

Erste Erfahrungen beim Einsatz von neuen Unterflurprüfeinrichtungen für die Prüfung von ICE-Rädern mit Gruppenstrahlertechnik

R. Ettllich, H. Hintze, M. Schübler
Deutsche Bahn, DB Systemtechnik, Kirchmöser

R. Zeilinger, R. Meier
intelligeNDT Systems & Services, Erlangen

1. Einleitung

Im Jahr 2000 begann die Deutsche Bahn mit der Einführung von Unterflurprüfeinrichtungen zur Prüfung von ICE Rädern im eingebauten Zustand. Die erste Generation dieser Unterflurprüfeinrichtungen basierte auf eine konventionelle Prüftechnik und der Anwendung des V-Durchschallungsprinzips. Für die Prüfung der Räder in V-Durchschallung mit konventionellen Prüfköpfen, ist eine große Anzahl von Prüfköpfen notwendig. Dies erforderte relativ große Abmessungen der Prüfkopfsystemträger.

Die große Bauform erschwerte die Zugänglichkeit dieser Träger an die Räder auf Grund der geringen Freiräume unterm Zug.

Mit der Einführung eines neuen Wartungskonzeptes für ICE-Züge, zur Erzielung einer höheren Verfügbarkeit der Züge, wurde die zur Verfügung stehende Prüfzeit geringer. Die Prüfung erfolgt danach im wesentlichen in den Nachtstunden.

Dies führte im Jahre 2004 bei der DB AG zu der Entscheidung, neue zusätzliche Unterflurprüfeinrichtungen zu beschaffen.

Damit sollten auch kürzere Prüfzeiten und eine uneingeschränkte Zugänglichkeit der Prüfkopfsystemträger an den Rädern, ohne den zeitaufwendigen Abbau von Zugkomponenten, erreicht werden.

Um diese Forderungen zu erfüllen, wurde dafür die Phased Array Technik unter Einbeziehung der V-Durchschallung favorisiert.

Im Jahre 2005 wurden dann 4 neue Unterflurprüfeinrichtungen mit Phased Array Technik für die wiederkehrende ICE Radprüfung, bei der DB AG in Betrieb genommen.

2. Beschreibung der Technik

Die Anlagen der 2.Generation Unterflurprüfeinrichtungen sind eine Entwicklung der Fa. IntelligeNDT System & Services Erlangen (Abb.1).

Sie bestehen aus einer Hub- und Durchdreheinrichtung zum Anheben und Drehen der Räder für die Prüfung, der Anfahrmechanik für die Prüfkopfsystemträger, einer Verfahreinrichtung und einer Steuerung „Siemens Simatic S7“.

Kernstück der Ultraschalltechnik ist das 112-kanalige Gruppenstrahlerprüfgerät Saphir ^{plus}.

Für die Prüfaufgabe mussten 88 Prüftakte programmiert werden. Die Prüfung erfolgt in Kontakttechnik mit Wasserankopplung

Zum Einsatz kommen 6 Gruppenstrahlerprüfköpfe (2 MHz), 2 Gruppenstrahlerprüfköpfe (3 MHz), 2 konventionelle Prüfköpfe 60° (2 MHz), 1 Prüfkopf 0° (2 MHz, IE – Technik) und 3 Prüfköpfe 0° (3 MHz, SE – Technik).

Neu gegenüber den Vorgängeranlagen, ist neben dem Einsatz der Phased Array Technik, auch ein automatischer Prüfablauf, bei dem der Prüfkopfsystemträger programmgesteuert in die entsprechende Prüfposition gefahren wird.



Abb.1: Gesamtansicht
 Unterflurprüfanlage



Abb. 2: Ultraschallgerät Saphir ^{plus}

Eine Aufgabe bestand darin, ein System zu entwickeln, mit dem verschiedene Radtypen der ICE- Triebzüge, mit nur einem Prüfkopfsystemträger geprüft werden können.

Dies ist bei der ersten Generation Unterflurprüfeinrichtungen noch nicht möglich. Hier werden angetriebene Räder mit Bohrungen und Nuten in der Scheibe, im Vergleich zu den relativ konturarmen Laufrädern mit unterschiedlichen Prüfkopf anordnungen und verschiedenen Prüfkopfsystemträgern geprüft.

Ein wesentlicher Vorteil aus dem Einsatz der Phased Array Technik, ergab die Möglichkeit, weniger Prüfköpfe gegenüber der konventionellen Technik zu verwenden und damit den Prüfkopfsystemträger klein zu gestalten. Durch eine spezielle Konstruktion der Prüfköpfe mit angepassten Schielwinkeln und einer optimierten Positionierung der Prüfköpfe, konnte auch die Anzahl der benötigten Prüfkopfsystemträger für die unterschiedlichen Radtypen von zwei auf einen reduziert werden (Abb.3).

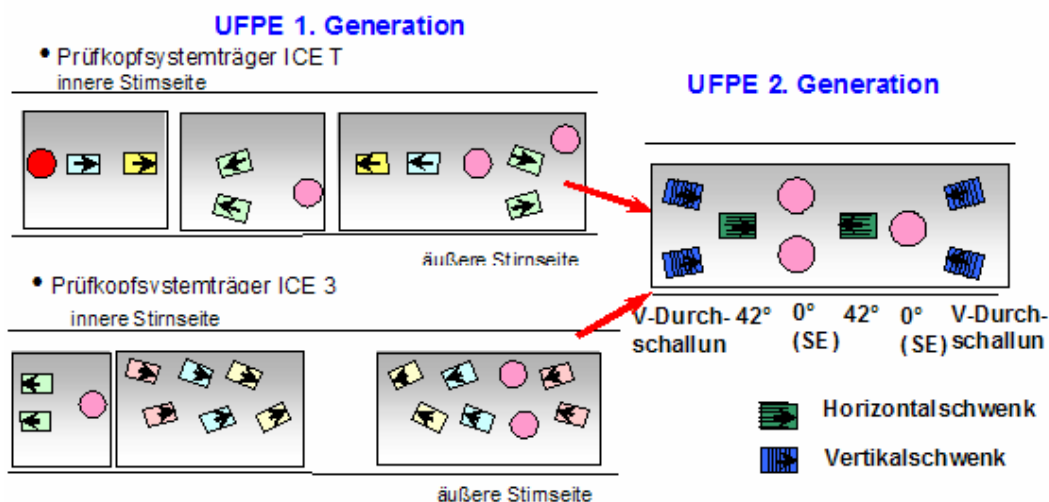


Abb. 3: Vergleich der Prüfkopfsystemträger der Unterflurprüfeinrichtung
 1.Generation – 2. Generation

Anspruchsvoll ist die Prüfung konturreicher ICE- Treibräder im Bereich der Scheibe (Abb.4).

Insbesondere zum Nachweis tangential (umlaufend) orientierter Fehler, ist hier das V-Durchschallungsprinzip notwendig.

Für die Prüfung der Scheiben, kommen 4 Stck. 13 elementige Gruppenstrahlerprüfköpfe zum Einsatz, von denen jeweils 2, paarweise in V-Durchschallung betrieben werden.

Der Abstand zwischen den Prüfköpfen für die V-Durchschallung beträgt 250 mm. Ein Prüfkopfpaar, prüft von der inneren Lauffläche des Rades in Richtung äußere Radscheibe zum Nachweis tangential orientierter Fehler an der Außenseite des Rades.

Mit dem zweiten Paar, auf der Lauffläche außen positioniert, wird der innere Bereich der Radscheibe geprüft.

Der vertikale Schwenkwinkelbereich, liegt für die V-Durchschallung, zwischen 17 und 40° .

Die 4 Gruppenstrahlerprüfköpfe werden in weiteren Prüftakten, zum Nachweis radial orientierter Fehler, zusätzlich in Impulstechtechnik betrieben.

Der Schwenkwinkelbereich liegt hier zwischen 40 und 46° .

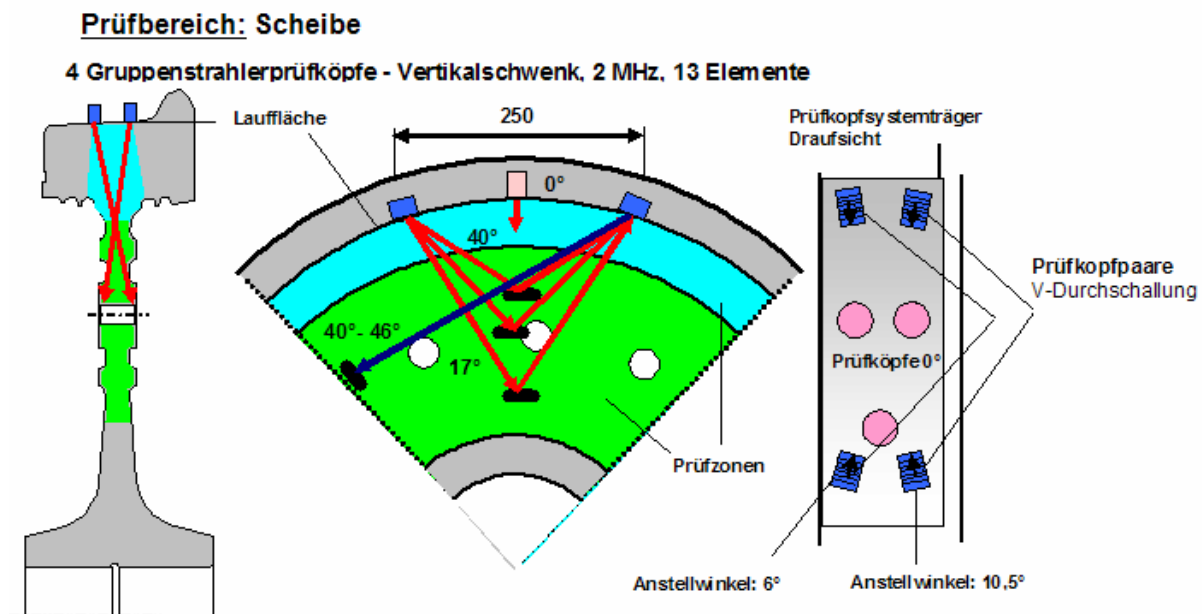


Abb. 4: Prinzip der Prüfung von Treibräder mit Gruppenstrahlerprüfköpfen

Darüber hinaus werden 2 horizontal schwenkende Gruppenstrahlerprüfköpfe, mit einem Einschallwinkel von 42°, zum Prüfen des Übergangsbereiches zwischen Radkranz und Scheibe von der Lauffläche eingesetzt. Hier erfolgt ein Horizontalschwenk von $\pm 25^\circ$.

Neben der Scheibenprüfung von der Lauffläche des Rades, wird der Radkranz von der inneren Stirnseite des Rades geprüft.

Im wesentlichen wurde hier das bewährte Prüfkonzept der 1.Generation Unterflurprüfeinrichtungen beibehalten.

Neu werden anstelle von konventionellen Prüfköpfen zum Prüfen der Radkranzaußenseite, horizontal schwenkende Gruppenstrahlerprüfköpfe mit einem Einschallwinkel von 45° verwendet. Der Horizontalschwenk erfolgt im Winkelbereich von $\pm 12^\circ$.

3. Prüftechnischer Ablauf und Ergebnisse

Die Prüfung läuft automatisch ab. Nach Eingabe der Radsatzdaten und dem Auslösen des Prüfstarts, fährt der Prüfkopfsystemträger automatisch an das gewählte Rad in die entsprechende Prüfposition (Abb. 5).

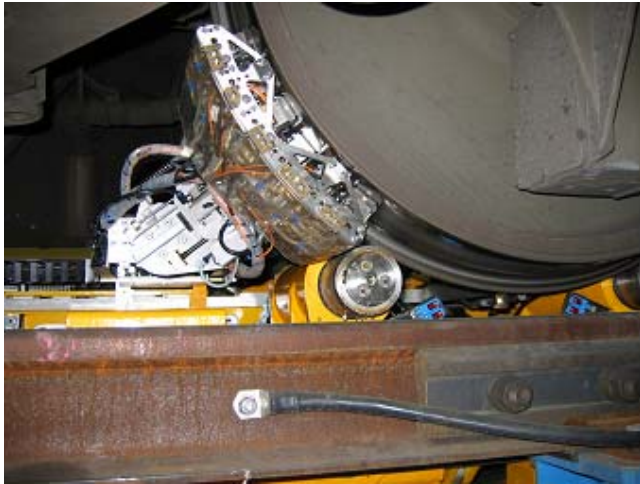


Abb. 5: Prüfkopfsystemträger in Prüfposition am Rad

Für die Datenaufnahme wird das Rad eine volle Umdrehung gescannt. Nach der Datenaufnahme erscheinen 4 Tomografiebilder in der Ergebnisdarstellung (Abb. 6). Dabei werden bestimmte Takte in den jeweiligen Tomografiebildern zusammengefasst.

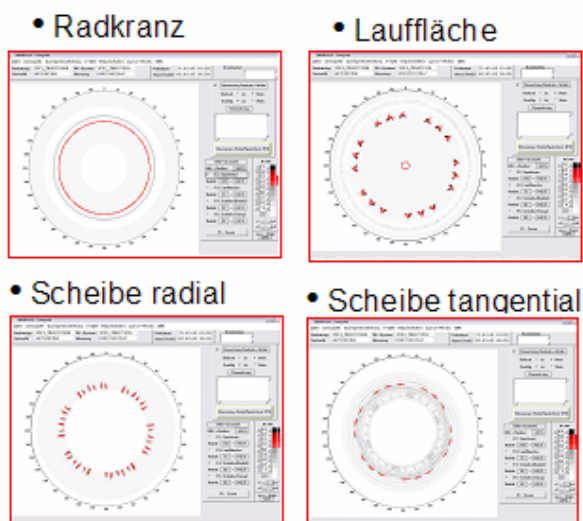


Abb. 6: Ergebnisdarstellung in 4 Tomografiebildern (Beispiel: Rad mit 18 Bohrungen)

Die Ergebnisse einzelner Takte, können nach entsprechender Anwahl im Nachgang betrachtet werden. Der nach EN 473 ausgebildete Ultraschallprüfer muss die Ergebnisse in den Tomografiebildern bewerten und dabei typische Formanzeigen (Abb. 7) von eventuellen Fehleranzeigen unterscheiden. Zusätzlich besteht zur weiteren Analyse der Ergebnisse die Möglichkeit, die A-, TD-, B- und C-Bilder zu betrachten und auszuwerten. Hier können die

Ergebnisse ebenfalls taktweise betrachtet oder mehrere Takte zusammengefasst dargestellt werden.

Nach Beenden der Prüfung kann das gegenüberliegende Rad geprüft werden. Der Prüf Ablauf erfolgt kontinuierlich von Rad zu Rad. Unterschiedliche Radtypen innerhalb des Zugverbandes können abwechselnd, ohne den bisher notwendigen Prüfsystemträgerwechsel, nach entsprechender Programmwahl geprüft werden.

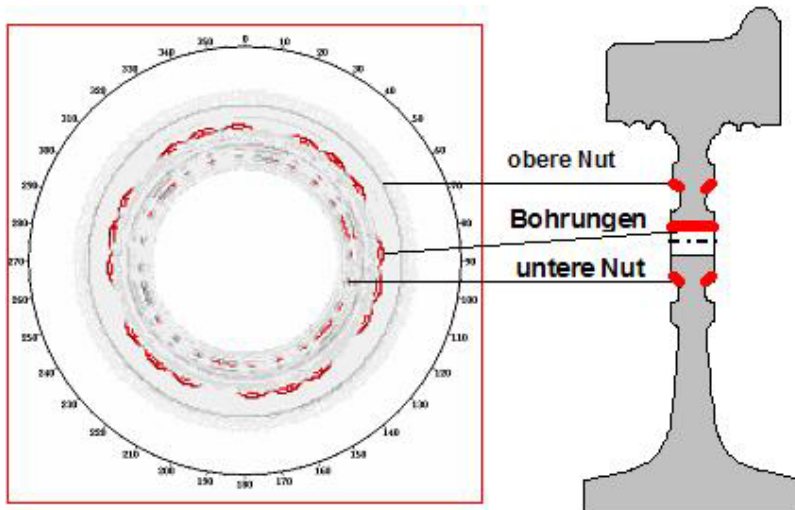


Abb. 7: typische Formanzeigen an einem Treibrad mit Bohrungen und Nutkanten

Die Prüfempfindlichkeit wird an einem Testradsatz mit definierten Vergleichsreflektoren in den Rädern eingestellt (Abb. 8).

Bei den Vergleichsreflektoren handelt es sich um Nuten und Querbohrungen. Die Kontrolle des Prüfsystems wird regelmäßig vor und nach jeder Zugmessung an diesem Testradsatz durchgeführt.

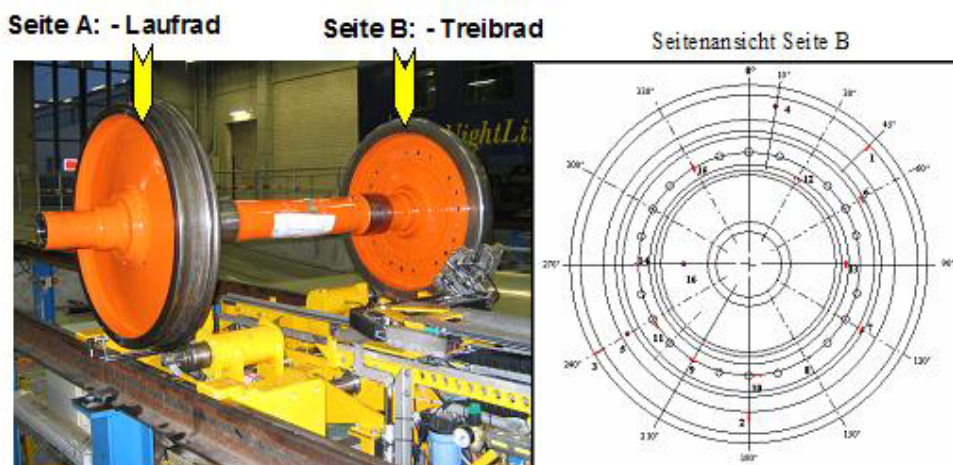


Abb. 8 Testradsatz mit Vergleichsreflektoren

Dabei erfolgt ein Vergleich mit den Ergebnissen von Referenzmessungen. Entsprechende Mustertomografiebilder aus den Referenzmessungen zum Vergleich, sind Bestandteil der Prüfanweisung.

Die Kontrollen sind bedingungsgemäß, wenn alle Vergleichsreflektoren registrierpflichtig im Tomografiebild nachgewiesen werden (Abb. 9).

Nachweis der tangentialen Vergleichsreflektoren in der Scheibe

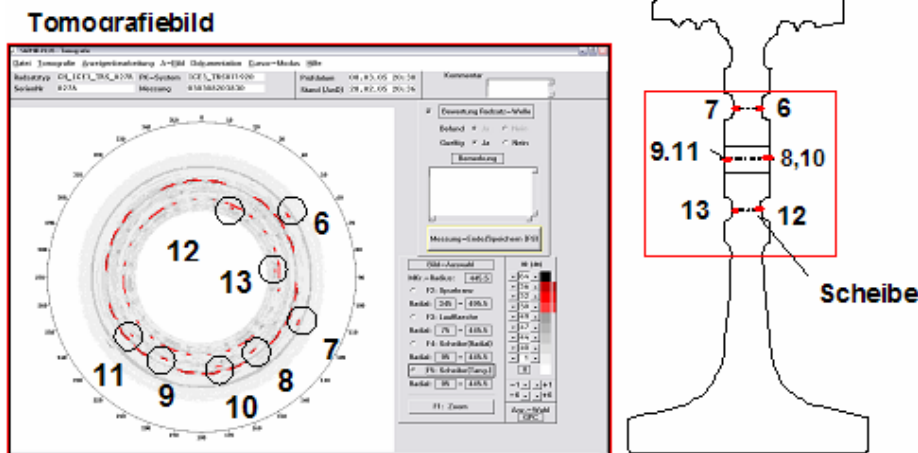


Abb. 9 Tomografiebild mit Vergleichsreflektoren

4. Zusammenfassung

Mit Einführung der 2. Generation Unterflurprüfeinrichtungen und dem Einsatz der Phased Array Technik, wurden folgende wichtige Effekte erzielt:

- Geringe Anzahl von Prüfköpfen durch den Einsatz der Phased Array Technik.
- Geringe Abmessungen des Prüfkopfsystemträgers.
- Zugänglichkeit an die Räder der ICE - Triebzüge ohne einen wesentlichen Abbau von Zugkomponenten.
- Variabler Einsatz des Prüfkopfsystemträgers für verschiedene Radtypen.
- Automatische und reproduzierbare Positionierung des Prüfkopfsystemträgers am Rad.
- Kontinuierlicher Ablauf der Prüfung (von Rad zu Rad) unter dem Zug.

Durch den variablen Einsatz des Prüfkopfsystemträgers und den kontinuierlichen Ablauf der Prüfung, wurden die technologischen Abläufe reduziert. Damit konnte eine Verkürzung der durchschnittlichen Prüfzeit pro Radsatz (2 Räder) mit Auswertung auf ca. 30 min erzielt werden.