

## ■ Drum prüfe, wo der Riss sich findet

Mithilfe von Ultraschall lässt die Deutsche Bahn ihre moderne ICE-Flotte auf eventuelle Schäden an Achsen und Rädern untersuchen.

Wenn am Bahnsteig ein Knacken aus dem Lautsprecher zu hören ist und die Automatenstimme ertönt, fingern meist die ersten Reisewilligen schon nach ihrem Handy, um ihre Termine zu verschieben. Denn kurz vor Weihnachten verkündete die Stimme oft schlechte Nachrichten. Neben den üblichen Verspätungen sind es seit einigen Monaten die Züge selbst, die den Fahrplan aus den Fugen geraten lassen: Die stauen sich nämlich vor den Werkhallen, um zur Ultraschallprüfung anzutreten.

Im Juli entgleiste ein ICE am Kölner Hauptbahnhof wegen einer gebrochenen Achse und entging nur knapp einer Katastrophe. Im Oktober bestätigte sich, dass eine weitere bereits im August auffällig gewordene Achse eines ICE-T einen Riss aufwies. Die Konsequenz: eine umfassende Sonderprüfung der Radwellen von 67 ICE-3- und 70 ICE-T-Zügen, die den Fahrplan vermutlich noch bis Februar beeinflussen wird.

Dass ein Werkstück Inhomogenitäten aufweist, ist praktisch unvermeidlich. Sie entstehen etwa, wenn sich in einem Stahlgussstück beim Erstarren Gase lösen und Gasporen bilden. Beim Schmieden und Walzen des Werkstücks zum Radsatz sollten alle Gasbläschen, Schlackeneinschlüsse oder Erstarrungshohlräume verschwinden – dies prüft man gründlich, bevor der Radsatz



Deutsche Bahn

Aufgrund der außerplanmäßigen Sicherheitschecks standen die ICEs in den letzten Wochen nicht immer pünktlich am

Gleis. Stattdessen wurden ihre Achsen genau unter die Lupe genommen.

in Betrieb geht. Im „Dienst“ wird er aber stark beansprucht. Druck- und Zugkräfte zerren an ihm, die Laufflächen erwärmen sich, die Achsen schwingen und verdrehen sich. Dabei können winzige Defekte auftreten. Die Aufgabe besteht nun darin, diese Stellen – mögliche Risse – zu prüfen. Bisher mussten ICEs alle 300 000 Kilometer zur Kontrolle. Inzwischen wurde das Intervall aber je nach Achsenmaterial auf 30 000 bis 60 000 Kilometer verkürzt.

Die Prüfung der hohlen Achsen eines ICE übernehmen Ultraschallsensoren, die sich in das Innenleben der Achse hineinschieben lassen (Abb. 1). Die Ultraschallwellen dringen in die Achse ein und „horchen“ dort nach winzigen Rissen, welche die Keimzelle eines späteren Risses mit schlimmen Folgen sein können. Trifft das Signal auf einen Riss, weist das reflektierte Signal, das sich auf einem Monitor direkt verfolgen und abspeichern lässt, in der Prüfersprache einen „Befund“ auf. Dieser deutet nicht zwangsläufig auf ein Problem hin, auch Verunreinigungen und Materialunebenheiten erzeugen anormale Ultraschallsignale (Abb. 2). Im Zweifelsfall muss der Radsatz aber ausgebaut und noch genauer unter die Lupe genommen werden.

Seit den 1950er-Jahren gilt die Ultraschallprüfung als Standardverfahren zur zerstörungsfreien Untersuchung in der industriellen Fertigung. Auch die Deutsche Bahn nutzte von Anfang an diese Technik, um Schienen und Räder zu kontrollieren. Inzwischen läuft dieses Verfahren bei der Bahn weitgehend automatisiert ab. Die Prüfung eines ICE-Radsatzes dauert etwa eine Stunde: 30 Minuten für das Rad, 30 Minuten für die Achse. Sie ist so ausgelegt, dass viele Prüffunktionen gleichzeitig ablaufen und sich sowohl Längs- und Querfehler an den Oberflächen der Radsatzwellen als auch tiefer liegende Gefügefehler – etwa Hohlräume, die bei der Erstarrung entstanden sind – aufspüren lassen. Zehn Prüfköpfe, die auf einem feinen Aluminiumgestänge sitzen, sind an der Suche beteiligt und werden langsam in einer schraubenförmigen Bewegung durch die gesamte Achse geschoben. Sie sind in unterschiedlichen Winkeln und Richtungen zur Achse angeordnet, damit ihnen möglichst nichts entgeht und es keine toten Winkel gibt. Um Querfehler zu erkennen, schallen die Prüfköpfe gegensinnig in axialer Richtung mit flachem



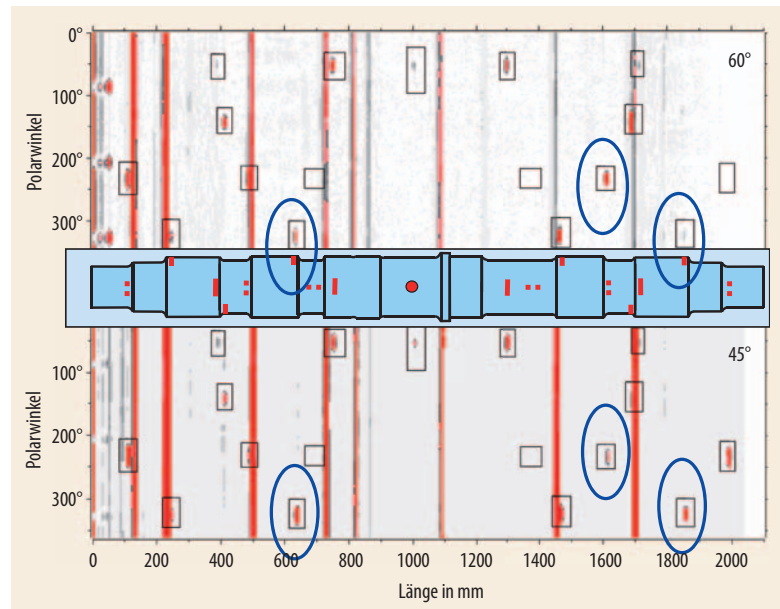
Deutsche Bahn

Abb. 1 Im ICE-Betriebswerk Berlin Rummelsburg wird ein Hohlwellenprüfstand am Radsatz montiert.

und mit steilem Winkel ein. Prüfköpfe, die in beiden Umfangsrichtungen schallen, detektieren die in Längsrichtung verlaufenden Fehler. Senkrecht angeordnete Prüfköpfe sind auf Unregelmäßigkeiten im Wellenvolumen spezialisiert.

Zunächst steht eine Standardinspektion über die gesamte Achslänge auf dem Programm. Schlägt das System dabei nicht an, gilt freie Fahrt. Andernfalls wird die auffällige Stelle näher inspiziert. Vor und nach jeder Radsatzprüfung am Zug wird auch eine Testwelle, die bestimmte Fehler aufweist, untersucht. Erkennt die Anlage deren fehlerhafte Stellen vollständig und richtig, bestätigt dies die Messergebnisse am Zug.

Die Anlagen zur mechanisierten Prüfung von Radsatzwellen mit Längsbohrung haben sich in den letzten Jahren bewährt. Nicht nur Hochgeschwindigkeitszüge, sondern auch andere Lokomotiven und S-Bahn-Triebzüge fahren mit Hohlwellen. Daher bleibt die Entwicklung der Prüfanlagen nicht stehen. Einen bedeutenden Fortschritt bringt die Gruppenstrahlertechnik; ein entsprechendes Prüfsystem haben die Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG in Stuttgart und die Erlanger Firma intelNDE entwickelt. Der Vorteil: Wo konventionell eine Vielzahl von Prüfköpfen nötig ist, um den Prüfbereich abzudecken, übernimmt



T. Oelschlägel et al., DGZFP-Jahrestagung 2005

**Abb. 2** Diese Testwelle (Mitte) verfügt über zahlreiche Referenzfehler (rote Punkte). Wie deutlich diese im Ultraschallbild zutage treten, hängt vom Einstrahlwinkel ab: Der Fehler bei ca.

1850 mm ist bei einem Winkel von 45° (unten) klar zu erkennen, bei 60° (oben) sieht man ihn kaum (blaue Markierungen).

bei den Gruppenstrahlern die Elektronik das Schwenken, Fokussieren und Verschieben des Schallbündels. Bei ihnen ist die Schwingerfläche in viele Einzelemente unterteilt, die sich zeitverzögert ansteuern lassen. Durch die Überlagerung der einzelnen Signale bildet sich ein resultierendes Schallbündel, dessen Abstrahlcharakteristik elektronisch steuerbar ist. Diese Technik erlaubt es somit, mehrere Winkelprüfköpfe durch einen einzelnen Gruppenstrahler zu ersetzen. Eine Radsatz-

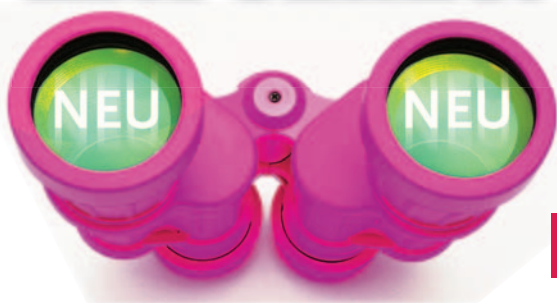
welle mit Längsbohrung untersucht er, indem er diese in einer Schraubenbewegung abscannt. Mit nur einem Einschallwinkel deckt er dabei die gesamte Oberfläche ab.

Auch wenn man sich über Zugverspätungen und -ausfälle ärgert, so ist einmal zu viel geprüft doch besser als einmal zu wenig. So sollte man es sehen, wenn man zähneknirschend am Bahnsteig steht und die Lautsprecheransage anhört, um die Fahrgäste zu verträsten.

Ulrich Kilian

Dr. Ulrich Kilian,  
science & more  
redaktionsbüro,  
uk@science-and-  
more.de

# LBK online!



Physik  
Astronomie  
Ingenieurwissenschaften

Unser  
**Lehrbuchkatalog**  
auch in elektronischer Form  
unter

[www.wiley-vch.de/lbk/physik](http://www.wiley-vch.de/lbk/physik)

 WILEY-VCH