spurkranzverschleiss spielt hingegen keine Rolle. Zudem werden die Radsätze nach festen Intervallen gemäss Erfahrungswerten neu profiliert.

Schiene

Aufgrund der Zahnstange und der Stromschiene werden die Schienen kaum geschliffen, da die meisten Fremdfahrzeuge das Lichtraumprofil verletzen und deshalb Schleifmaschinen nur erschwert Zugang zum gesamten Schienennetz haben.

3.3.6 TPF

Rad

Die Reprofilierung der Räder wird präventiv gemäss Erfahrungswerten durchgeführt. Zudem wird beim Überschreiten der Toleranzen, bei Flachstellen, bei Ausbrüchen, bei Rissen oder bei Abplatzungen reprofiliert. Spurkranzverschleiss ist aufgrund des präventiven Reprofilierens kein Treiber.

Schiene

Die Schienen werden aufgrund von Riffeln, Schlupfwellen oder Überschreiten von Toleranzen beim Profil geschliffen.

3.3.7 zb

Rad

Der Spurkranzverschleiss ist aktuell kein Grund zum Reprofilieren. Dies vor allem aufgrund der Reduktion der Spurkranzdicke von 27mm auf 25mm und der Optimierung der Spurkranzschmierung.

Reprofiliert wird aufgrund von Ausbrüchen und Rissen auf den Radlaufflächen, welche vermutlich aufgrund der erhöhten Kontaktspannung infolge der veränderten Kontaktgeometrie der neuen 400er Schienen auftreten.

Schiene

Geschliffen bzw. gefräst wird ausschliesslich aufgrund von Schlupfwellen in den engen Bögen. Es gab in den letzten zwei Jahren einmal Schleifarbeiten aufgrund von alten flachgefahrenen Schienen, wo der Spurkanal zu eng wurde (instabiler Fahrzeuglauf war da die Folge).

3.4 Zusammenfassung der Umfragen bei den Bahnen

Aus der Gegenüberstellung der Aussagen aus den Umfragen und der Rückfragen bei den Meterspurbahnen (Kapitel 3.1, Kapitel 3.2 und Kapitel 3.3) werden in den Kapiteln 3.4.1 und 3.4.2 die auftretenden Schäden bei den Meterspurbahnen festgehalten.

3.4.1 Rad

Das Grundlagenscanning zeigt, dass hauptsächlich Verschleiss zur Reprofilierung der Räder führt. Mit 40% Spurkranzverschleiss und 27% Fahrflächenverschleiss ergibt sich dafür 67%. Auch in der Umfrage P3 wird er Spurkranzverschleiss bei der Hälfte aller Bahnen als auftretender Schaden angegeben. Ob der Laufflächenverschleiss aus dem Grundlagenscanning auch einer bestimmten Schadensform aus der Umfrage P3 zugeordnet werden kann, lässt sich hier nicht beantworten. Die Rückfrage bei den Meterspurbahnen ergab, dass ca. 50% der befragten Bahnen den Spurkranzverschleiss sowie auch Ausbrüche als problematisch bzw. als Grund für das Reprofilieren angaben, was die Aussage des Grundlagenscannings bzw. der zusätzlichen Umfrage untermauern.

Im Grundlagenscanning sind die Schadenstypen Polygonisierung mit 10% und Flachstellen mit 8% die meistgenannten Gründe für das Reprofilieren der Räder. Die restlichen Gründe sind ebenfalls Schäden, welche insgesamt aber lediglich 15% der Gründe ausmachen. Die Umfrage P3 zeigt einen noch höheren Anteil der Polygonisierung (39%), macht jedoch keine Angaben zu den Flachstellen. Bei der Rückfrage bei den Meterspurbahnen wurde Polygonisierung nicht als Grund für das Reprofilieren genannt, Flachstellen hingegen wurden bei ca. 30% der Bahnen erwähnt. Auch allgemeiner Verschleiss (Abweichung vom Nominalprofil) wurde von ca. 50% der befragten Bahnen angegeben.

Die explizite Frage nach dem Auftreten von thermischen Rissen sowie Rillen und Mulden durch Klotzbremsen wurde im Grundlagenscanning von der Mehrheit der Bahnen verneint. Hingegen sind Flachstellen durch blockierte Räder bei der Mehrheit der Bahnen explizit ein Grund für das Reprofilieren der Räder. Die Umfrage P3 ist auf diese Frage nicht explizit eingegangen. Die Rückfrage bei den Meterspurbahnen hat gezeigt, dass nur bei einer der Bahnen Mulden durch die Klotzbremse entstehen können, die zur Reprofilierung führen. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass diese Bahn aufgrund von eingehenden Analysen durch die Systemführerschaft mit Hilfe von dafür geeigneten Hilfsmitteln auf diesen Sachverhalt aufmerksam gemacht wurde. Das kann deshalb auch bedeuten, dass dieser Schädigungsart bei den Bahnen aus Unkenntnis von deren Auswirkungen auf die Berührung von Rad und Schiene und den diesen zugrunde liegenden Mechanismen derzeit keine Beachtung geschenkt wird.

Die Rückfrage bei den Meterspurbahnen hat zudem Durchmesserunterschiede zwischen den beiden Rädern desselben Radsatzes (ca. 50% der befragten Bahnen), fixe Intervalle und Hohllauf (ca. 30% der befragten Bahnen), qR – Mass, Spurmass sowie Spurkranzhöhe und Auswalmungen (jeweils einmalig genannt) als Gründe für die Reprofilierung angegeben.

3.4.2 Schiene

Das Grundlagenscanning zeigt, dass Schienenverschleiss, Schienenriffel und Schlupfwellen die meistgenannten Gründe für das Schleifen bzw. Fräsen der Schiene sind. Diese Gründe machen zusammen 61% aller Antworten aus. Auch die Umfrage P3 nennt Schlupfwellen als häufigsten Schaden an den Schienen. Diese kommen bei allen Meterspurbahnen vor. Die Rückfrage bei den Meterspurbahnen hat ergeben, dass Schlupfwellen von fast 70% der befragten Bahnen als Grund für das Schleifen der Schiene genannt werden und somit der am häufigsten angegebener Grund sind.

Schleuderstellen sowie Materialausbrüche wurden im Grundlagenscanning jeweils zu 10% genannt und gehören ebenfalls zu den häufig genannten Gründen. Die restlichen 19% fassen verschiedene Schäden an den Schienen zusammen. In der Umfrage P3 werden Schleuderstellen mit 94% wesentlich häufiger als auftretender Schaden genannt.

Die explizite Frage nach dem Auftreten von Gleitspuren durch blockierte Räder und Schleuderstellen ergab im Grundlagenscanning, dass vor allem Schleuderstellen einen Einfluss auf das Schleifen bzw. Fräsen der Schiene haben. Ausbrüche an den Weichenherzstücken kommen bei der Hälfte der Bahnen vor. Die Umfrage P3 ist auf diese Frage nicht explizit eingegangen, nennt dafür aber Querrisse, Headchecks und Abblätterungen als häufig auftretende Schäden.

Auf die Rückfrage bei den Meterspurbahnen wurde zudem Verschleiss des Querprofils, Riffel, Anpassung bzw. Korrektur der Schienenneigung (nur Schienenkopf betrachtet) als Grund für das Schleifen genannt. Rollkontaktermüdung wurde nur von einer Bahn als Grund für das Schleifen der Schiene angegeben.

4 Fazit

Um der in Kapitel 1 beschriebenen Problemstellung und dem beschriebenen Untersuchungsziel Rechnung zu tragen, werden für das Fazit die recherchierten möglichen Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen (vgl. Kapitel 2) den Antworten der Meterspurbahnen (vgl. Kapitel 3) gegenübergestellt.

4.1 Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

Aus der Gegenüberstellung der recherchierten möglichen Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Fräsen bzw. Schleifen der Schienen aus den Regelwerken, Normen und Schadenskatalogen (vgl. Kapitel 2) zu den Antworten der Meterspurbahnen (vgl. Kapitel 3) kann folgendes festgehalten werden:

- In der öffentlich zugänglichen Literatur werden deutlich mehr Fehlerarten an Rad und Schiene aus der Interaktion beschrieben als von den Meterspurbahnen bei Umfragen genannt werden.
- Es ist davon auszugehen, dass die Antworten der Meterspurbahnen lückenhaft bzw. nicht vollständig sind.
- Die Fehlerarten werden in der Fachliteratur spezifischer beschrieben als dies bei den Meterspurbahnen der Fall ist (z.B. «Ausbröckelungen Zone 1 – 4» anstatt einfach «Ausbrüche»).
- Bei den Meterspurbahnen werden vielfach allgemeine Ausdrücke wie «Verschleiss» und «Schäden» verwendet. Diese Aussagen lassen jedoch wenig Rückschlüsse auf die Ursachen zu, wodurch Verschleiss bzw. Schäden genau entstanden sind.
- Es wird vermutet, dass teilweise Fehlerarten bzw. deren Begriffe bei den Meterspurbahnen nicht immer ganz korrekt den festgestellten Beobachtungen zugeordnet werden (z.B., dass Schlupfwellen als Riffel bezeichnet werden).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass bei den Meterspurbahnen Wissenslücken bezüglich der Fehlerarten bzw. der möglichen Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Schleifen bzw. Fräsen der Schiene vorhanden sind. Dies zeigt sich darin, dass nur eine geringe Anzahl verschiedener Fehlerarten genannt und diese nicht spezifisch beschrieben und den verschiedenen Bereichen der Fahrflächen zugeordnet werden. Eine genaue Analyse der Gründe für die Reprofilierung der Räder und das Bearbeiten der Schienen ist aufgrund der Rückmeldungen der Bahnen nicht möglich und erschwert es daher entsprechende Gegenmassnahmen zur Verbesserung einzuleiten.

4.2 Empfehlungen

Es ist ratsam, gezielte Massnahmen zur Schliessung von Wissenslücken bezüglich Schäden und Verschleiss an Rad- und Schienenflächen zu ergreifen. Eine detaillierte Analyse der Ursachen für Radneuprofilierung und Schienenfräsen oder -schleifen ist entscheidend, um entsprechende Verbesserungs-massnahmen zu initiieren. Hierfür sollte Fachwissen und spezialisiertes Personal in Meterspurbahnen aufgebaut und ergänzende Prozesse implementiert werden, um verschiedene Fehler präzise zu erfassen. Eine Möglichkeit hierzu ist die Schulung von Wissensmodulen durch RAILplus. Dabei ist darauf zu achten, dass diese Schulungen für alle betroffenen Personen angemessen erfolgen.

5 Verzeichnisse

5.1 Revisionen

<i>Rev.</i>	<i>Datum</i>	<i>Bearbeiter</i>	<i>Beschrieb der Anpassung</i>
1.0	01.01.2021	Vorname Name	Erstellung

5.2 Referenzen

- [1] VÖV-Verband öffentlicher Verkehr: R-RTE 41000, Instandhaltung Radsätze Normalspur, 01.09.2015
- [2] VÖV-Verband öffentlicher Verkehr: R-RTE 41500, Instandhaltung Radsätze Meterspur, 15.07.2012
- [3] Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV), SN EN 15313 - Bahnanwendungen – Radsätze und Drehgestelle – Radsatzinstandhaltung, 09.2016
- [4] Rhätische Bahn, Anhang A.3 Schadenheft Streckenwärter, 25.03.2020
- [5] SN EN 17397-1, Schweizerische Normen – Vereinigung, Bahnanwendungen – Schienenfehler – Teil 1: Handhabung von Schienenfehlern
- [6] RAILplus, Lieferobjekt 1.2 Grundlagenscanning, 24.10.2022
- [7] RAILplus, Lieferobjekt 2.2.1 Rad- und Schienenprofile (Entwurf), 06.07.2023

5.3 Abbildungen

Abbildung 1, Beispiel Tabelle Gründe für das Reprofilieren der Räder.....	9
Abbildung 2, Beispiel Tabelle Gründe für das Reprofilieren der Räder.....	12
Abbildung 3, Schadensformen an den Rädern.....	14
Abbildung 4, Entstehung thermische Risse bei klotzgebremsten Rädern.....	15
Abbildung 5, Entstehung Rillen und Mulden an Fahrflächen durch Klotzbremsen.....	15
Abbildung 6, Flachstellen durch blockierte Räder.....	15
Abbildung 7, Schadensformen an der Schiene	16
Abbildung 8, Ausbrüche im Herzstückbereich von Weichen.....	16
Abbildung 9, Gleitspuren von blockierten Rädern auf den Schienenfahrflächen.....	17
Abbildung 10, Schleuderstellen auf Schienenfahrflächen.....	17
Abbildung 11, RCF Zone 1 - Zone 4 [1].....	18
Abbildung 12, Umfrage P3 - Schäden am Rad.....	18
Abbildung 13, Umfrage P3 - Schäden an der Schiene	19

5.4 Tabellen

Tabelle 1, Fehlerarten Rad	11
Tabelle 2, Fehlerarten Schiene	13

6 Anhang

6.1 Rückfrage bei den Meterspurbahnen

6.1.1 MGB

→ Interne Recherche

6.1.2 MOB

Salut Aaron

- a) Oui, l'usure du boudin est encore un problème. Ce n'est pas forcément la cause du reprofilage, mais cela implique une grande perte au rayon. En cas de forte usure du boudin, nous reprofilons avec un autre profil. Jusqu'à maintenant, ne n'utilisons ce profil que pour les 7500 (GTW). A l'avenir, nous l'utiliserons aussi pour d'autres véhicules. Exemple d'un essieu porteur d'une 7500 (ABe 2/6 GTW) avec beaucoup d'usure du boudin.

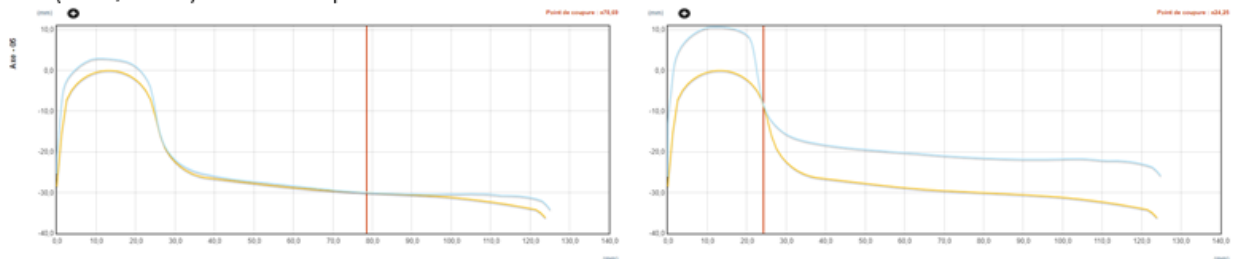


Figure 1 Véhicule 7503, essieu 5. 03.07.2023. En bleu : profil mesuré ; en jaune : profil nominal MOB (TA403406) après reprofilage. La ligne rouge correspond à la position y qui détermine la perte au rayon.

Avec le profil « rattrapage boudin », nous ne perdons pas de matière au rayon. Il est possible de profiter cet avantage qu'une fois. Si un deuxième épisode d'usure de boudin se produit après un reprofilage avec le profil de rattrapage, il y aura une grande perte au diamètre.

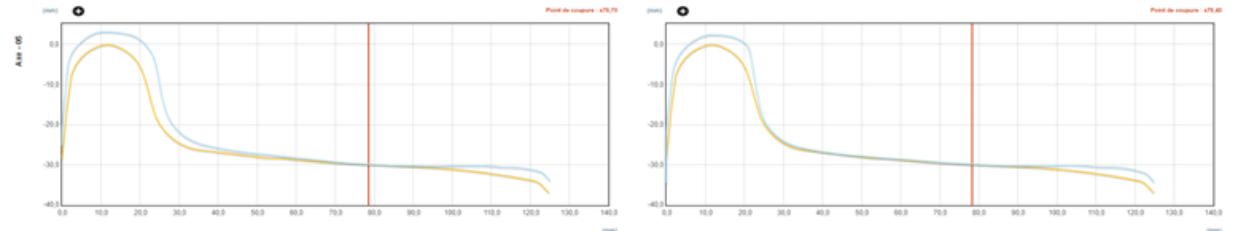


Figure 2 Véhicule 7503, essieu 5. 03.07.2023. En bleu : profil mesuré ; en jaune : profil de rattrapage de boudin (02-7500-04-003).

Si l'usure du boudin est faible, il n'y a pas de conséquence. Exemple de la figure 3, $qR = 7.03$ mm, $Sd = 27.13$. (nominal : $qR = 7.54$, $Sd = 27.19$). On voit sur la figure 1, partie de gauche que la faible usure du boudin ne fait rien perdre au rayon. La position limite se trouve en $y = 78$.

- b) La hauteur de boudin n'atteint jamais la cote maximale. Nous devons toujours reprofiler plus tôt
- Dans le cas des GTW (crémaillère et adhérence) la limite de différence de diamètre est parfois atteinte (1mm)
 - Pour tous les véhicules, on a un problème de creux. Cette mesure est nouvelle au MOB. Nous avons découvert une usure sur les cœurs des appareils de voie. Le problème ne vient pas du creux selon la définition de la RTE 29500, mais un creux réel. Je suis en train de rédiger un rapport sur ce sujet. Je mets le brouillon en pièce jointe.

Infrastructure

Jusqu'à récemment, on n'avait pas de mesures au sens strict. C'était les retours de la ronde qui nous indiquaient si on devait changer des rails ou meuler. Donc pas de valeur limite et une grande appréciation du rondour. Maintenant, on est en phase de transition. On n'a pas encore de valeur limite pour l'usure du rail.

Gaël Vuillème

6.1.3 RBS

Hallo Aaron

Ich kann dir folgende Antworten geben

Stand der Arbeiten

Das Dokument LO 2.2.2 liegt im Entwurf vor. Aaron hat das Dokument LO 2.2.2 mit Roland vorbesprochen. Im Zusammenhang mit diesem Lieferobjekt möchte Roland folgende Punkte geklärt haben:

- a) Ist der Spurkranzverschleiss noch ein Thema für die Reprofilierung?
Zum Beispiel hat bei der zb ein Jahr lang die Spurkranzschmierung operiert. Es musste bei der Reprofilierung viel Material abgetragen werden, wegen dem starken Spurkranzverschleiss.
Frage: Was hilft die Spurkranzschmierung bezüglich der Reprofilierung? In der Regel bedeutet eine Reduktion von 1 mm der Spurkranzdicke durch Verschleiss eine Abtragung von 5 mm des Durchmessers für die Wiederherstellung des Nominalprofils.
Diese Aussagen sind bei den Bahnen zu verifizieren. Die nötigen Daten sollten bei den Bahnen vorliegen.

Beim RBS sind für die Flotten Worbla und NExT (Beides Stadler BJ2010 und jünger) der Verschleiss am Spurkranz massgebend für den max. Materialabtrag. In der Regel ist der Radiale Verschleiss am Spurkranz doppelt so gross wie an der Lauffläche.

- b) Die maximal mögliche Abtragung bei der Radlauffläche, 28 mm Spurkranzhöhe werden bei gewissen Bahnen bis 38 mm erhöht. Sehr oft werden bei 30 bis 32 mm reprofiliert.
Wieso kann der Verschleissvorrat beim Rad nicht ausgenutzt werden? Sind hier andere Gründe massgebend? Z.B. Durchmesserdiffenz links/rechts? Oder bei den verkoppelten Antrieben?

Bei uns werden die R0's anhand der Laufleistung geplant. Dafür sind im SAP für jedes Drehgestell bestimmte Laufleistungen hinterlegt. Diese Laufleistungen sind anhand von Erfahrungen gewählt worden. So muss der R0 bei den Secondas früher geschehen da diese Fahrzeuge relativ sensibel sind und dadurch schneller zu einem instabilen Lauf neigen. Bei den NExT haben wir das Problem das uns normalerweise das qR-Mass zu klein wird und dadurch die Laufleistung gegeben ist. Bei den Worblas haben wir als ersten anhaltspunkt die Werte der NExT übernommen. In der Zwischenzeit wissen wir das speziell die JDG höhere Laufleistung durchaus ertragen und wir sind hier die Intervalle am Strecken. Bei den Dienstfahrzeugen haben wir andere Einflüsse die einen R0 zwingend machen. Flachstellen sind bei den Personenzügen eher selten und kommen nur bei Störungen vor.

Generell lässt also sagen wir haben unserer Gründe wieso wir früher Reprofilieren. Jedoch sind unsere Laufleistung zwischen den R0's mit je nach DG-Variante und Fahrzeug zwischen 160'000 und 300'000km eher gross.

Bei der Schiene gilt die gleiche Frage. Wieso werden die Schienen geschliffen bzw. gefräst?

Bei uns werden die Schienen geschliffen. Entweder geschieht dies wegen Schlupfwellen oder vorsorglich in einem bestimmten Intervall. Unser Radprofil reagiert relativ heikel auf eine falsche Schienenneigung. Wir verwenden 1:40 es hat sich jedoch gezeigt das gewisse Fahrzeug bei engen Bögen das Profil der äusseren Schiene in Richtung 1:20 abnutzen und so uns im Anschluss wegen ungünstiger 2-Punktberührung die Radprofile zerstören (speziell das qR-Mass). Darum schleifen wir gewisse Kurven vorsorglich.

Falls du weitere Fragen hast können wir das gerne einmal bilateral oder zusammen mit Roland besprechen.

Gruess Lukas

Lukas Schuler

6.1.4 RhB

Hallo Aaron

Sorry für die späte Antwort.

Bei uns werden die Räder (~70% der Reprofilierungen) aufgrund Verschleiss – Überschreitung der Geometriegrenzwerte – reprofiliert. Sehr oft ist es Hohllauf.

Die Andere Gründe sind Flachstellen (~15%) und Ausbrüche (~15%).

Diese Anteile gelten für Treibzüge und Loks gleichermassen.

Wenn Du andere detailliertere Antworten/Informationen benötigst, kann ich sicherlich nochmals genau anschauen.

Bezüglich die Reprofilierungsgründen der Schienen, wenn ich mich gut erinnere, während der FIMO-Vorstellung bei der RhB am 05.05. wurde das Thema Reprofilierungsgründen der Schienen kurz besprochen.

@Lukas Ich habe es im Kopf, dass bei uns die Schienen am meisten für Schlupfwellen geschliffen/gefräst werden. Hast du vielleicht mehrere Infos dazu?

Beste Grüsse

Ale

Guten Morgen Ale

Also wir haben grundsätzlich 4 Varianten, wann unsere Schienen geschliffen/gefräst werden.

1. Hauptsächlich in Bögen bei der Entstehung von Schlupfwellen.
2. Im Vereinatunnel - Gerade mit langwelligen «Riffeln» und hohen Geschwindigkeiten, kleinen Rädern
3. Ältere Schienen haben in einzelnen Fällen eine oberflächliche Rollkontaktermüdung. Wird dies nicht weggeschliffen, dann könnten tiefere Risse entstehen, die einen Wechsel notwendig machen würden. Kommt selten vor.
4. Neulagenschleifen der Schiene sollte grundsätzlich nach dem Einbau stattfinden und wird in den meisten Fällen auch innerhalb einer gewissen Frist erledigt.

Beste Grüsse

Lukas

Rhätische Bahn AG

Infrastruktur - Fahrbahnentwicklung

Lukas Sing

6.1.5 TMR

Hallo Aaron,

Anbei unsere internen Toleranzen beim Vermessen der Profile :

Spurkranzhöhe : 28.8 bis 36mm

Spurkranzdicke : 26 bis 19mm (MDG) und 26 bis 22mm (LDG) / Unterschied links-rechts +/- 1mm

qR-Mass : über 6.5mm

Unterschied Raddurchmesser links-rechts : 2mm

Radrückenabstand : 932 bis 934mm

Wenn die Toleranz überschritten wird, werden die Räder neu profiliert. Spurkranzverschleiss und Flachstellen sind bei uns kein Thema. Entweder erfolgt die Bearbeitung auf dem UFD wegen Spurkranzhöhe, Unterschied L/R, Spurmass zu breit oder Auswalzungen.

Desweiteren werden die Radsätze alle X km neu profiliert :

- MDG : 80'000 bis 100'000 km
- LDG : 100'000 bis 120'000 km

Woher diese Erfahrungswerte kommen, ist uns nicht bekannt.

Typischerweise werden ca. 8-10mm am Raddurchmesser (gemessen über die Spurkränze) abgedreht. Es entspricht ein paar zehntel bis im Millimeterbereich Durchmesserreduktion an der Messkreisebene.

Die Schiene werden kaum geschliffen, Grund : Zahnstange und Stromschiene sind oft im Lichtraumprofil bei den meisten Fremdfahrzeugen.

Für Rückfragen stehe ich gerne zur Verfügung

Schöne Woche und viele Grüsse

TMR

TMR SA – Matériel Roulant

THIBAUD PINNA

6.1.6 TPF

Salut Aaron,

Voici les réponses que j'ai pu obtenir à tes questions :

- Quelles sont les raisons du reprofilage des roues chez les tpf ?
 - o Meulage préventif : tous les 90'000km sur les bogies moteurs, tous les 180'000km sur les bogies porteurs.
 - o Meulage correctif : en cas de cote hors tolérance.
- L'usure des boudins est-elle un moteur pour le reprofilage ?
 - o Toute cote hors tolérances peut générer un reprofilage ; mais avec le meulage préventif, les sorties de tolérance se font plus rares.
 - o Les méplats, la qualité de la matière, les trous, les fissures et les écailles peuvent aussi générer un reprofilage.
- De quelle épaisseur faut-il diminuer la surface de roulement pour une réduction de 1mm de boudin ? 5mm pour 1mm ?
 - o Le rapport 5mm pour 1mm est correct.
- Est-ce que l'enlèvement maximal possible de la bande de roulement de 28mm a-t-il été augmenté ? À 30 - 38mm ?
 - o *Aucune réponse n'a pu être trouvée.*
- Pourquoi la réserve d'usure de la roue ne peut-elle pas être exploitée ? Y a-t-il d'autres raisons telles que des différences de diamètre gauche - droite ou des entraînements couplés ?
 - o *Aucune réponse n'a pu être trouvée.*
- Quelles sont les raisons du reprofilage des rails chez les tpf ?
 - o Usure ondulatoire, cotes du profil hors tolérances, traces de patinage,...
- Est-ce que les rails sont fraisés ou meulés ?
 - o Meulés.

Ça n'est pas complet, mais j'ai fait ce que j'ai pu.

Certaines des informations n'étaient vraiment pas évidentes à trouver... 😊

A plus,

Lysandre

Lysandre PASQUIER
Ingénieur chef de projet

Salut Aaron,

Le reprofilage préventif se fait à 90'000km par expérience.

Si j'ai bien compris, cette valeur s'est affinée avec le temps et il semblerait qu'actuellement elle soit la plus adaptée/pertinente.

Concernant le « meulage » des roues : je pense qu'il s'agit d'une erreur de mon collègue.

A mon avis, ils voulaient simplement parler de « tournage ». 😊

Bonne journée !

Lysandre

Lysandre PASQUIER
Ingénieur chef de projet

6.1.7 zb

Hallo Aaron

So, nun komme ich auch dazu auf dein Mail zu antworten.

- Bei der zb ist der Spurkranzverschleiss aktuell kein Thema zum Reprofilieren. Dies vor allem, weil wir das Radprofil von 27 auf 25mm Spurkranzdicke reduziert und die Spurkranzschmierung optimiert haben. Genauere Infos zur Optimierung der SKS könnte ich dir noch geben, falls das für P3 von Interesse ist.
- Wir Reprofilieren aktuell, weil dir Radlaufflächen Ausbrüche und Risse aufweisen. Diese entstehen vermutlich aufgrund von erhöhten Kontaktspannungen aufgrund der veränderten Kontaktgeometrie mit dem Einsatz der neuen 400er Schienen.
- Geschliffen bzw. gefräst wird bei der zb ausschliesslich aufgrund von Schlupfwellen in den engen Bögen. Es gab in den letzten zwei Jahren einmal Schleifarbeiten aufgrund von alten flachgefahrenen Schienen, wo der Spurkanal zu eng wurde. (Instabiler Fahrzeuglauf war da die Folge)

Passen dir diese Infos so?

Viele Grüsse

Nik