



Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen mit Längsbohrung

Günter Engl, Rainer Meier
intelligeNDT Systems & Services GmbH, Erlangen
Michael Kröning, Q-NET Engineering, Saarbrücken

DGZfP-Jahrestagung, 10.-12. Mai 2010



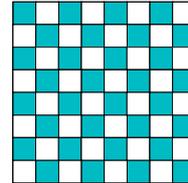
- ▶ **Innovative Prüfung von Radsatzwellen mit Längsbohrung**
 - ◆ **Aufgabenstellung**
 - ◆ **Ziel**
 - ◆ **Bisherige Entwicklungsschritte**
 - ◆ **Erste Ergebnisse**
 - ◆ **Derzeitige Entwicklungsschwerpunkte**
 - Optimierung der Elementbreite
 - Detaildesign der Einzelemente
 - Akustische Anpassung an die Prüfaufgabe
 - Sondendesign und Fertigungsprozessoptimierung
- ▶ **Ausblick auf durchgängige Gruppenstrahlerprüftechnik für Radsatzwelle und Rad**

- ▶ **Ausgangspunkt: Leistungsvermögen der derzeitigen Technik**
 - ◆ **Detektionsvermögen für Fehler an der Hohlwelle**
 - ◆ **Scanzeit in Helixfahrweise**
 - ◆ **Auswertezeit inklusive erforderlicher Nachfahrten/Analysen**
- ▶ **Ansätze zur Verbesserung durch flexible Einschallwinkel**
 - ◆ **Gruppenstrahlertechnik mit Helix, aufwändige Schleifringlösung, höhere Kosten**
- ▶ **Innovativer Ansatz: Intelligentes Matrix-Array**
 - ◆ **Maximal 4 axiale Prüfbahnen**
 - ◆ **Sondendrehung nur als Zustellbewegung, damit keine Schleifringe**
 - ◆ **Maximale Signalinformation (HF-Daten, 3-D Verknüpfung, beide Wellenmoden)**
 - ◆ **Potential zum Ausbau als „Lernendes System“**

Ziel: intelligentes Matrixarray mit optimal verteilten Elementen

▶ Matrix-Arrays

- ◆ 3D-Information
- ◆ Vielzahl von Elementen, Kabeln und Kanälen
 - Hoher Aufwand an Elektronik, Sensorik und Kabelführung
- ◆ Teilweise redundante Signalinformation
 - Unnötiger Aufwand an Datenverarbeitung



▶ Intelligentes Matrix-Array

- ◆ 3D-Information
- ◆ Gezieltes Ausdünnen von Elementen, Kabeln und Kanälen
- ◆ Nutzung der Signalinformation über die Einzelelementapertur
- ➔ Höherer Informationsgehalt durch Nutzung der synthetischen Apertur (Voraussetzung: präzise Positionsdaten!)

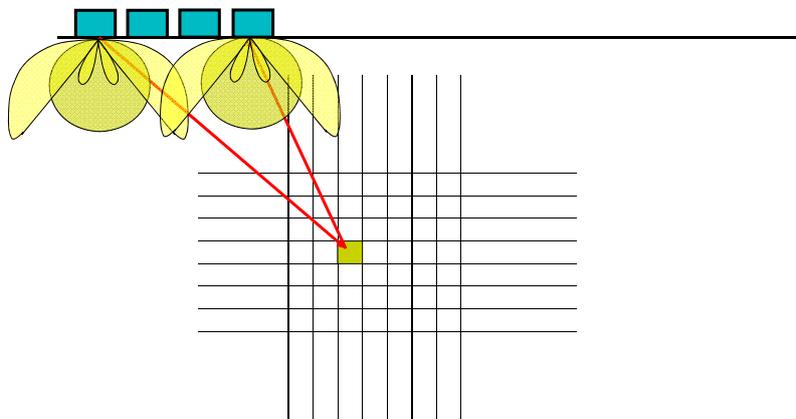
AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.5

All rights are reserved, see liability notice.



Konventionelle oder „intelligente“ Gruppenstrahlertechnik?



AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.6

All rights are reserved, see liability notice.



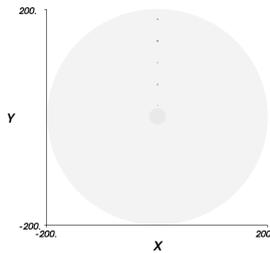
1. Entwicklungsschritt: Simulation

► **Untersuchung der Machbarkeit - Simulation des Verfahrensprinzips mittels theoretischem Modell**

Abgeschlossen,

◆ **Positive Aussage**

- Verwendung simulierter Daten, typisch für das intelligente Matrix-Array
- Berechnung mittels tomographischer Rekonstruktion
- Ergebnisdarstellung in 2D und 3D



AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.7

All rights are reserved, see liability notice.



2. Entwicklungsschritt: Vorexperiment

► **Vorexperiment**

◆ **Sensor: Einzelelemente in 2 Ringen, SAPHIR^{plus}, Software (Prinzipfunktionalität), Alu-Testkörper**

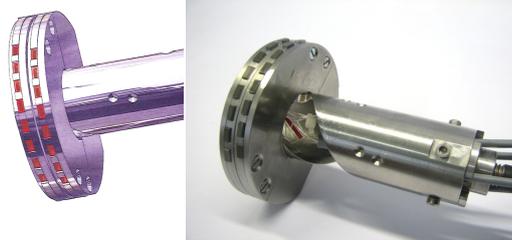
Abgeschlossen,

◆ **Anderes Sensordesign erforderlich**

- Einzelelemente in 2 Ringen
- SAPHIR^{plus}, Einzelschüsse und Einzelpfang im Multiplexbetrieb
- Software in Basisfunktionalität
- Halbschalentestkörper

Konsequenz:

**Neues, leichter zu fertigendes
Sensorkonzept mit größerer
Schallfelddivergenz in Achsrichtung**



AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.8

All rights are reserved, see liability notice.



3. Entwicklungsschritt: Laborprototyp

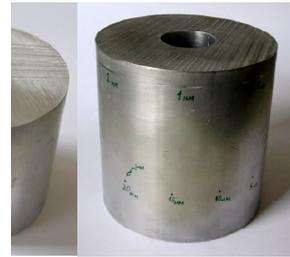
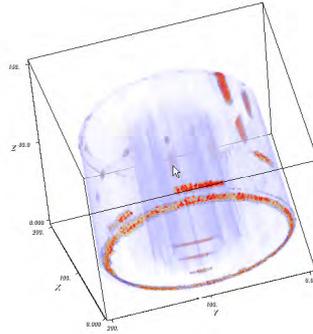
▶ Laborprototyp

- ◆ Sensor mit 2x8 Elementen (in Harz vergossen), Einzelkanalgerät (16 Kanäle), erweiterte Software (Einzelschnitte), DB-Testwelle

Abgeschlossen

- ◆ industrieller Sensorprototyp erforderlich

- ▶ erweiterte Software
3D-Rekonstruktion und Visualisierung, Einzel-Längsschnitte,
- ▶ Abtastung mit Zustellung in Umfangsrichtung zwecks Synthetisierung der vollen Signalinformation
- ▶ Alu-Testzylinder, Absicherung 30 mm Bohrung



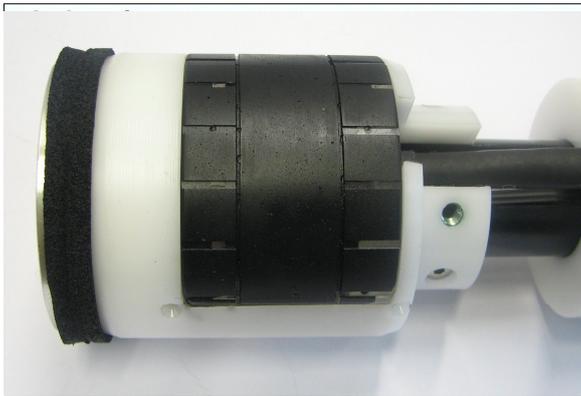
AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.9

All rights are reserved, see liability notice.



4. Entwicklungsschritt: Industrieprototyp 1 & 2



Abgeschlossen,

- Feinabstimmung der Prüfparameter notwendig
- Anpassung an Durchmesser (Toleranzen) ist zu verbessern
- Fertigungstechnik muss weiterentwickelt werden
- ▶ Versuche laufen

AREVA NP

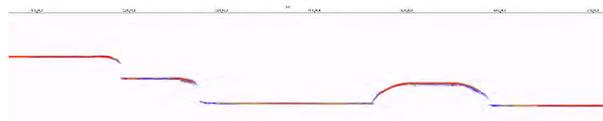
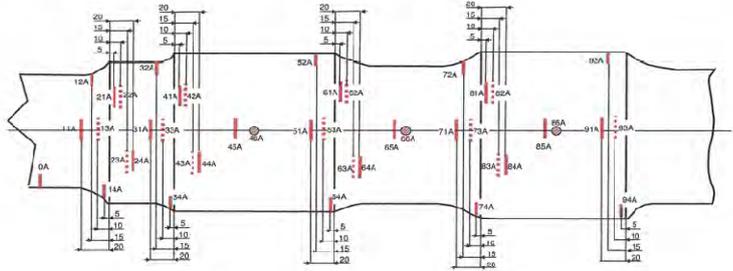
Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.10

All rights are reserved, see liability notice.



Erste Ergebnisse (1)

► DB-Testwelle, 70 mm Bohrung



Rekonstruktion
der Kontur

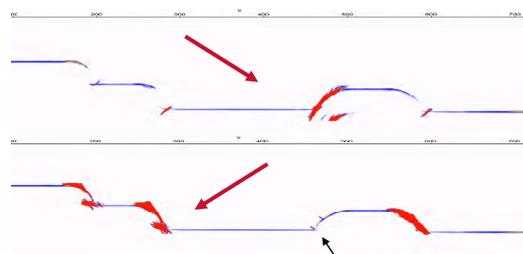
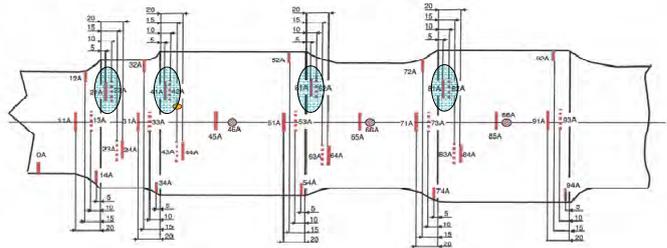
AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.11

All rights are reserved, see liability notice.



Erste Ergebnisse (2)



► Referenzreflektoren
im ersten Schnitt von
Seite B (1 mm tief),
Darstellung nach
(rekonstruierten)
Einschallrichtungen
getrennt

AREVA NP

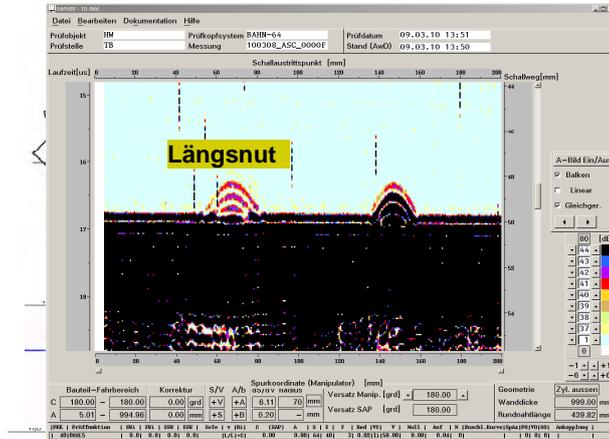
Noch zu klärende Anzeige

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.12

All rights are reserved, see liability notice.



Erste Ergebnisse (3)



▶ Referenzreflektoren im zweiten Schnitt von Seite B (1mm tief), Darstellung nach (rekonstruierten) Einschallrichtungen getrennt

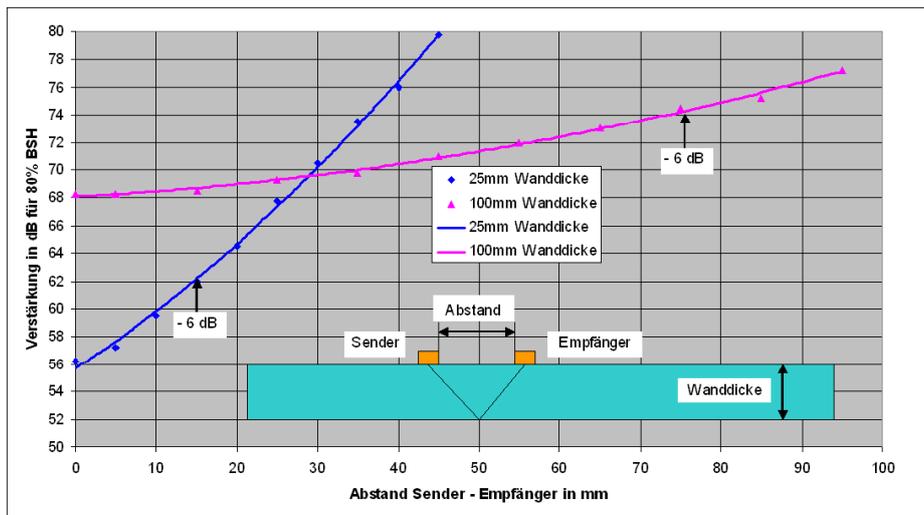
AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.13

All rights are reserved, see liability notice.

AREVA

Derzeitige Schwerpunkte: Optimierung der Elementbreite



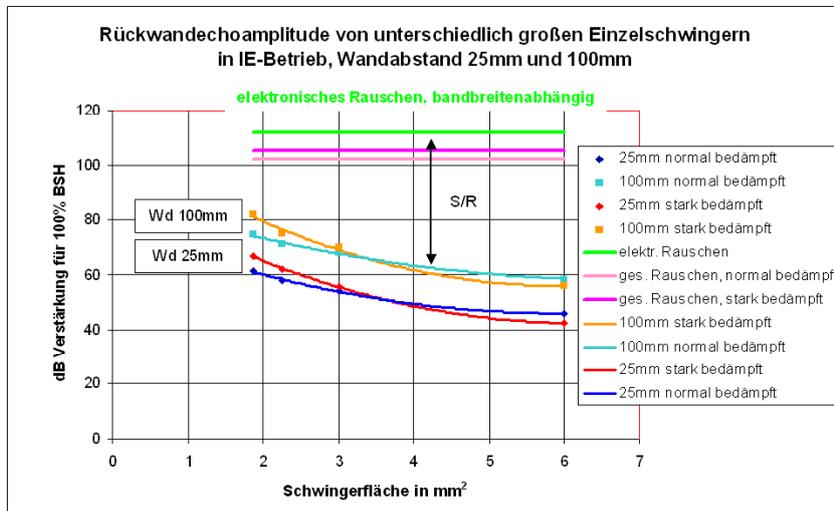
AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.14

All rights are reserved, see liability notice.

AREVA

Derzeitige Schwerpunkte: Detaildesign der Einzelelemente



AREVA NP

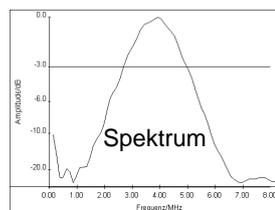
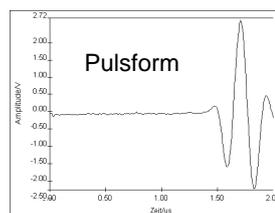
Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.15

All rights are reserved, see liability notice.



Derzeitige Schwerpunkte: akustische und elektrische Anpassung

- ▶ Schwingertyp und Frequenz
- ▶ Akustische Impedanz des Schwingers
- ▶ Elektrische Impedanz
- ▶ Vorlaufstreckenimpedanz und Dämpfung
- ▶ Backingimpedanz
- ▶ Vorlaufstreckendicke
- ▶ Kopplungsspalt
- ▶ Konstanz des Kopplungsspalt
- ▶ Kopplungsmedium



AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.16

All rights are reserved, see liability notice.



Derzeitige Schwerpunkte: Sondendesign und Fertigungsprozess

- ▶ **Sondenabmessungen für die verschiedenen Wellenbohrungsdurchmesser**
- ▶ **Flexibilität der Sonde zur Anpassung an Durchmesservariationen (Toleranz)**
- ▶ **Führungseigenschaft der Sonde**
- ▶ **Verschleißschutz**

- ▶ **Fertigung des Kunststoffgrundkörpers (mechanisch flexibel!)**
- ▶ **Klebe- und Vergussprozesse**
- ▶ **Vermeidung des Verzugs durch Schrumpfung**
- ▶ **Verdrahtung und Adernführung**

AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.17

All rights are reserved, see liability notice.



Ausblick

- ▶ **Spezifikation und Bau einer Industrieversion**
 - ◆ **Sondentechnik in der Optimierung, Industrieprototyp bis Herbst**
 - ◆ **Prüfgerät: Realisierung mit SAPHIR^{quantum}, da rauscharmes neuester Generation mit feinen Digitalisierungsstufen und Einzelkanalspeicherung Grundvoraussetzung**
 - ◆ **Rekonstruktionssoftware existiert, ist aber an online-Betrieb anzupassen**
 - ◆ **Bedienoberfläche ist zu optimieren auf DB-Belange**
 - ◆ **Grundsätzliche Eignung des Rekonstruktionsverfahrens ist gegeben, sollte aber an der Testradsatzwelle ausführlich validiert werden**
 - ◆ **Zusätzliche Softwarefeature für sichere Bewertung sind zu entwickeln**
 - ◆ **« Lernendes System »**

AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.18

All rights are reserved, see liability notice.



Danke für Ihre Aufmerksamkeit !

AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.19

All rights are reserved, see liability notice.



“

Jedwede Wiedergabe, Änderung oder Weitergabe dieses Dokuments an Dritte sowie dessen Veröffentlichung, sei es auszugsweise oder im Ganzen, sind ausdrücklich untersagt, es sei denn, sie erfolgen mit der vorherigen, schriftlichen Einwilligung von AREVA NP.

Dieses Dokument und dessen Inhalt dürfen ausschließlich für den Zweck verwendet werden, für den sie bereitgestellt wurden.

Ein Verstoß gegen diese Bestimmungen kann straf- und zivilrechtliche Folgen haben.

”

AREVA NP

Innovative Prüftechniken für Radsatzwellen,
DGZfP-Jahrestagung 2010 - p.20

All rights are reserved, see liability notice.

