

# Moderne Prüfsysteme für die automatisierte Fertigungsprüfung von Eisenbahnrädern

Andreas KNAM<sup>1</sup>, Horst BALLMANN<sup>1</sup>, Olaf STAWICKI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ROSEN Germany GmbH, Stutensee

<sup>2</sup> ROSEN Germany GmbH, Lingen

Kontakt E-Mail: [aknam@rosen-group.com](mailto:aknam@rosen-group.com)

## Kurzfassung

Im Rahmen der Qualitätssicherung von neu gefertigten Eisenbahnrädern werden diese beim Hersteller zerstörungsfrei geprüft.

Die ROSEN Gruppe entwickelt und fertigt Prüfsysteme für automatisierte Fertigungsprüfungen, die in die Produktionslinie integriert werden.

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren in Saarbrücken wurde ein modulares Ultraschallprüfsystem entwickelt, welches an Eisenbahnrädern den Radkranz und die Radnabe prüft. Das System ist mit Gruppenstrahlern sowie mit Normalprüfköpfen in Wasserstrahlankopplung für die Radscheibe, montiert auf 6-Achs Robotern, ausgerüstet. Das Prüfsystem kompensiert automatisch Einflüsse durch unterschiedliche Radgeometrien dadurch, dass bei den Gruppenstrahlern die Einschallwinkel auf die Kontur angepasst sowie Fahrprogramme für die Prüfroboter basierend auf der Scheibenkontur ermittelt werden.

Damit noch im Produktionsprozess die Eigenspannung eines Rades zerstörungsfrei geprüft werden kann, wurde eine automatisierte Prüfanlage entwickelt, die mit EMAT das Eigenspannungsprofil des Radkranzes ermittelt.



**MODERNE PRÜFSYSTEME FÜR DIE AUTOMATISIERTE FERTIGUNGSPRÜFUNG VON EISENBAHNRÄDERN**  
**AUTOREN: A. KNAM, H. BALLMANN, O. STAWICKI**

10. Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen  
Andreas Knam  
14.03.2018



## INHALT



- Einleitung
- Aufgabenstellung
- Fertigungsprüfung nach EN 13262
- Ultraschallprüfung mit RAWIS
- Eigenspannungsprüfung mit RESIS



- 1981 von Hermann Rosen gegründet.
- Entwickelt und baut Prüfsysteme für die Öl und Gas Industrie sowie automatisierte Prüfsysteme für die Stahl, Rohr und Bahnindustrie
- Weltweit der größte Serviceanbieter für Pipeline Inspektion
- Mehr als 3.200 Mitarbeiter weltweit
- Entwicklungs- und Fertigungsstandorte in Europa, USA, Südamerika, Mittlere Osten und Asien

## AUFGABENSTELLUNG

Automatisierte US Prüfung von Eisenbahnräder im Rahmen des Fertigungsprozesses.

### Radabmessungen:

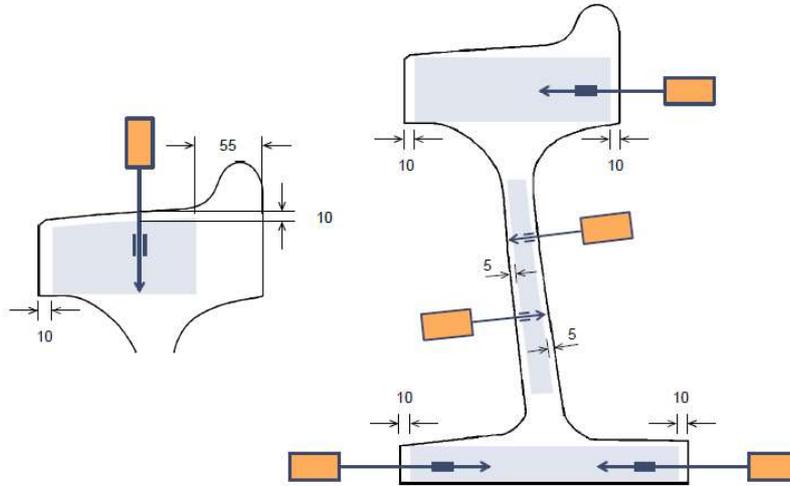
- Laufkreisdurchmesser: 540 - 1.450 mm
- Radkranz Tiefe: 100 - 150 mm
- Radkranz Höhe: 30 - 130 mm
- Naben Tiefe: < 300 mm
- Naben Höhe: 30 - 100 mm
- Scheibenform: Flach oder geschwungen

### Fehlergröße (EN 13262):

- Kranz: KSR 1.0 mm
- Nabe: KSR 3.0 mm
- Scheibe: KSR 3.0 mm

### Produktionsrelevante Vorgaben:

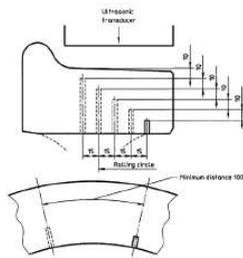
- Prüfzeit 60 – 90 sec
- Boden Boden Zeit max. 180 sec
- Radgreifer soll nicht ins Wasser eintauchen
- Radscheiben mit Bohrungen
- Radnaben mit Schmierbohrungen
- Kurze Rüstzeiten bei Typwechsel
- Automatische Prüfdatenaufzeichnung
- Automatische Auswertung
- Schnittstelle zum PPS



**TESTFEHLER**

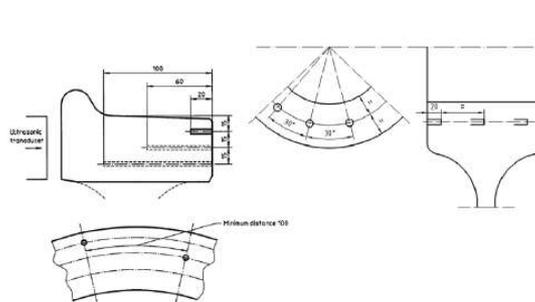
**Reflektoren Kranz**

KSR 1 mm (Hochgeschwindigkeitsrad)  
KSR 3 mm



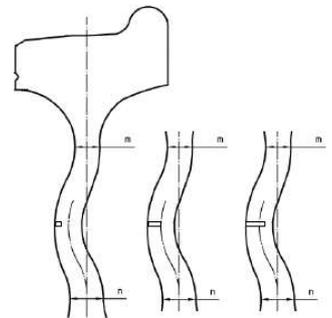
**Reflektoren Nabe**

KSR 3 mm



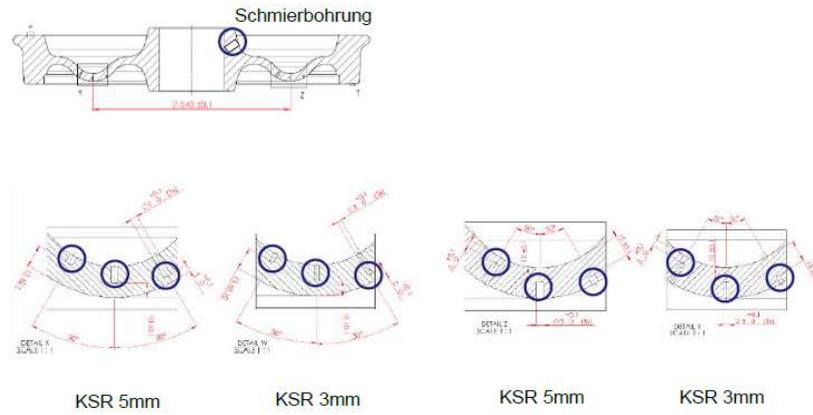
**Reflektoren Scheibe**

KSR 3 mm

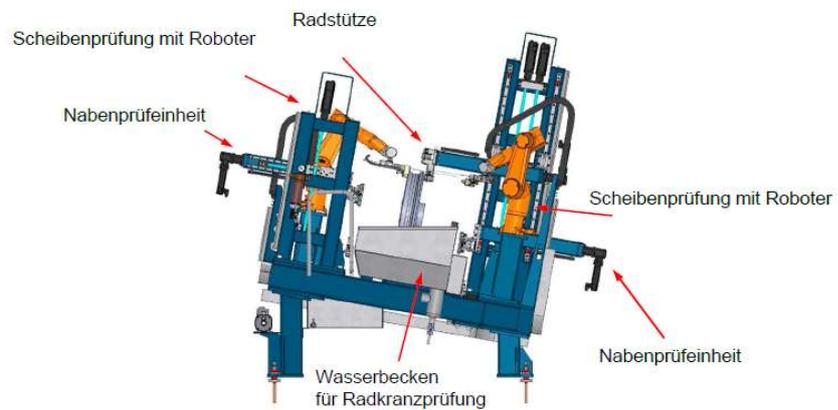


Quelle: INTERNATIONAL STANDARD ISO 5948, Second edition 1994-08-15

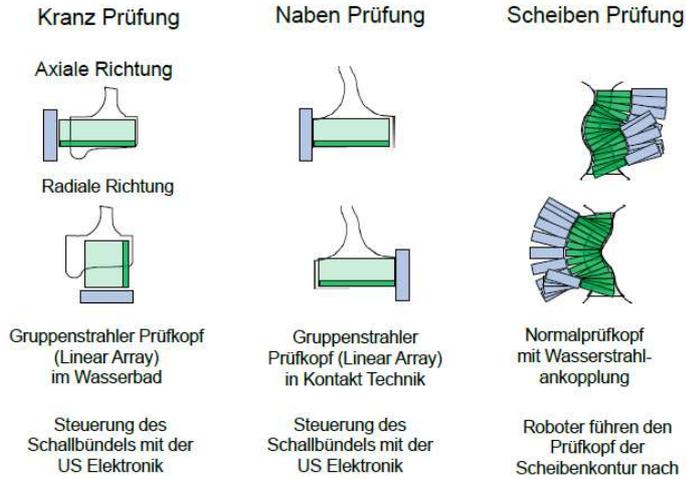
## ZUSÄTZLICHE REFLEKTOREN IN NABE UND SCHEIBE



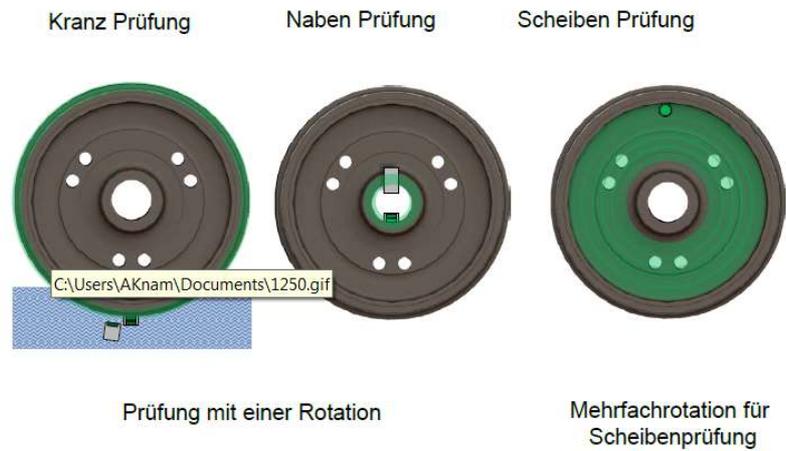
## RAWIS: LÖSUNGSANSATZ FÜR MASCHINENKONZEPT



## RAWIS: PRÜFKONZEPT



## RAWIS: PRÜFKONZEPT



## RAWIS: PRÜFKONZEPT

Kranz Prüfung

Naben Prüfung

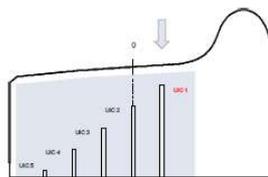
Scheiben Prüfung



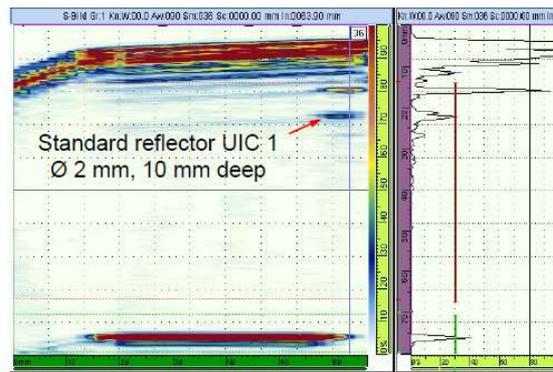
Prüfung mit einer Rotation

Mehrfachrotation für  
Scheibenprüfung

## REDUKTION DER TOTEN ZONE DURCH FOKUSIERUNG

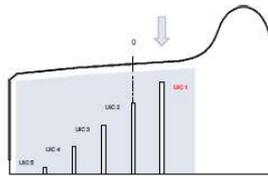


Standard Reflektoren  
UIC 1 bis UIC 5

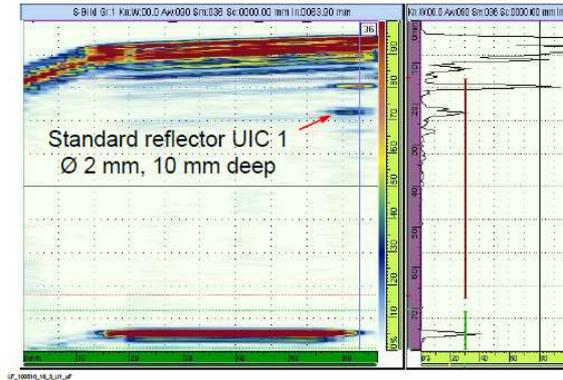


B-Scan und A-Scan Darstellung (KSR 2 mm)  
Ohne Fokussierung

## REDUKTION DER TOTEN ZONE DURCH FOKUSIERUNG

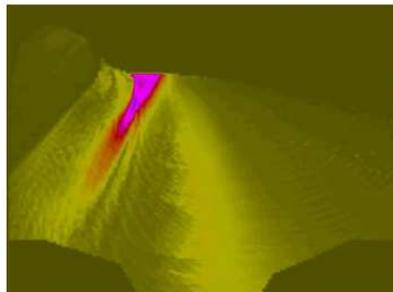


Standard Reflektoren  
UIC 1 bis UIC 5

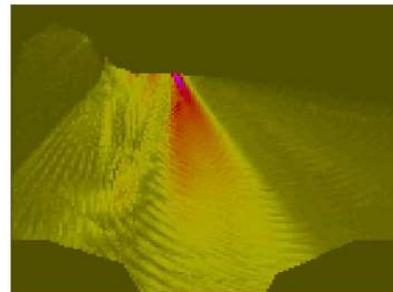


B-Scan und A-Scan Darstellung (KSR 2 mm)  
Ohne Fokussierung

## EINFLUSS DER KONTUR DER LAUFFLÄCHE AUF DAS SCHALLFELD



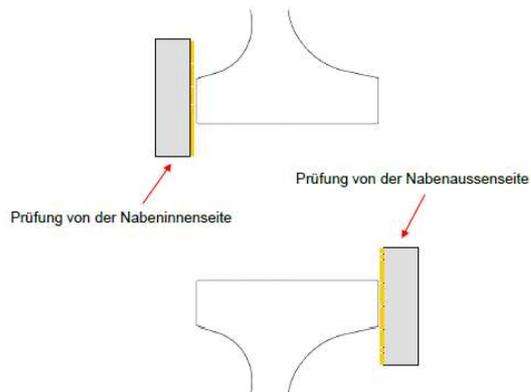
Einfluss des Profils auf das Schallfeld  
im Material



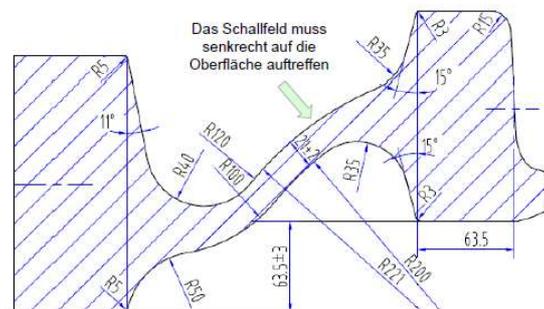
Optimierter Einschallwinkel unter  
Berücksichtigung des Profils der  
Lauffläche

## RAWIS: NABENPRÜFUNG MIT GRUPPENSTRAHLER

- Wasser Spalt Ankopplung
- 5 MHz Frequenz
- 64 Element Prüfköpfe
- 1.8 mm Element Pitch
- Linearer Scan mit 8-Element Gruppen



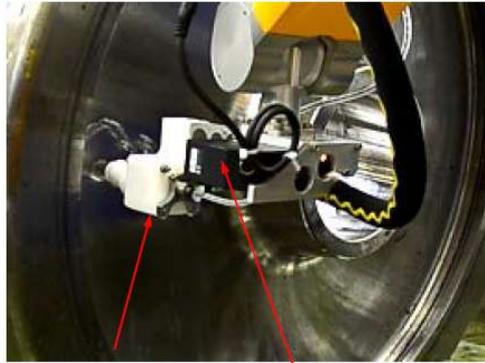
## RAWIS: SCHEIBENPRÜFUNG



Situation: Scheiben mit geschwungener (konvex, konkav) und ebener Kontur

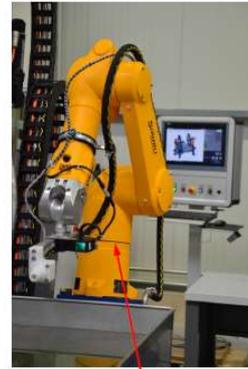
➔ Die Geometrie hat einen Einfluss auf die Nachweis Empfindlichkeit

## RAWIS: SCHEIBENPRÜFUNG



Squirter mit Prüfkopf

Laser für Konturerfassung

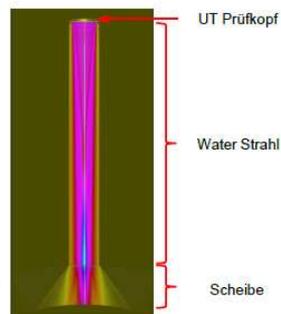


Roboter führt den Squirter

## EINFLUSS DER SCHEIBENKONTUR AUF DAS SCHALLFELD

Simulation der Scheibenprüfung mit CIVA  
Vergleich mit realen Daten des RAWIS  
Systems

Variation der  
Scheibenkontur



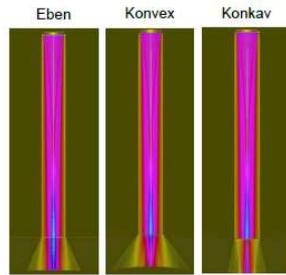
UT Prüfkopf

Water Strahl

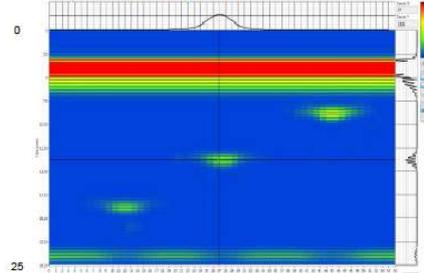
Scheibe

## Simulation des Einflusses der Scheibengeometrie

Sound field simulations for various curvatures



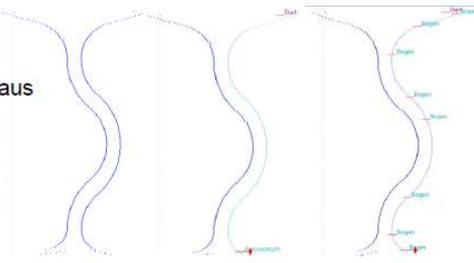
Experimental B-scan for the convex geometry with A-scan and amplitude dynamics (FBH 3 mm)



# VERMESSEN DER SCHEIBENKONTUR

Der Squirerter muss präzise der Kontur folgen.

- ✓ Automatische Konturerfassung mittels robotergeführten Laserscanner
- ✓ Automatische Berechnung der Kontur aus den gescannten Daten
- ✓ Automatisches Erstellen des Fahrprogramms für den Roboter
- ✓ Konstanter Abstand zwischen Scheibenoberfläche und Squirerter
- ✓ Senkrechtes Einschallen

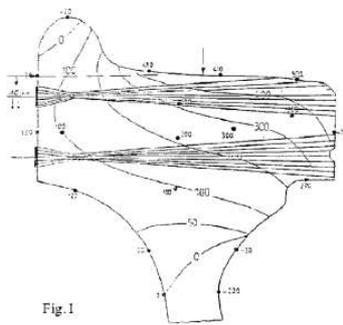


Step 1  
Erfassen einer Punktwolke

Step 2  
Festlegen des Arbeitsbereiches

Step 3  
Automatische Berechnung der Kontur (Kreise und Geraden)

## RESIS: EIGENSPANNUNGSPRÜFUNG VON RÄDERN



UER III Prüfsystem vom Fraunhofer IZFP

Errechnet Materialspannung über das Verhältnis der Laufzeiten von horizontal und vertikal polarisierten Wellen.

Prüfkopf wird auf der Innenseite des Radkranzes aufgesetzt.

Ermitteln des Eigenspannungsprofils durch Verfahren des EMAT Sensors in radialer Richtung.

Frequenz: 1,5 - 2 MHz  
Apertur: 10 x 10 mm  
Schrittweite: Einstellbar 0,5 – 5 mm

## RESIS: EIGENSPANNUNGSPRÜFUNG VON RÄDERN



## DANKE

Danke an alle Beteiligten und Projektpartner die bei der Entwicklung der Prüfsysteme mitgeholfen haben

Besonders erwähnen möchte ich dabei

- IZFP: W. Kappes, T. Schwender und W. Schäfer
- BVV: R. Dath, S. Spitzglus
- ROSEN: R. Baumgarten, S. Schmidt, T. Heyen, P. Lenhardt