

Optimierte Prüfsysteme für Eisenbahnräder und Radsätze

B. Rockstroh, W. Kappes, F. Walte, S. Bessert, Fraunhofer IZFP, Saarbrücken;
J. Montnacher, D. Nemeč, J. Goetz, TEG, Stuttgart;
W. Herrmann, DB Krefeld; H.-J. Schatto, Bahntechnik Kaiserslautern;
B. Gohlke, C. Gerken, GE Inspection Technologies, Hürth

Ausgangssituation

Aufgrund der eingeschränkten Platzverhältnisse in vielen Instandhaltungswerken der Deutschen Bahn und von privaten Anbietern und in Folge des hohen Kostendrucks der auf den Anbietern von Instandhaltungsleistungen lastet, werden im Bereich der Qualitätskontrolle von aufgearbeiteten Radsätzen kompakte, flexible und wirtschaftlich arbeitende Prüfsysteme benötigt. Die Prüfung der ausgebauten Radsätze auf Materialfehler erfolgt mit stationären Anlagen nach dem Reprofilieren. Zu prüfen sind die Räder und die Radsatzwelle, mittels Prüfsystem AURA (Automatische Radsatz Prüfanlage), wobei je nach Anforderung durch die Prüfvorschriften das Ultraschall und das Wirbelstromverfahren zum Einsatz kommen.

Für die Ultraschallprüfung von neuen Eisenbahnrädern mussten in Russland (Nishny Tagiler Metallkombinat, NTMK) und in Deutschland (Radsatzfabrik Ilsenburg, RAFIL) Ultraschallradprüfanlagen konzipiert, gebaut und in Betrieb genommen werden. Die Radprüfanlagen RWI (Rail Wheel Inspection) werden als Produktionsprüfsysteme eingesetzt.

Aufgabe

AURA:

Das IZFP hatte im Jahr 2004 gemeinsam mit der Fraunhofer TEG Aufträge für die Erstellung von Radsatzprüfanlagen für das Werk Krefeld der Deutschen Bahn AG und für die Radsatzwerkstatt der Bahntechnik Kaiserslautern GmbH. Das Werk Krefeld besitzt bereits eine AURA-Radsatzprüfanlage der ersten Generation, die im Wesentlichen für die Prüfung von nicht angetriebenen Radsätzen genutzt wird. Bei angetriebenen Radsätzen kann nur der Radkranz geprüft werden. Da Treibradsätze von Hochgeschwindigkeitszügen auch im Bereich der Radscheibe zu prüfen sind, musste eine weitere Prüfeinrichtung beschafft werden, die in der Lage ist, zusätzlich zur Prüfung des Radkranzes eventuelle Materialfehler im Scheibenbereich in einem frühen Stadium zu erkennen. Diese Aufgabe ist sehr anspruchsvoll, da Bohrungen im Scheibenbereich Formanzeigen bei der Ultraschallprüfung erzeugen, die von Fehleranzeigen getrennt werden müssen. Darüber hinaus war gefordert, dass Radtypen mit unterschiedlichen Scheibenformen zu prüfen sind und dass die Ultraschallprüfung ohne Demontage von Antriebskomponenten erfolgt.

In der Radsatzwerkstatt der Bahntechnik Kaiserslautern GmbH werden Radsätze des Güterverkehrs aufgearbeitet. Nach der Reprofilierung sind die Räder im Bereich des Radkranzes und die Radsatzwelle zu prüfen. Die Prüfung des

Radkranzes auf Anrisse und innere Fehler erfolgt mittels Ultraschall, zur Oberflächenrissprüfung der Lauffläche wird Wirbelstrom eingesetzt. Die Radsatzwelle, die als Vollwelle ausgeführt ist, muss mittels Ultraschall auf Querrisse im Bereich der Radsitze, des Notlaufs, der Wellenschenkel und aller Querschnittsübergänge untersucht werden. Hierzu sind viele unterschiedliche Einschallwinkel erforderlich.

Zur Minimierung der Prüfzeit wurde für die Wellenprüfung der Einsatz der Gruppenstrahlertechnik gefordert. Um den Raumbedarf für die Radsatzprüfanlage gering zu halten und um die Kosten zu reduzieren, sollten alle Funktionen für die Rad- und Wellenprüfung in einem kombinierten Prüfstand realisiert werden.

RWI:

Für die Fertigungsprüfung von Rädern wurden 2004 Ultraschall-Radprüfsysteme vom Typ RWI (Rail Wheel Inspection) in der Radsatzfabrik Ilsenburg (RAFIL Deutschland) und in Nishny Tagil (NTMK Russland) in den Dauerbetrieb überführt.

Die RWI-Anlage von RAFIL prüft Eisenbahnräder im Durchmesserbereich von 680 – 1250 mm in ca. vier Minuten je Rad im Dreischicht-Betrieb an fünf Tagen in der Woche, die RWI-Anlage in Russland prüft ein Rad pro Minute, 22 Stunden pro Tag an sieben Tagen in der Woche. Die Abmessungen der Räder für die NTMK Anlage können 790 – 1295 mm betragen.

Ergebnisse:

Die Anforderungen des Werkes Krefeld können mit der in Bild 1 gezeigten Prüfeinrichtung für Treibradsätze erfüllt werden.



Bild 1: Ultraschallprüfstand für Treibradsätze im DB Werk Krefeld während der Prüfung des Referenzrades

Das Prüfkopfsystem zur Radkranz- und Scheibenprüfung besteht aus zwei festen Modulen, die für alle zu prüfenden Radsatzbauarten benötigt werden und aus Wechselmodulen, die spezifisch für unterschiedliche Typen von Treibradsätzen ausgelegt sind. Für jedes Fest- und Wechselmodul wird eine miniaturisierte 16-kanalige Ultraschall-Elektronik eingesetzt (US-Frontend). Diese befindet sich in unmittelbarer Nähe des Prüfkopfmoduls, bei dem Wechselmodul ist sie sogar direkter Bestandteil dieses Moduls (Bild 2).

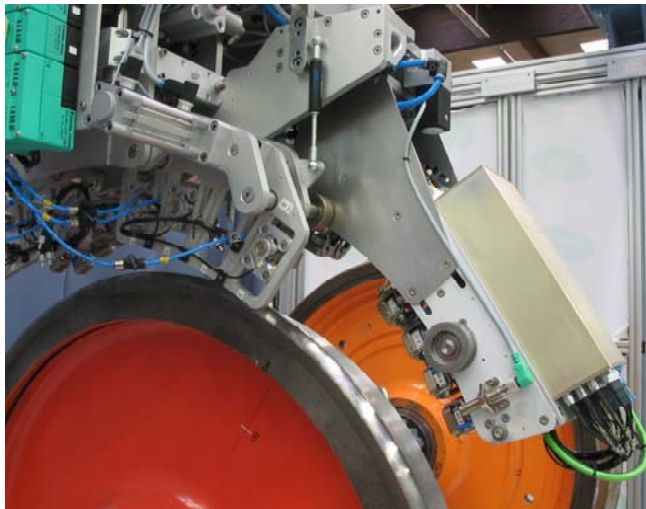


Bild 2: Wechselträger mit US-Frontend Elektronik

Die Kommunikation der US-Frontends mit dem Prüfrechner und die Übertragung der Ultraschalldaten zum Rechner erfolgen per Netzwerk (Ethernet mit Protokollstruktur TCP/IP). Abhängig von der zu prüfenden Radbauart wird das benötigte Prüfkopf-Wechselmodul einschließlich der US-Elektronik von der Handhabungseinheit aus einer Aufnahmevorrichtung gegriffen und gemeinsam mit den Festmodulen am zu prüfenden Rad positioniert. Zur Reduzierung des Aufwandes für die Ultraschallsensorik und die Elektronik erfolgt die Prüfung der beiden Räder eines Radsatzes nacheinander in zwei Teilschritten, was innerhalb der vom Werk spezifizierten Taktzeit von 10 Minuten problemlos möglich ist. Die Auswertung der Radkranzprüfung erfolgt automatisch, das Ergebnis der Scheibenprüfung muss aufgrund der Formanzeigen von Bohrungen in der Radscheibe vom Prüfer visuell beurteilt werden, wobei ihn eine übersichtliche Darstellung der Messdaten und interaktive Werkzeuge zu deren Auswertung unterstützen.

Die kombinierte Anlage zur Prüfung von Rädern und Vollwellen, die im Herbst 2004 im Werk der Bahntechnik Kaiserslautern (BTK) in Betrieb genommen wurde, ist in Bild 3 gezeigt.



Bild 3:
Kombinierte Einrichtung
zur Prüfung von Rädern
und Vollwelle in der
Radsatzwerkstatt der
Bahntechnik
Kaiserslautern GmbH

Erstmals in einer Radsatzprüfanlage sind die Ultraschall- und Wirbelstromprüfung des Radkranzes und die Prüfung der Vollwelle mit der Gruppenstrahlertechnik in einem Prüfstand integriert (Bild 4). Die bei der Radkranzprüfung aufgezeichneten Daten werden automatisch ausgewertet, die Ergebnisbilder der Wellenprüfung müssen vom Prüfpersonal visuell beurteilt werden, da Formanzeigen von Querschnittsübergängen der Welle und von Lagerinnenringen auftreten. Auch bei dieser Prüfanlage stehen interaktive Hilfsmittel zur Auswertung der Messdaten zur Verfügung. Die für die Vollwellenprüfung eingesetzte Gruppenstrahlertechnik stammt von GE Inspection Technologies. Für die Radkranzprüfung wird die Frontend-Technik des IZFP eingesetzt. Die Ultraschall- und Wirbelstrom-Frontend-Module sind am Sensorträger, d.h. in unmittelbarer Nähe der Ultraschallprüfköpfe und Wirbelstromsonden montiert.



Bild 4:
Sensorsystem zur Prüfung von Radkranz und Vollwelle

Durch den Einsatz einer innovativen Handhabungstechnik und modernster Prüfelektronik mit hohem Miniaturisierungsgrad und hoher Modularität konnten Prüfanlagen realisiert werden, die optimal an die Anforderungen der Radsatzwerkstätten angepasst sind.

RWI Einzel-Radprüfanlagen für die Produktionsprüfung

Die Ultraschall-Radprüfanlage für die Radsatzfabrik Ilsenburg ist im Bild 5 dargestellt. Sie ist als Einbecken-Anlage ausgelegt und prüft nach der Fertigung allseitig bearbeitete Eisenbahnräder. Die tote Zone beträgt je nach Oberflächenqualität der Räder ca. 10 mm. Die Ultraschall-Elektronik wurde auf der Basis der IZFP-US-Karte PCUS11 wegen der hohen Prüfgeschwindigkeit (ca. 750 mm/sek) für die US-Radprüfanlagen NTMK- Russland vom IZFP neu entwickelt und für Ilsenburg als zwölfkanalige US-Elektronik ausgeführt, wobei die Kanäle im Parallelbetrieb arbeiten können.

Die Ultraschallradprüfanlage für das Metallkombinat NTMK (russ. Föderation) ist wegen der hohen Produktionskapazität (ca. 60 Räder/h) als Doppelbeckenanlage ausgelegt und arbeitet mit zwei US-Elektronik-Einschüben mit je 16 Prüfkanälen, mit zwei Prüfwannen und zwei Spezialkränen für den schnellen Radtransport.

In jeder Prüfelektronik sind zwei US-Ersatzkarten vorhanden, so dass bei einem Defekt nur die entsprechenden Prüfköpfe umgesteckt werden müssen. Die RWI-Prüfsysteme sind für die Ultraschallprüfung von Vollrädern in Senkrechteinschallung konzipiert. Eine bedienerfreundliche Software wurde speziell nach Kundenanforderung durch das IZFP entwickelt und in den Dauerbetrieb überführt. Geprüft wird mittels Immersionstechnik, um Prüfkopfverschleiß zu vermeiden, eine hohe Auflösung unter der Oberfläche und eine hohe Reproduzierbarkeit des Prüfergebnisses zu erreichen.



Bild 5:
RWI-Radprüfanlage mit eingesetztem Eisenbahnrad während der
Unterwasserprüfung

Die Prüfeempfindlichkeit für beide Ultraschall-Radprüfanlagen beträgt KSR 1,0 mm. Die Prüfbereiche beinhalten den Radkranz, den Spurkranz, die Scheibe und die Radnabe. Die Prüfdaten-Auswertung erfolgt automatisch, das Ergebnis wird als Balken-C-Bild dargestellt. Die Prüfergebnisse werden in einer Datenbank gesichert. Alle Anlagen verfügen über eine ISDN-Schnittstelle oder Internet-Anbindung zur Ferndiagnose der Prüf- und Steuerelektronik.

Im Bild 6 ist die Ultraschallprüfanlage für NTMK in der Draufsicht abgebildet. Sie besteht aus zwei Prüfbecken und zwei Kränen.



Bild 6:
Prüfanlage zur US-Prüfung von Eisenbahnradern mit zwei Kränen und
zwei Prüfbecke im NTMK