

Digitalisierung in der zerstörungsfreien Prüfung für Eisenbahnräder

Thomas WÜRSCHIG¹, Daniel WERNER¹, Andreas FRANZEN¹, Frank HENRIX¹,
Uwe PHILLIPS¹, Paul BUSCHKE¹

¹ Waygate Technologies, Baker Hughes Digital Solutions GmbH, Hürth

Kontakt E-Mail: thomas.wuerschig@bakerhughes.com

Kurzfassung

Durch die immer höher werdenden Geschwindigkeiten, Lasten sowie zurückzulegenden Distanzen sind Eisenbahnräder eine der kritischsten sicherheitsrelevanten Elemente im Schienenverkehr. Die zerstörungsfreie Prüfung dient dazu, Materialfehler oder -schäden frühzeitig zu erkennen und daraus resultierend entsprechende Sicherheitsmaßnahmen anzuwenden, um ein katastrophales Materialversagen im Betrieb zu verhindern. Weltweit schreiben deshalb Normen für den Schienenverkehr u.a. auch die regelmäßige Ultraschallprüfung in der Produktion sowie während entsprechender Wartungsintervalle vor. Krautkrämer WheelStar Prüfanlagen sind genau für diesen Zweckvorgesehen und werden zur Zeit vor allem für die In-line Inspektion für Räder in Hochgeschwindigkeitszügen eingesetzt. Aufgrund des hohen Automatisierungsgrades, innovativer Prüfverfahren sowie des benutzerfreundlichen Bedien- und Auswertekonzepts sind diese Anlagen ein gutes Beispiel, wie die Design-Prinzipien von Industrie 4.0 in der zerstörungsfreien Prüfung eingesetzt werden können.

Im vorliegenden Beitrag wird vor allem darauf eingegangen, wo und wie Digitalisierung in der Schienenradprüfung genutzt werden kann und welchen Beitrag die Krautkrämer WheelStar Prüfanlagen dazu beitragen können. Dies beginnt bereits bei der Herstellung der Räder und setzt sich dann in den verschiedenen Stufen während des Betriebs und der Wartung fort. Es wird gezeigt, dass die Anwendung von Industrie 4.0 zu einer Optimierung der Prüfung führt, aus der u.a. eine erhöhte Zuverlässigkeit und damit verbunden eine weitere Verbesserung des Sicherheitskonzepts resultiert. Weitere Entwicklungen versprechen zukünftig eine direkte Rückkopplung der Prüfung zu benachbarten Funktionen. Auf diese Weise wird es möglich sein, unter Anwendung höherer Sicherheitsstandards eine verbesserte Nutzung der Räder zu erzielen und somit deren Lebenszeit zu verlängern.

Digitalisierung in der zerstörungsfreien Prüfung für Eisenbahnräder

Dr. Thomas Würschig,

D. Werner, A. Franzen, F. Henrix, U. Philipps, P. Buschke

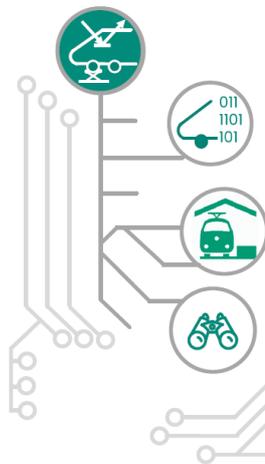
DACH-Jahrestagung 2023 – Zerstörungsfreie Materialprüfung, Friedrichshafen

15. Mai 2023

Copyright 2019 Baker Hughes Company. This material contains one or more registered trademarks of Baker Hughes Company and its subsidiaries in one or more countries. All third-party product and company names are trademarks of their respective holders.

Baker Hughes 

Gliederung



Worum geht es in der Prüfung?

Digitalisierung in der Prüfung

Wie ist der heutige Stand?

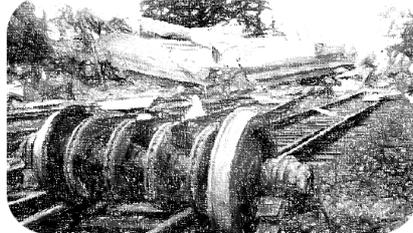
Was verspricht die Zukunft?

Worum geht es in der Prüfung?



- Zerstörungsfreie Prüfung von Eisenbahnradern zum **Nachweis von Materialfehlern** (z.B. Rissbildung, Einschlüsse oder Poren) in einem frühen Stadium
- Anwendung damit verbundener Sicherheitsvorkehrungen zur **Verhinderung von katastrophalen Versagen** durch Materialermüdung während des Betriebes
- Hochgeschwindigkeitszüge einer der kritischsten Bereiche

Eisenbahnräder sind auf Grund der hohen Belastung durch steigende Geschwindigkeiten, Lasten und Entfernungen einer der sicherheitskritischsten Elemente für Schienenfahrzeuge



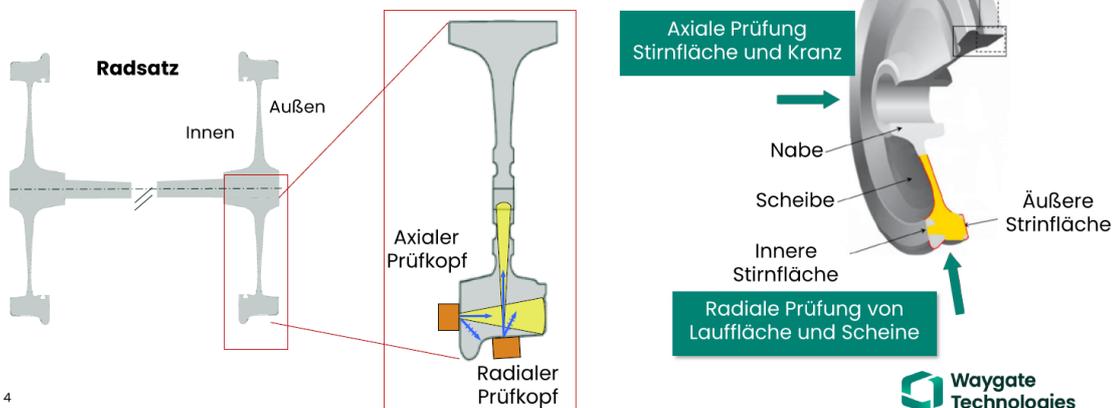
3

Waygate Technologies
a Baker Hughes business

Worum geht es in der Prüfung?



- Weltweite Normen für den Schienenverkehr schreiben regelmäßige Ultraschallprüfung nach Produktion und während des Betriebs vor

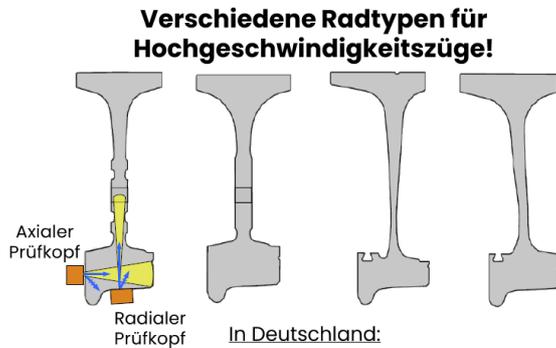


4

Waygate Technologies
a Baker Hughes business

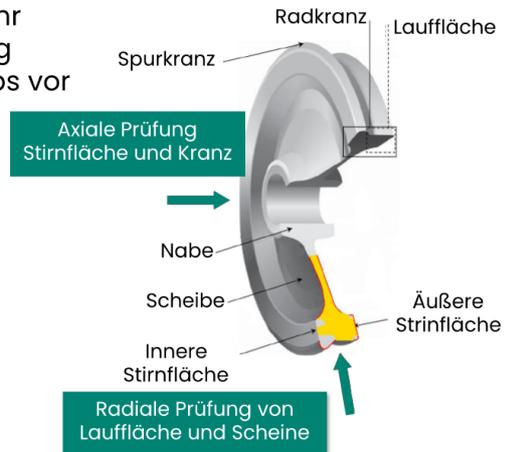
Worum geht es in der Prüfung?

- Weltweite Normen für den Schienenverkehr schreiben regelmäßige Ultraschallprüfung nach Produktion und während des Betriebs vor



In Deutschland:
DIN 27201-7
(Zustand der Eisenbahnfahrzeuge, Zerstörungsfreie Prüfung)
sowie kundenspezifische Prüfanforderungen

5



Waygate
Technologies
© Baker Hughes Business

Unterflurprüfeinrichtung (UFPE) für Bahnräder

- Ultraschallprüfung mit konventioneller und Phased-Array Technologie

- Prüfung von Radsätzen im ein- und ausgebauten Zustand möglich



Krautkrämer WheelStar

6

Waygate
Technologies
© Baker Hughes Business

Unterflurprüfeinrichtung (UFPE) für Bahnräder



Krautkrämer WheelStar



- Anstellung der Ultraschallprüfköpfe von unten
- Automatisierter, Workflow-basierter Prüfablauf
- Drahtloser Datentransfer zum Auswerte-PC über lokales Netzwerk möglich
- Online-Visualisierung der Prüfergebnisse und simultane Aufzeichnung der Rohdaten für weitere Analyse und anschließende Bewertung
- Finale Bewertung vor Ort (direkt nach Messung) oder nach eingehenderer Offline-Auswertung
- Remote support (Fehlerbehebung, Entscheidungsfindung)
- Datenspeicherung auf Server / in Cloud (Prüfergebnisse mit Bewertung)

7



Waygate
Technologies
© Baller Hughes business

Gliederung

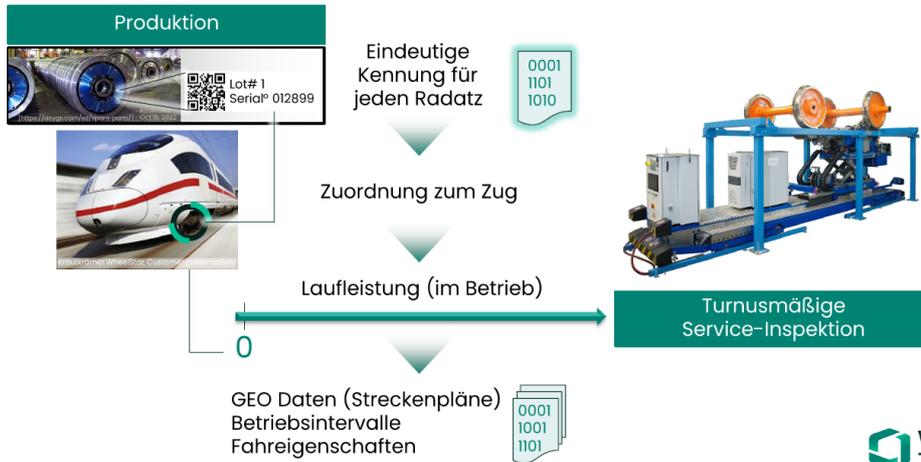


Waygate
Technologies
© Baller Hughes business

Digitalisierung in der Schienenradprüfung



- Wann fängt die Digitalisierung an? ... **Bereits ganz am Anfang!**

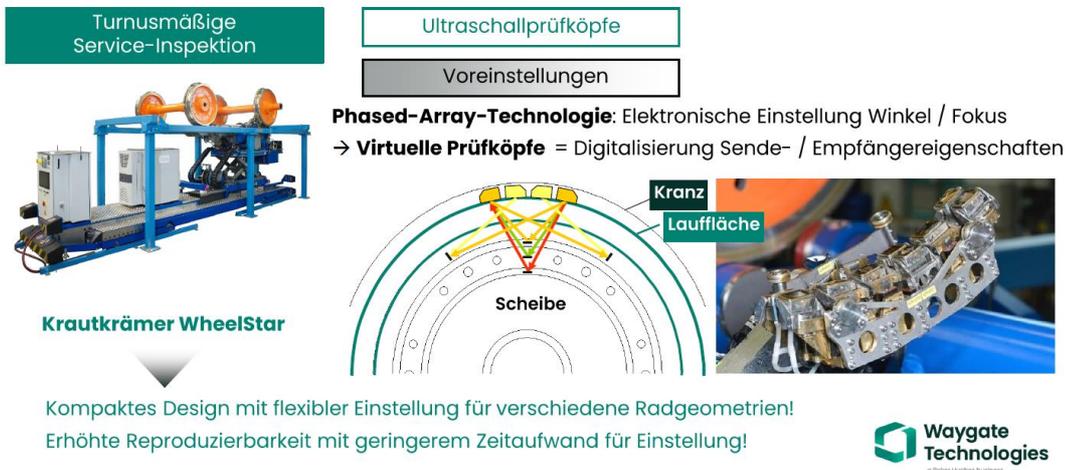


9

Digitalisierung in der Schienenradprüfung



- Wo wird sie angewendet? ... **Bereits vor der Prüfung!**



10

Digitalisierung in der Schienenradprüfung



- Wo wird sie angewendet? **Bereits vor der Prüfung!**

Turnusmäßige Service-Inspektion



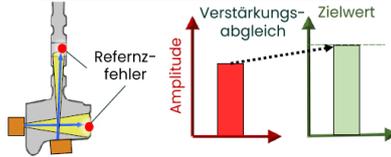
Krautkrämer WheelStar

Ultraschallprüfköpfe



Voreinstellungen

Systemabgleich



Langzeitüberwachung (Vergleich der Abgleichwerte)

Elektronische Einstellung Winkel / Fokus



Empfindlichkeitsabgleich an Testradsätzen mit eingebrachten Referenzfehlern



Datei mit US-Parametern für jeweiligen Testradsatz



Hohe Zuverlässigkeit (Reproduzierbarkeit < 2dB)!

Hoher Signal-Rausch-Abstand → Reduzierung von Falschbewertung

→ Erhöhte Fehlernachweiswahrscheinlichkeit



11

Digitalisierung in der Schienenradprüfung



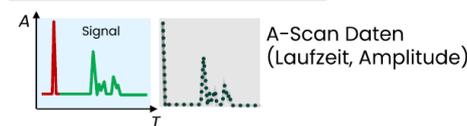
- Wo wird sie angewendet? **während der Messung ...**

Turnusmäßige Service-Inspektion



Krautkrämer WheelStar

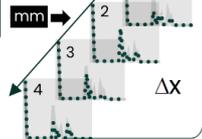
Rohdaten



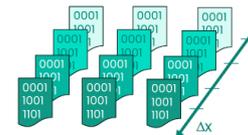
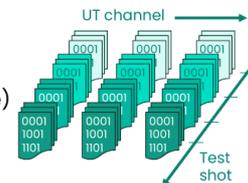
A-Scan Daten (Laufzeit, Amplitude)

Rotation Encoder

mm



Intelligente Datenkomprimierung



Bis zu 5 lokale, unabhängige Blendenverstärkungen (patentiert) mit Mehrfachauswertung!

Aufzeichnung kompletter A-Scan-Daten für weitere Offline-Auswertung!



12

Digitalisierung in der Schienenradprüfung



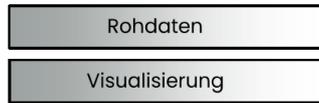
- Wo wird sie angewendet? ... während der Messung ...

Turnusmäßige Service-Inspektion



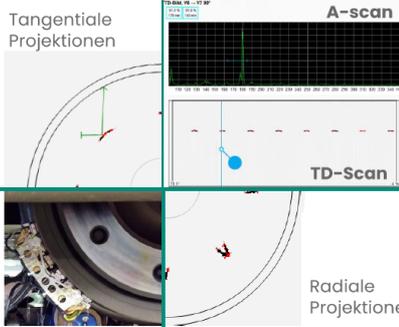
Krautkrämer WheelStar

Digitalisierung des gesamten Rads innerhalb von 90 Sekunden!



Komprimierte A-Scan-Daten

Blendenauswertung



Digitaler Zwilling des Rads

Visualisierung der Prüfergebnisse (Projektionen) zur Unterstützung bei der Bewertung



13

© Werner, A. Franzen, F. Herdt, U. Philipp, P. Buschke: Digitalization for Railway-NDT, 2nd European NDT & CM Days, Oct 4-7, 2021, Prague, Czech Republic



Digitalisierung in der Schienenradprüfung



- Wo wird sie angewendet? ... nach Abschluss der Messung!

Turnusmäßige Service-Inspektion



Krautkrämer WheelStar

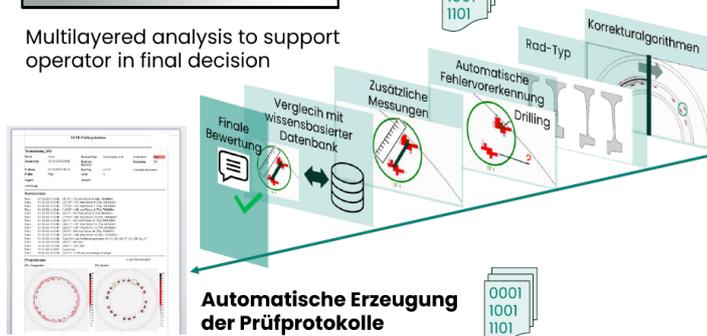
Automatisierte Fehlervorekennung und automatische Unterdrückung von Formechos (patentiert)

Bewertung der Prüfergebnisse

Multilayered analysis to support operator in final decision



Digitaler Zwilling



Datenspeicherung auf Server / in Cloud (Prüfergebnisse und Bewertung)



14



Digitalisierung in der Schienenradprüfung

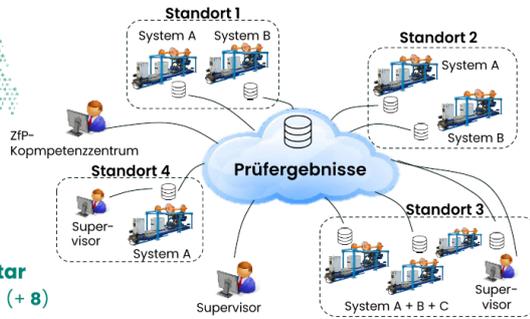


- Vernetzung nach der Messung? **Es gibt viele (Wheel)Stars!**

Turnusmäßige Service-Inspektion

Verzweigtes Schienennetz mit großen Wegstrecken und hoher Anzahl von Zügen erfordert **Dezentralisierung** (Prüfung an mehreren Standorten)

Erfüllte Grundvoraussetzung: Einheitliche **Standards für Datenaustausch**



Unterstützung des Bediener während der Prüfung

Nachschlagtabelle vergleichbarer Daten

Hinzuziehung eines lokalen oder externen Experten

Fernunterstützung im Falle technischer Probleme



Digitalisierung in der Schienenradprüfung

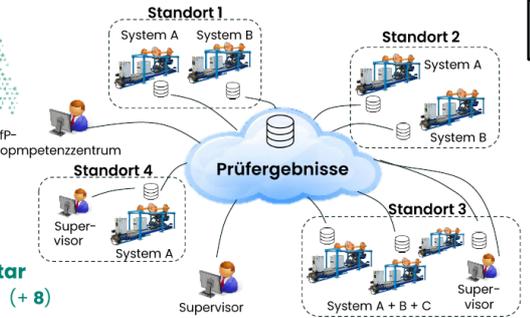
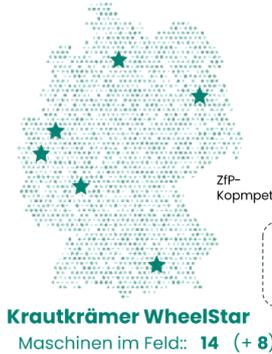


- Vernetzung nach der Messung? **Es gibt viele (Wheel)Stars!**

Turnusmäßige Service-Inspektion

Verzweigtes Schienennetz mit großen Wegstrecken und hoher Anzahl von Zügen erfordert **Dezentralisierung** (Prüfung an mehreren Standorten)

Erfüllte Grundvoraussetzung: Einheitliche **Standards für Datenaustausch**



Übergeordnete Datenverarbeitung (Supervisor, Experte)

Echtzeit- und Langzeitüberwachung der Prüfergebnisse

Neubewertung der Prüfergebnisse (z.B. unter Anwendung spezifischer Auswahl- und veränderter Auswertekriterien)



Gliederung



Wie ist der heutige Stand?



Erhöhte Produktivität

- Kurze Prüfzeiten (Phased-Array-Technologie)
- Geringe Standzeiten (Remote support und automatisierte Einstellungen)

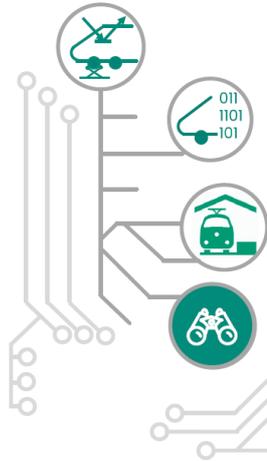
Kosteneinsparung

- Vermeidung falscher Befundungen und damit verbunden unnötigem Ausbau (Bediener-Unterstützung durch Software-Algorithmen und Datenbank)

18



Gliederung



Worum geht es in der Prüfung?

Digitalisierung in der Prüfung

Wie ist der heutige Stand?

Was verspricht die Zukunft?

Was verspricht die Zukunft?

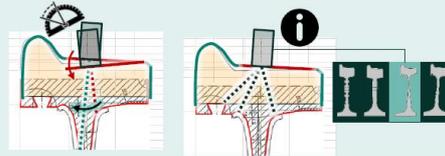


Smart probes

Erweiterete Phased-Array-Technologie

"DOWNLOAD YOUR PROBE"

- Erhöhter Prüfumfang mit geringerer Prüfkopfanzahl
z.B. automatische Radtyp-Erkennung, Messung und Kompensation von Verschleiß der Lauffläche patentiert



- Digitale Nachverfolgung über gesamten Lebenszyklus



Intelligente Vernetzung



- Optimierte Radnutzung
- Vorausschauende Instandhaltung

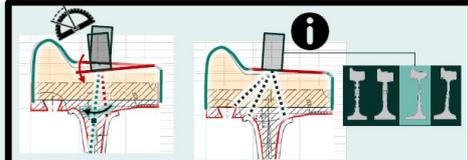
Kombination von Prüfergebnissen mit anderen Datenquellen

Was verspricht die Zukunft?



Smart probes
Erweiterete Phased-Array-Technologie
"DOWNLOAD YOUR PROBE"

- Erhöhter Prüfumfang mit geringerer Prüfkopfanzahl
z.B. automatische Radtyp-Erkennung, Messung und Kompensation von Verschleiß der Lauffläche patentiert



Beitrag auf kommender ECNDT-Tagung (Juli 2023 in Lissabon)



- Digitale Nachverfolgung über gesamten Lebenszyklus



- Optimierte Radnutzung
- Vorausschauende Instandhaltung

Kombination von Prüfergebnissen mit anderen Datenquellen

21



Was verspricht die Zukunft?



Erfassen

Erfassen, speichern und katalogisieren Sie Daten bei jeder Inspektion und integrieren Sie vorhandene Daten aus Archiven oder anderen Plattformen, um ein umfassendes Bild von Ihrer Anlage zu erhalten.

Analysieren

Analysieren Sie Inspektionsdaten mit KI-basierten Tools wie der unterstützten/automatischen Fehlererkennung und -kategorisierung.

Nutzen

Nutzen Sie die gewonnenen Erkenntnisse zur Optimierung von Prozessen, zur Vorhersage von Fehlern und zur Verbesserung des Produktdesigns.

InspectionWorks

Eine Softwareplattform der Zukunft für zerstörungsfreie Prüfung

www.inspectionworks.com



- Optimierte Radnutzung
- Vorausschauende Instandhaltung

Kombination von Prüfergebnissen mit anderen Datenquellen

22



Zusammenfassung

- **Optimierung** der zerstörungsfreien Prüfung von Bahnrädern zum frühzeitigen **Nachweis von Materialfehlern mit höherer Zuverlässigkeit**
- **Weitere Verbesserung** damit verbundener Sicherheitsverfahren zur **Vermeidung von katastrophalem Materialversagen** während des Betriebes



ZfP 4.0



- **Direkte Rückkopplung** zu benachbarten Funktionen zur bestmöglichen Radnutzung und somit einer **längeren Laufzeit** unter Anwendung **höherer Sicherheitsstandards**

23

 **Waygate
Technologies**
© Baker Hughes Business

 **Waygate
Technologies**