

# Wirbelstromprüfsystem für Schienenbearbeitungsmaschinen

Ralf CASPERSON, Andreas ECKEY, Rainer POHL,  
BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin  
Christian ALLNER, Dirk BEILKEN,  
PLR Prüftechnik Linke & Rühle GmbH, Magdeburg

**Kurzfassung.** PLR Prüftechnik Linke & Rühle Magdeburg und die BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin haben in Zusammenarbeit mit anderen Partnern im Laufe der letzten Jahre verschiedene Wirbelstromsysteme zur Prüfung verlegter Schienen auf rissartige Fehler des Typs Head Checks entwickelt. Die Entwicklung dieser Systeme erfolgte mit dem Ziel, ein Hilfsmittel für die Planung von Schieneninstandhaltungsmaßnahmen zu schaffen. Die Systeme haben sich im praktischen Prüfeinsatz bewährt. Hierzu wurde regelmäßig auf den vorhergehenden Tagungen berichtet.

Bei der Schieneninstandhaltung kommen unterschiedliche Typen von Schienenbearbeitungsmaschinen zum Einsatz, z. B. Schienenfräs- und Schleifzüge. Seit einiger Zeit wird von Seiten der Schienennetzbetreiber vermehrt ein Qualitätsnachweis nach erfolgter Schienenbearbeitung gefordert. Hierzu wurde ein Wirbelstromprüfsystem entwickelt, das speziell an die Erfordernisse der Qualitätsüberwachung in Schienenbearbeitungsmaschinen angepasst ist. Das Prüfsystem wird vorgestellt und über erste Erfahrungen aus dem praktischen Einsatz wird berichtet.

## 1. Einleitung

Im Laufe der letzten Jahre wurden gemeinsam von der PLR Prüftechnik Linke & Rühle GmbH, Magdeburg, der BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin und weiteren Partnern aus dem Bereich der Eisenbahn mehrere Wirbelstromprüfsysteme zur zerstörungsfreien Prüfung von verlegten Eisenbahnschienen auf Oberflächenfehler in der Fahrkante entwickelt. Diese Prüfsysteme umfassen u. A. manuelle Prüfsysteme „WPG“ für kürzere Streckenabschnitte, das Prüfsystem „TrackScan“ für Schienenprüfzüge mit Prüfungsgeschwindigkeiten bis zu 100 km/h und das Prüfsystem „GrindScan“ zur Prozesskontrolle auf Schienenbearbeitungsmaschinen. Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf den sog. Head-Checks, langgestreckten Rissfeldern in der Fahrkante mit Rissabständen im Millimeterbereich, die überwiegend in der äußeren Schiene von Bögen auftreten.

Die Prüfergebnisse der Schienenprüfzüge dienen in erster Linie der Planung von Schieneninstandhaltungsmaßnahmen wie Schleifen, Fräsen oder Austausch. Für die Wahl der Instandhaltungsmaßnahme ist es wichtig, nicht nur die Head-Checks zu detektieren, sondern auch die Schädigungstiefe quantitativ zu bestimmen.

Werden die Head-Checks durch Schleifen oder Fräsen abgetragen, gelingt ein Nachweis der Rissfreiheit bzw. die Dokumentation verbliebener Risse nur mit der



Wirbelstrom- oder Magnetpulverprüfung. Eine optische Kontrolle ist nicht möglich, da eventuell verbliebene Risse durch Schleifriefen verdeckt werden. Aus diesem Grund werden z. Zt. Schienenbearbeitungsmaschinen mit der Wirbelstromprüftechnik ausgerüstet.

## **2. Historie**

Der ursprüngliche Auftrag bestand darin, Schienenprüfzüge mit einem Prüfsystem für die Detektion und Quantifizierung von Head-Checks bei einer Prüfgeschwindigkeit bis zu 100 km/h nachzurüsten. Die bis dahin ausschließlich auf den Prüfzügen verwendete Ultraschallprüftechnik ist zur Quantifizierung von Head-Checks ungeeignet, da aufgrund der Rissdichte die Ultraschallsignale gegenseitig abgeschattet werden und somit kein Schallsignal mehr empfangen wird. Eine Detektion ist nur über den Ausfall des Empfangssignals möglich und lässt sich nicht von einem Ankoppelverlust unterscheiden.

Parallel zu dem Prüfsystem „TrackScan“ für die Prüfzüge wurde das manuelle Prüfsystem „WPG“ entwickelt, um die Prüftechnik erproben und Messdaten sammeln zu können, wenn gerade kein Prüfzug zur Verfügung stand.

Schon früh stieg der Schweizer Betreiber von Schienenschleifzügen SPENO International S. A. in das Projekt mit ein und ließ für seine Schleifzüge das Prüfsystem „GrindScan“ entwickeln. „GrindScan“ ermöglicht es, zu Beginn der Schienenbearbeitung die Schädigungstiefe zu ermitteln und somit die benötigten Schleifüberfahrten besser zu planen. Während der Bearbeitung lässt sich der Fortschritt kontrollieren und zum Ende das Ergebnis protokollieren. Umgekehrt ermöglichten uns Abtragsmessungen während der Schienenbearbeitung eine Validierung der zuvor mit dem Wirbelstromprüfsystem ermittelten Schädigungstiefe.

Jedes Prüfsystem war ein Unikat. Das Hardwareinterface zu den Prüfzügen bzw. Schienenbearbeitungsmaschinen musste jedes Mal aus Einzelkomponenten neu zusammengestellt und vor Ort verdrahtet werden. Die Sondenhalterung zur Führung der Wirbelstromsonden auf der Fahrkante der Schiene wurde für jeden Zug neu entwickelt.

Die Software „TrackScan“ ließ sich von Anfang an in weiten Grenzen konfigurieren und somit an die verschiedenen Prüfzüge anpassen. Die Software „GrindScan“ war dagegen nur zu den Schleifzügen der Firma SPENO kompatibel.

## **3. Neues Prüfsystem**

Standardisierte Komponenten der Hard- und Software reduzieren den Aufwand bei der Installation und Wartung der Prüfsysteme.

Als Hardwareinterface zum Prüfzug bzw. zur Schienenbearbeitungsmaschine wurde das kompakte ISIS-Gerät entwickelt. Es wird auch für die Steuerung der neuen Wirbelstromprüfmechanik genutzt. Zusammen mit dem Wirbelstromprüfgerät und der Druckluftaufbereitung ist es in einem schwingungsgedämpften 19“-Schrank untergebracht (Abbildung 1). Dieser wird in Serie montiert und als Ganzes in die Schienenbearbeitungsmaschine eingebaut. Der Schrank bietet auch Einbauraum für eine optionale unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV). Vom jeweiligen Zug sind für das Prüfsystem bereitzustellen:

- Spannungsversorgung 230V AC 1 KW für Schaltschrank
- Spannungsversorgung 230 V AC 100 W für Prüfrechner (Laptop)
- Kontinuierlicher, inkrementaler Wegtakt (vorzugsweise 1000 Pulse/m) zur Richtungserkennung und Positionsbestimmung
- Gereinigte (40µm-Filter), ölfreie Druckluft; 7 bar



Abbildung 1: 19"-Schrank mit ISIS-Gerät (oben), Wirbelstromprüfgerät (Mitte) und Druckluftaufbereitung für den Sondenträger (Tür)

Die neuentwickelte Wirbelstromprüfmechanik gleicht Kurvenfahrten (bis zu einem Bogenradius  $\geq 150$  m) und Sinuslauf selbstständig aus. Ein spezielles Messdrehgestell ist nicht erforderlich. Die maximale Prüfgeschwindigkeit beträgt 20 km/h. Der Arbeitstemperaturbereich wird durch die Pneumatik bestimmt und beträgt  $-5^{\circ}\text{C} - 55^{\circ}\text{C}$ . Im Falle von Strom- oder Druckluftausfall fährt die Mechanik automatisch in die Ruheposition ein. Die Wirbelstromsonden werden innerhalb des Sondenträgers einzeln geführt, so dass ein konstanter Abstand der Sonden zur Schienenoberfläche gewährleistet ist. Die Sonden werden auf Anschlag im Sondenzug montiert. Hierdurch entfällt eine mechanische Justierung der Sondenabstände. Durch die Laufrollen der Sondenzüge (Abbildung 2) sind die Sonden sehr gut vor mechanischen Beschädigungen geschützt.

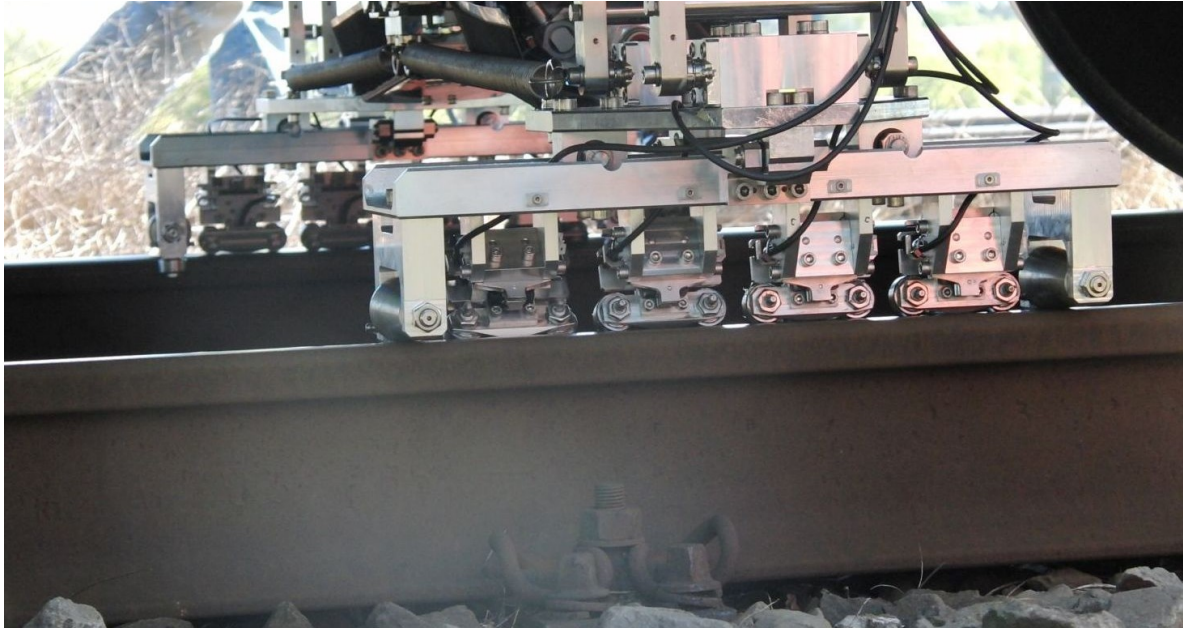


Abbildung 2: Neuentwickelter Sondenträger mit einzelnen Sondenwagen

Zur Bedienung des Prüfsystems wird ein PC mit Windows™ als Betriebssystem benötigt. Bei den beengten Platzverhältnissen auf den Schienenbearbeitungsmaschinen bietet sich die Verwendung eines industrietauglichen Laptops an. Die Verbindung zum Rest des Prüfsystems erfolgt über USB. Durch Einsatz von USB-Extendern ist ein großer Spielraum für die Positionierung dieses PC gegeben. Er kann wahlweise in einer der Fahrerkabinen oder einem beliebigen Ort auf der Maschine positioniert werden kann (Abbildung 3). Durch Einsatz eines Touchscreen wird die Bedienung erleichtert.



Abbildung 3: Laptop zur Bedienung des Prüfsystems (im Werkstattwagen einer Schienenbearbeitungsmaschine)

Auch Softwareseitig hat sich einiges getan. Die Funktionalität der Schleifzugsoftware „GrindScan“ wurde in die Prüfzugsoftware „TrackScan“ integriert. Die Funktionen zur Anpassung der Geräteparameter an die Sondeneigenschaften (Justierung) sind ebenfalls Teil von „TrackScan“. Bei einigen früheren Systemen wurde hierzu noch ein Zusatzprogramm (SIS.DT.Calibration) benötigt. Es existiert also nur noch eine einheitliche Software für Prüfzüge und Schienenbearbeitungsmaschinen, die die Konfigurierbarkeit der Schnittstelle zum Zugsystem und die besonderen Anforderungen der Prozesskontrolle bei der Schienenbearbeitung miteinander vereint. Abbildung 4 zeigt den Arbeitsbildschirm im Schienenbearbeitungsmodus.



Abbildung 4: Beispiel Arbeitsbildschirm im Schienenbearbeitungsmodus

Die beiden nebeneinanderstehenden oberen Anzeigefenster stellen den Zustand aller acht Prüfkanäle auf dem aktuell geprüften Meter dar (Liftoff -> grün; Schädigungstiefe -> rot; Head Check Anzahl -> blau). Anhand der Liftoffanzeigen lässt sich der aktuelle Systemzustand beurteilen.

In den beiden unteren Anzeigefenstern wird der gesamte bereits geprüfte Bereich, für beide Schienen getrennt, dargestellt (rot -> Schädigungstiefe; blau -> Head Check Anzahl). Bei mehreren Prüfüberfahrten würden die Anzeigen ortsgetreu durch den aktuellen Zustand überschrieben.

Durch die Vereinheitlichung der Prüfsoftware stehen die gesamten Softwaretools, die für die Prüfzüge und WPGs entwickelt wurden, auch für die Schienenbearbeitungsmaschinen zur Verfügung. Somit ist erstmalig für alle Systeme eine einheitliche Ergebnisdarstellung möglich. Prüfberichte können automatisch generiert werden. Für SBM wurde nach Vorgaben der DB ein vereinfachter Prüfbericht entworfen (Abbildung 5).

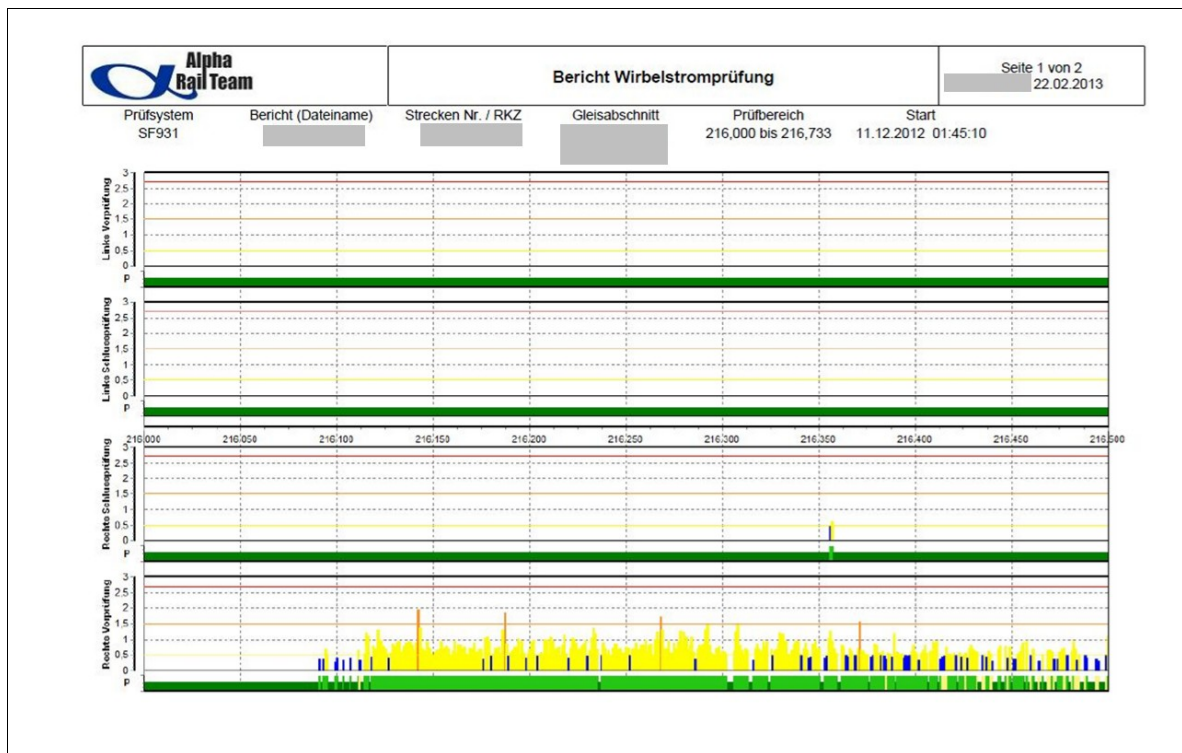


Abbildung 5: Automatisch generierter, vereinfachter Prüfbericht nach Vorgaben der DB

Die beiden oberen Schriebe zeigen Vor- und Schlussprüfung der linken Schiene, die beiden unteren die der rechten Schiene. In der farblichen Darstellung sind die Schädigungsstufen der DB kodiert.