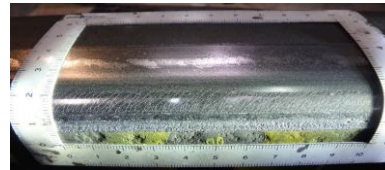
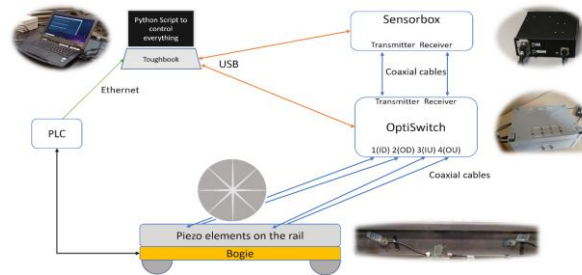


IC-MPPE
Integrated Computational
Materials Process and Product
Engineering.

Programm: COMET – Competence Centers for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET- K2 Zentrum

Projekt: SmartRail2, 04/2021-11/2024, multi-firm



Oben: Skizze des Messaufbaus für die Demonstration am Rad-Schiene-Prüfstand, Bild: MCL; unten: Bild feiner Risse am Schienenkopf, die am Prüfstand erzeugt wurden Bild: voestalpine Rail Technology GmbH

FÜR DIE FAHRGÄSTE UNHÖRBAR, FÜR DIE TECHNIK HÖRBAR: AUFSPÜREN FEINER SCHIENENRISSE MIT ULTRASCHALLWELLEN

EIN SYSTEM ZUR KONTINUIERLICHEN SCHIENENÜBERWACHUNG, DAS PIEZO-ELEKTRISCHE SENSOREN UND ULTRASCHALLWELLEN ZUR FRÜHZEITIGEN ERKENNUNG VON OBERFLÄCHENRISSEN NUTZT.

Warum sollte man sich um winzige Defekte an Schienen kümmern? Winzige Risse auf Schienenoberflächen können wachsen und sich zu Ausbrüchen in der Schiene ausweiten, wenn sie nicht kontrolliert werden. In Österreichs 5.700 km langem Schienennetz, das jährlich 328 Millionen Fahrgäste befördert, ist die frühzeitige Erkennung solcher Risse von entscheidender Bedeutung, um die Betriebssicherheit und Effizienz zu gewährleisten.

Kopfrisse (Head checks) und Schienenüberwachung. Rollkontaktermüdung (RCF) kann zu Oberflächen-defekten wie sog. Head Checks führen, die ein Risiko für Schienenausfälle darstellen. Ermüdungsbedingte

Probleme sind für 50-90 % der mechanischen Ausfälle in Eisenbahnsystemen verantwortlich. Die herkömmliche Schienenüberwachung stützt sich auf Zugerfassungsfahrzeuge (TRVs) und fest installierte Sensoren. Während TRVs periodische Beurteilungen liefern, überwachen ortsfeste Anlagen kontinuierlich gefährdete Gleisabschnitte, was die Wartungskosten und die Ausfallzeiten der Schienen im Laufe der Zeit erheblich reduziert.

Piezoelektrische Sensoren und akustische Oberflächenwellen. Am Materials Center Leoben (MCL) wurden piezoelektrische Sensoren eingesetzt, um akustische Oberflächenwellen (SAWs) zu

SUCCESS STORY

erzeugen, die Risse in Schienen aufspüren. SAWs interagieren mit Oberflächenrissen, wobei die übertragenen, reflektierten und gestreuten Signale wichtige Informationen über die Risttiefe liefern. Piezoelektrische Sensoren wurden aufgrund ihrer Kompaktheit, ihres günstigen Preises und ihrer Fähigkeit einen breiten Frequenzbereich zu erzeugen ausgewählt.

Systementwurf und Implementierung. Das im Bild oben dargestellte System besteht aus Piezosensoren, die paarweise entlang des Schienenstegs installiert sind. Die Sensoren werden an einen Schaltkasten („OptiSwitch“) angeschlossen, der flexible Sender-Empfänger-Konfigurationen ermöglicht. Dieser Aufbau ist mit einer Sensorbox zur Signalsteuerung und -verstärkung verbunden, die für die Echtzeitanalyse mit einem Laptop verbunden ist.

Signalverarbeitung und Innovation. Die am MCL maßgeschneiderte Signalverarbeitung entfernt in den gemessenen Signalen das Rauschen, führt eine Kreuzkorrelation der Signale durch und berechnet die Übertragungskoeffizienten, um die Risttiefe zu ermitteln. Im Gegensatz zu herkömmlichen Systemen, die eine Feinabstimmung erfordern, muss bei dieser Plug-and-Play-Lösung nur der Sensorabstand eingegeben werden, was die Installation und den Betrieb erheblich vereinfacht und gleichzeitig das

Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) optimiert.

Leistungsvalidierung. Das System wurde bei voestalpine Rail Technology GmbH ausgiebig getestet, wobei ein Prüfstand verwendet wurde, der Rad-Schiene-Interaktionen unter verschiedenen Bedingungen und bei unterschiedlichen Schientypen simuliert. Die Risttiefen wurden anhand von Metallographie- und Wirbelstrommessungen validiert. Die Ergebnisse zeigten durchweg eine hohe Übereinstimmung zwischen gemessenen und geschätzten Risttiefen, was die Zuverlässigkeit und Anpassungsfähigkeit des Systems für die kontinuierliche Überwachung von Schienen belegt.

Wirkungen und Effekte

Für Bahnbetreiber reduziert die kontinuierliche Überwachung den reaktiven Wartungsbedarf, wodurch Ausfallzeiten und Betriebskosten minimiert werden. Die Fahrgäste profitieren von erhöhter Sicherheit, weniger Verspätungen und potenziell niedrigeren Reisekosten, was den Wert dieser innovativen Lösung unterstreicht. Für die Umwelt führt die höhere Verfügbarkeit des Schienensystems zu einer stärkeren Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel durch Pendler:innen, was wiederum die CO₂-Emissionen reduziert.

Projektkoordination (Story)

Dr. Jürgen Maierhofer
Group Leader Computational Product Reliability
Materials Center Leoben Forschung GmbH
T +43 (0) 3842 45922-530
juergen.maierhofer@mcl.at

Projektpartner

- Materials Center Leoben Forschung GmbH, Österreich
- voestalpine Rail Technology GmbH, Österreich
- voestalpine Signaling Austria GmbH, Österreich
- Montanuniversität Leoben, Österreich
- Technische Universität Graz, Öster

IC-MPPE / COMET-Zentrum

Materials Center Leoben Forschung GmbH
Vordernberger Strasse 12
8700 Leoben
T +43 (0) 3842 45922-0
mclburo@mcl.at www.mcl.at

Das COMET-Zentrum IC-MPPE wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch Technologies durch BMIMI, BMWET und die Bundesländer Steiermark, Oberösterreich und Tirol gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt (www.ffg.at/comet).