

Zerstörungsfreie Prüfung an Radsatzkomponenten von Schienenfahrzeugen

Radsätze von Schienenfahrzeugen, speziell die Radsätze von Hochgeschwindigkeitszügen, unterliegen hohen dynamischen Belastungen. Die Radsatzkomponenten müssen daher in der Fertigung und in der Instandhaltung einer zerstörungsfreien Prüfung (zFP) zum Nachweis von fertigungsbedingten bzw. im Betrieb entstandenen Materialfehlern unterzogen werden.

Nach dem heutigen Stand der Technik werden diese Prüfungen mit automatisierten Systemen durchgeführt, um eine hohe Nachweisempfindlichkeit zu erreichen und um die Prüfung objektiv und vollständig dokumentiert durchführen zu können. Schließlich trägt die Automatisierung der Prüfung auch wesentlich zu einer wirtschaftlichen Fertigung und Instandhaltung bei.

Das Fraunhofer-Institut für zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP entwickelt seit Beginn der 80er Jahre Prüfverfahren und Prüfsysteme einschließlich Prüfelektronik, Sensorik und Prüfsoftware, die im Bereich der Fertigung und Instandhaltung zum Einsatz kommen. Mögliche Entwicklungspartner sind Industrieunternehmen oder andere Fraunhofer-Institute.

Im Bereich der Fertigungsprüfung von Rädern hat das IZFP gemeinsam mit der Firma NDT Systems GmbH Räderprüfanlagen des Typs RWI entwickelt, die mittels Ultraschall die Inspektion von Radkranz, Spurradsatz und Radnabe in Übereinstimmung mit internationalen Prüfstandards innerhalb von nur 60 bis 90 Sekunden einschließlich Be- und Entladen der Prüfeinrichtung durchführen. Diese hohen Prüfgeschwin-

digkeiten sind erforderlich, da große Räderwerke ca. 300.000 bis 500.000 Räder pro Jahr produzieren und jedes Rad mit Ultraschall auf kleinste innere Fehler geprüft werden muss. Die Radkranzprüfung muss z.B. mit einer Prüfempfindlichkeit entsprechend einem Kreisseibenreflektor von 1 mm Durchmesser erfolgen. Dadurch ergeben sich hohe Anforderungen an die Mechanik und die

Ultraschalltechnik der Prüfeinrichtung. Mit speziellen Prüfköpfen, sogenannten Phased Array Prüfköpfen, bei denen das Schallfeld durch geeignete elektronische Ansteuerung entlang der Apertur eines langen Prüfkopfes bewegt werden kann, können große Prüfbereiche ohne mechanische Bewegung des Prüfkopfes abgedeckt werden, so dass die gesamte Prüfung während nur einer

Raddrehung erledigt werden kann. Durch Einsparung mechanischer Komponenten wird die Prüfung nicht nur schneller sondern auch einfacher und zuverlässiger. Nach geltenden internationalen Prüfnormen ist im Rahmen der Neuqualifikation von Rädern auch eine Prüfung der Radscheibe gefordert. Auch diese Anforderung kann durch das RWI-System erfüllt werden, wobei ein sogenann-



Abb. 1: RWI Prüfsystem für Neuräder



Abb. 2: HPS Ultraschallprüfeinrichtung für Radsatzwellen mit Längsbohrung

ter Squirter-Prüfkopf, geführt durch modernste Robotertechnik, den Ultraschall über einen Wasserstrahl in die teilweise komplex geformte Radscheibe einkoppelt. Abbildung 1 zeigt ein komplett ausgestattetes RWI-System zur Prüfung von Radkranz, Spurkranz, Radnabe und Radscheibe.

Um mögliche betriebsbedingte Materialfehler in einem frühen Stadium erkennen zu können, müssen die Radsätze in regelmäßigen Intervallen zerstörungsfrei geprüft werden. In der schweren Instandhaltung werden wiederaufgearbeitete und reprofilierte Radsätze in stationären Anlagen vom Typ AURA geprüft. Bei Radsätzen für den Hochgeschwindigkeitsbereich werden der Radkranz und die Radscheibe mittels Ultraschall auf Oberflächenrisse und innere Fehler geprüft. Bei Rädern für die anderen Geschwindigkeitsbereiche genügt die Prüfung des Radkranzes.

Räder von Güterwagenradsätzen sind klotzgebremst und müssen daher einer speziellen Prüfung der Radlauffläche auf

Risse unterzogen werden. Dazu wird das Wirbelstromverfahren eingesetzt. Außer den Rädern sind auch die Radsatzwellen einer Prüfung zu unterziehen. Zur Inspektion von Radsatzwellen mit Längsbohrung wurden spezielle Prüfsysteme entwi-

kelt, bei denen eine rotierende Ultraschallprüfsonde die Welle von der Bohrung aus auf Oberflächenfehler und innere Fehler prüft. Solche Systeme können stationär und mobil ausgelegt werden, wobei sie in der mobilen Variante speziell für die

leichte Instandhaltung, also die Prüfung am Zug, zum Einsatz kommen (Abbildung 2).

Vollwellen werden derzeit ausschließlich an ausgebauten Radsätzen einer Ultraschallprüfung unterzogen, was in stationären Prüfständen geschieht. Die Prüfung auf Oberflächenfehler erfolgt von den freiliegenden Schaftbereichen aus mittels Phased Array Prüfköpfen, die ein elektronisches Schwenken des Schallbündels gestatten und somit in optimaler Weise auch verdeckte Bereiche, wie die Radsitze oder Bremsscheibensitze prüfen können. Nach den bekannten Schadensfällen an Vollwellen, wo in erster Linie das Unglück in Viareggio zu nennen ist, muss die Radsatzwelle zusätzlich mit Magnetpulver geprüft werden, wozu auch die kompletten Lager entfernt werden müssen. MT-Prüfanlagen gehören zur Grundausstattung einer Radsatzwerkstatt.

Ein Beispiel für eine innovative Prüflösung des IZFP, die gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik



Abb. 3: AURA Prüfeinrichtung im EuroMaint Werk Kaiserslautern



Abb. 4: UER Eigen Spannungsmessgerät

und Automatisierung IPA für das Euro-Maint Werk in Kaiserslautern realisiert wurde, stellt die in Abbildung 3 gezeigte Prüfeinrichtung für ausgebaute Güterwagenradsätze dar, die in einem Arbeitsgang die Ultraschall- und Wirbelstromprüfung des Radkranzes sowie die Prüfung der Vollwelle mit der Ultraschall-Phased-Array-Technik gestattet. Für die gesamte Prüfung, die im Anschluss an die Reprofilierung der Räder erfolgt, werden nicht mehr als 4 Minuten benötigt.

Ein sehr wichtiger Arbeitsschritt bei der Wartung von Güterwagenradsätzen ist die Messung des Eigenspannungszustandes im Radkranz, die bei der Instandhaltung von klotzgebremsten Radsätzen in den Prüfvorschriften festgeschrieben ist. Durch die Wärmeinbringung während des Bremsens und die nachfolgende Abkühlung entstehen im Radkranz Zugspannungen in Umfangsrichtung, wodurch ansonsten ungefährliche Risse, die durch den Rad-Schiene-Kontakt in der Radlaufläche immer vorhanden sind, wachsen und zum Bruch des Rades führen können. Das Ultraschallgerät UER (Ausführungsbeispiel s. Abbildung 4) zur Messung der Eigenspannungen im Radkranz wurde im IZFP bereits Anfang der 90er

Jahre in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn entwickelt und gehört heute zur Ausstattung einer Vielzahl von Instandhaltungswerken für Güterwagen. Seit der Einführung des UER-Systems zur regelmäßigen Überprüfung des Eigenspannungszustandes klotzgebremster Radsätze gehören Radbrüche praktisch der Vergangenheit an.

Das UER-System wird auch zur Kontrolle des Eigenspannungszustandes in Neurädern in den Herstellerwerken eingesetzt. Dadurch soll verifiziert werden, dass der nahe der Laufläche gemessene maximale Spannungswert im Druckspannungsbereich liegt. Derzeit befindet sich die dritte Gerätegeneration kurz vor der Markteinführung.

*Wolfgang Kappes
Fraunhofer Institut
für Zerstörungsfreie
Prüfverfahren IZFP,
Saarbrücken*