

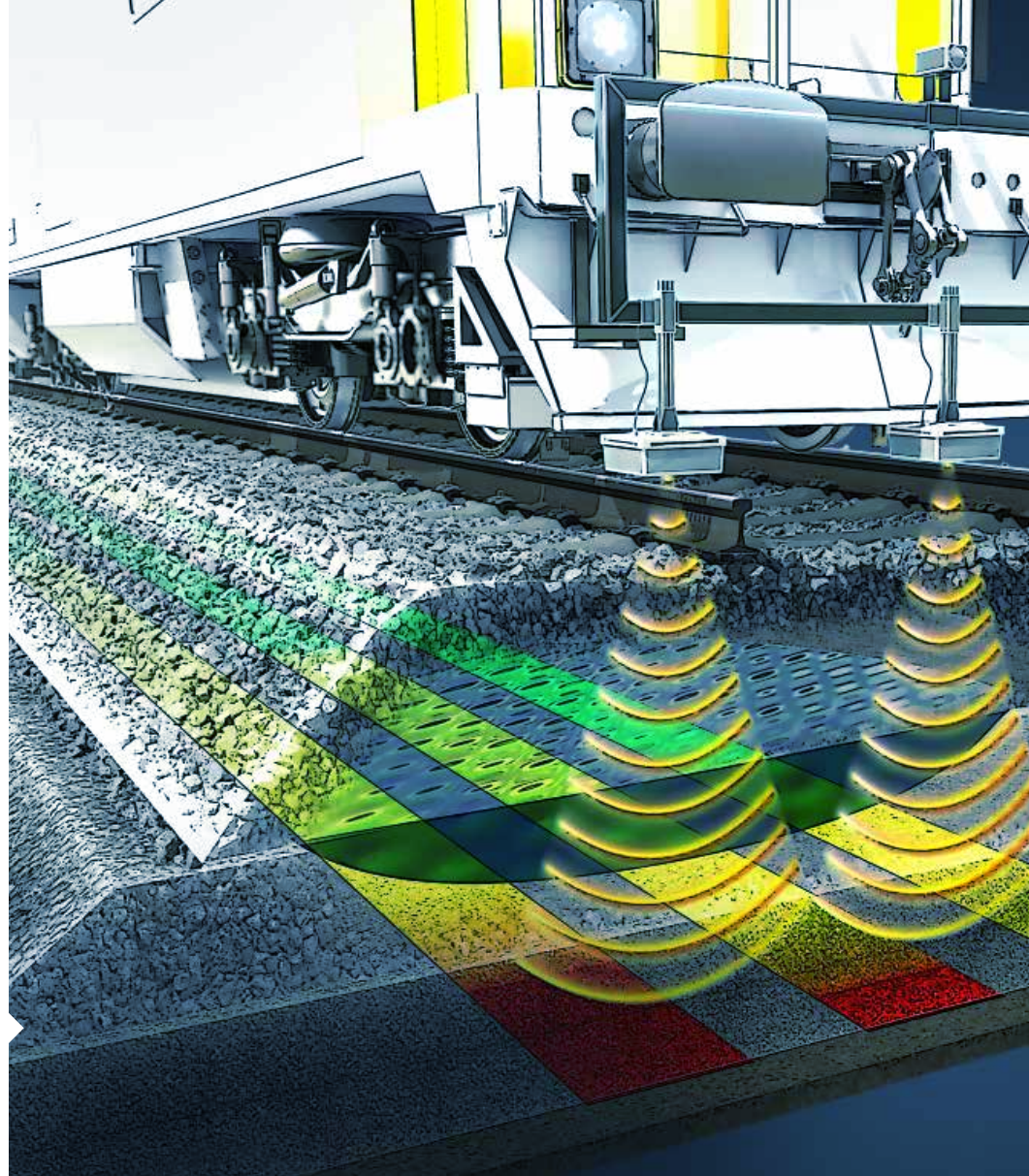


GASTKOMMENTAR

Dipl.-Ing. GIUSEPPE STACCONI

Geschäftsführer Ground Control GmbH,
München

Georadargerät mit drei Antennen, HD-Videokamera sowie Dopplerradar und DGPS zur Positionsbestimmung. Die Anlage kann flexibel auf unterschiedlichen Fahrzeugen zum Einsatz gebracht werden.



Technologiesprung bei der Fahrwegerkundung mittels Georadar

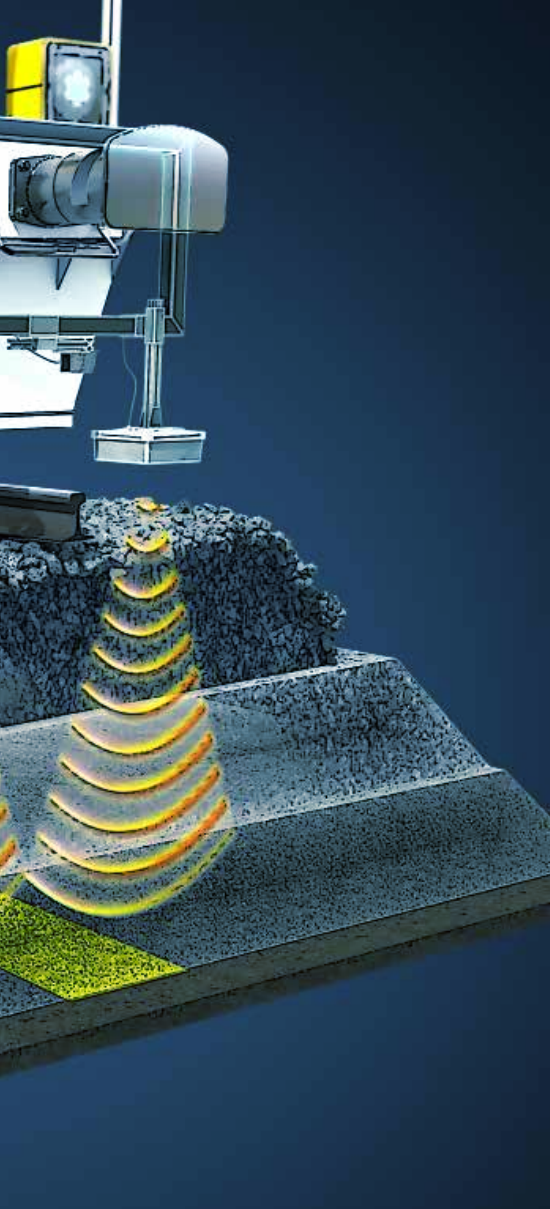
Bei der Instandhaltung von Fahrwegen setzt man im Interesse der Wirtschaftlichkeit immer mehr auf eine ganzheitliche Betrachtungsweise, die alle relevanten Faktoren und Parameter mit einbezieht. Die Grundlage dafür bilden hochauflösende Daten über die einzelnen Komponenten des Fahrwegs. Dabei leistet das Georadar oder Ground Penetrating Radar (GPR) einen bedeutenden Beitrag.

Es hat sich inzwischen als Standardverfahren zur Erkundung und Qualitätssicherung des Eisenbahnober- und -unterbaus etabliert. Durch die Weiterentwicklung der Mess- und Auswertetechnik konnte die Aussagekraft der Messdaten ständig verbessert

werden. Der neueste Technologiesprung ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI).

Zur effizienten Planung und kosteneffektiven Umsetzung von Instandhaltungsmaßnahmen ist eine genaue und lückenlose

Zustandserfassung des Gleisbetts und des Unterbaus unabdingbar. Jahrzehntlang war man zur Bodenerkundung ausschließlich auf Probebohrungen und Schürfungen angewiesen. An eine lückenlose Erfassung war dabei natürlich nicht zu denken. ▶



GROUNDCONTROL

Geophysik und Consulting GmbH



Verschlammter Untergrund



„Inzwischen schlägt die KI selbst erfahrene Fachleute in Bezug auf Qualität und Reproduzierbarkeit der Messdatenauswertung.“

In den 1990er-Jahren wurde in wissenschaftlichen Forschungen erstmals das Georadar auf seine Eignung als Verfahren zur Bodenerkundung im Bahnwesen untersucht.

Bei diesem kontaktlosen Verfahren durchdringen elektromagnetische Wellen den Bahnkörper bis zu einer Tiefe von 2,5 m und werden je nach Untergrundbeschaffenheit verschieden reflektiert. Die Messdaten der reflektierten Wellen werden in sogenannten Radargrammen aufgezeichnet. Das gestattet die Erfassung verschiedenster Parameter, unter anderem Feuchtigkeit, Verschmutzungsgrad und Verlauf der einzelnen Schichtgrenzen.

Die Einführung des Georadars im Bahnbau ermöglichte erstmals eine umfassende und lückenlose Erkundung des Gleiskörpers. Es


entwickelte sich bald zum Standardverfahren, da es den bisherigen Aufschlussverfahren in vieler Hinsicht überlegen ist. So ist beispielsweise keine Streckensperrung nötig und ganze Strecken und Netze können innerhalb kurzer Zeit flächendeckend untersucht werden. Neuere Geräte lassen sich auf einem beliebigen Trägerfahrzeug installieren und können auch als autarke Systeme aus einer Batterie gespeist werden. Das erlaubt den Einsatz auf Arbeitsmaschinen und sogar regulären Zügen, wodurch die Messung unter realen Belastungen erfolgt und an Aussagekraft gewinnt.

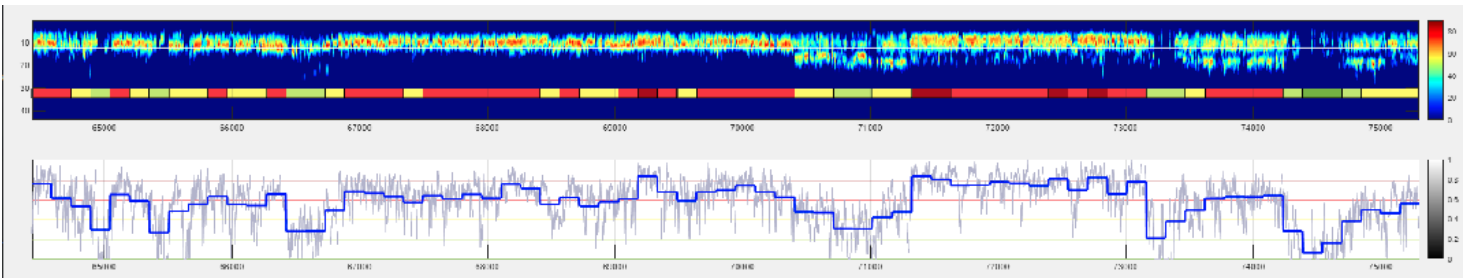
Ausgereifte Spitzentechnologie

Die ständige Weiterentwicklung der Technik ermöglicht immer schnellere und qualitativ hochwertigere Messungen. Durch leistungsstarke Elektronik können mittlerweile

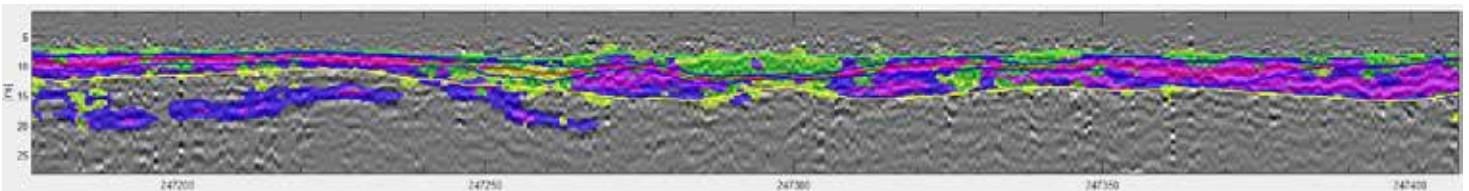
Messgeschwindigkeiten von bis zu 300 km/h erreicht werden. Verschiedene Antennenfrequenzen sorgen dabei für eine optimale Auflösung in unterschiedlichen Tiefen. Mit Hilfe spezieller Triggersysteme erfolgt die Messung auch nur zwischen den Schwellen, was die Datenqualität weiter erhöht. Und die Kombination von DGPS und Dopplerradar erlaubt die Positionsbestimmung mit einer Genauigkeit von unter 0,3 m.

Große Fortschritte in der Datenauswertung

Besonders im Bereich der Messdatenauswertung hat sich in den letzten Jahren viel getan, vor allem durch leistungsfähigere Computer und Analysesoftware. Ein großer Fortschritt war die Entwicklung von digitalen Filtern, die für eine deutliche Verbesserung der Datenqualität sorgen. 



Die Erstellung von Radargrammen ermöglicht eine sehr genaue Erfassung der Bettungssituation – hier eine Segmenter-Abbildung (KI) zum Feuchtigkeitsgehalt.



Nach erfolgter Datenbearbeitung wird das lagegenaue Abbild des Fahrweges hinsichtlich Schadstellen, Verunreinigungen und der Schichtenfolge fortlaufend auf dem Bildschirm dargestellt – hier eine Segmenter-Abbildung (KI) zur Verschmutzung.

Dadurch können heute Strukturen innerhalb des Bahnkörpers erfasst und beurteilt werden, die vorher verborgen blieben. Dennoch hing die Qualität der Dateninterpretation bis vor Kurzem noch von der fachlichen Kompetenz des Analysten ab.

Ein weiterer bedeutender Technologiesprung der jüngsten Zeit ist der Einsatz von KI bei der Datenauswertung. Dabei lernt die Software mit Hilfe von Machine-Learning-Algorithmen, Reflexionsmuster in Radargrammen korrekt zu interpretieren. Jeder untersuchte Kilometer steigert dabei die Genauigkeit. Inzwischen ist die Software zur Auswertung so leistungsfähig, dass selbst erfahrene Fachleute nicht an ihre Qualität und Reproduzierbarkeit heranreichen. Die automatisierte Auswertung der Radardaten erweitert auch die Möglichkeiten zur Visualisierung und zur Integration mit anderen Daten. Messergebnisse können übersichtlich in Diagrammen und auf digitalen Karten dargestellt und ohne großen Aufwand in Datenbanken eingepflegt werden.

Ein wichtiger Datenlieferant für Big Data

Bahnbetreiber setzen für das Life-Cycle-Management immer mehr auf Big Data.

Maschinell ausgewertete Georadarmessungen sind dafür eine wichtige Datenquelle. Ein gutes Beispiel für die Zusammenführung und Analyse verschiedenster Fahrwegsdaten ist das Gleislageanalyse-system NATAS der ÖBB. Es erleichtert unter anderem die frühzeitige Erkennung von Tendenzen sowie die Erstellung und Optimierung von Instandhaltungsprognosen, nicht zuletzt dank Georadardaten. Mit Georadar ausgestattete Messwagen erfassen mit einer einzigen Messfahrt nicht nur die äußere Geometrie des Fahrwegs, sondern auch den Zustand des Schotterbetts und Unterbaus. Das ist ein weiterer Schritt hin zur umfassenden Bereitstellung von Fahrwegsdaten aus einer Hand.

Vielfältige Anwendungsbereiche

Es ist zu erwarten, dass die Bedeutung des Georadars weiter zunehmen wird, und zwar nicht nur bei präventiven Inspektionen, sondern auch zur Dokumentation von Baumaßnahmen wie dem Einbau einer Planumsschutzschicht oder der Stärke der Trag-schicht. So wurde das System von den ÖBB bereits zur Nachweisführung von erbrachten Leistungen zugelassen und Bahnbaumaschinen der Firma Swietelsky zwecks Nachweiserbringung schon mit Georadar ausgestattet.

Das Verfahren wird auch zur Optimierung von Baumaßnahmen eingesetzt. Speziell bei großen Reinigungs- und Umbaumaschinen vermeidet die frühzeitige Erkennung von Hindernissen oder Gefahren wie Betonfundamenten, Kabelführungen und Kriegsmitteln teure Stillstände und Schäden und verringert den Verschleiß.

Zukünftige Anwendungen in Sichtweite

Am Horizont zeichnen sich schon weitere Anwendungen ab. So ist es durchaus vorstellbar, dass in zehn Jahren viele Gleisbaumaschinen mit Georadar ausgestattet sind. Dazu hat Ground Control kürzlich eine Technologiepartnerschaft mit Plasser & Theurer gestartet. Auf der Grundlage von Live-Radardaten ließen sich dann zum Beispiel die Arbeitsleistung einer Maschine abhängig von der Untergrundbeschaffenheit steuern und Arbeitsprozesse automatisieren. In solchen Anwendungen steckt ein großes Potenzial, das es im Sinne der Effizienz und Wirtschaftlichkeit auszuschöpfen gilt. Angesichts der raschen Fortschritte bei der Mess- und Auswertungstechnologie werden solche Systeme wohl nicht mehr allzu lange auf sich warten lassen. Die Bedeutung des Georadars im Gleisbau wird also zweifellos weiter steigen. ■