

INNOVATIVE ZUSTANDSERFASSUNG DES ERWEITERTEN FAHRWEGS MITTELS LIDAR- SCANNER



Die derzeit vonstattengehende Entwicklung am Eisenbahnsektor in der Form von vor allem stark steigendem Personenverkehr ist äußerst begrüßenswert, birgt jedoch auch große Herausforderungen. Steigende Zugzahlen und höhere Belastungen bedeuten mehr Verschleiß für den Fahrweg bei immer weniger und kürzer werdenden Sperrpausen für Monitoring-, Instandhaltungs- und Reinvestitionsmaßnahmen bedingt durch hohe Pünktlichkeitsanforderungen. Deshalb ist die effektive und effiziente Zustandserfassung und -beschreibung der einzelnen Komponenten des Fahrweges für das Funktionieren des Eisenbahnsystems von immenser Bedeutung. Sie bildet die Grundlage für die Planung der Instandhaltungsmaßnahmen und ermöglicht somit die Aufrechterhaltung einer hohen Fahrwegqualität. Zum heutigen Stand werden zur Zustandsbeschreibung des Fahrwegs verschiedenste Technologien eingesetzt, welche fortlaufend verbessert und evaluiert werden. Diese Messtechnologien erzeugen jene Rohdaten, auf Grundlage derer mithilfe von entwickelten Analysemethoden komponentenspezifische und gesamtheitliche Zustandsbeschreibungen erfolgen. Die LiDAR-Technologie (Light Detection And Ranging) ist überwiegend noch kein fester Bestandteil der angewandten Messmethoden, scheint aber ein großes Potenzial zu besitzen, sich als Messtechnologie im Eisenbahnwesen zu etablieren.

In der Arbeit werden eingangs die Randbedingungen und Systemeigenschaften der LiDAR-Technologie analysiert. Hierbei ist vor allem die Einsatzmöglichkeit am Standardmesswagen und die ausreichende Genauigkeit als positive Eigenschaft zu nennen. Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Technologieanalyse wird eine Potenzialanalyse der LiDAR-Technologie zur Zustandsbeschreibung des erweiterten Fahrwegs und insbesondere des Bahngrabens durchgeführt. Dazu wird eine Bewertungsmethodik erstellt, welche verschiedene Faktoren des erweiterten Fahrwegs beschreibt und in weiterer Folge mit Daten des Georadars und in-situ Beobachtungen überprüft wird. Dabei kann im ersten Schritt mithilfe geometrischer Auswertungen der 3D-Punktwolke an jedem Gleisquerschnitt das Vorhandensein eines Bahngrabens basierend auf der geometrischen Form des

Regelbahngrabens überprüft werden. Bei Vorhandensein eines Bahngrabens werden mit verschiedenen Beurteilungskriterien die Verunreinigung und die Unebenheit des Bahngrabens sowie der Bewuchs im Bahngraben evaluiert. Aufgrund der Systemeigenschaften des Messinstruments und somit der Merkmale der Messdaten ist es darüber hinaus möglich, stehendes Wasser im Bahngraben zu detektieren. Dies ist von großer Bedeutung, da stehendes Wasser auf ein nicht funktionsfähiges Entwässerungssystem hinweist, was wiederum gravierende Auswirkungen auf die Gleislage haben kann. Für offene Entwässerungsanlagen ist es zusätzlich essentiell, dass Mindestneigungen und die richtige Anordnung von Hoch- und Tiefpunkten eingehalten werden. Aufgrund der Dateneigenschaften ist es nicht möglich, Längsneigungen der Bahngräben zu überprüfen, da die Messpunkte relative Abstände zur Schienenoberkante darstellen. Absolute Höhenkoordinaten bzw. die Information über die Streckenlängsneigung würden dieses Problem lösen. Das Abflussverhalten in Längsrichtung kann jedoch mithilfe der Modellierung des Verlaufs der Bahngrabensohle dahingehend bewertet werden, als dass mögliche Störstellen identifiziert werden können (Abb. 1). Zusätzlich zu den beschriebenen Bewertungskriterien kann die Bahngrabenbreite gemessen werden. Dabei gibt die Entwicklung über die Zeit ebenfalls Aufschluss über mögliche Ablagerungen, Verschmutzungen und Vegetation im Bahngraben.

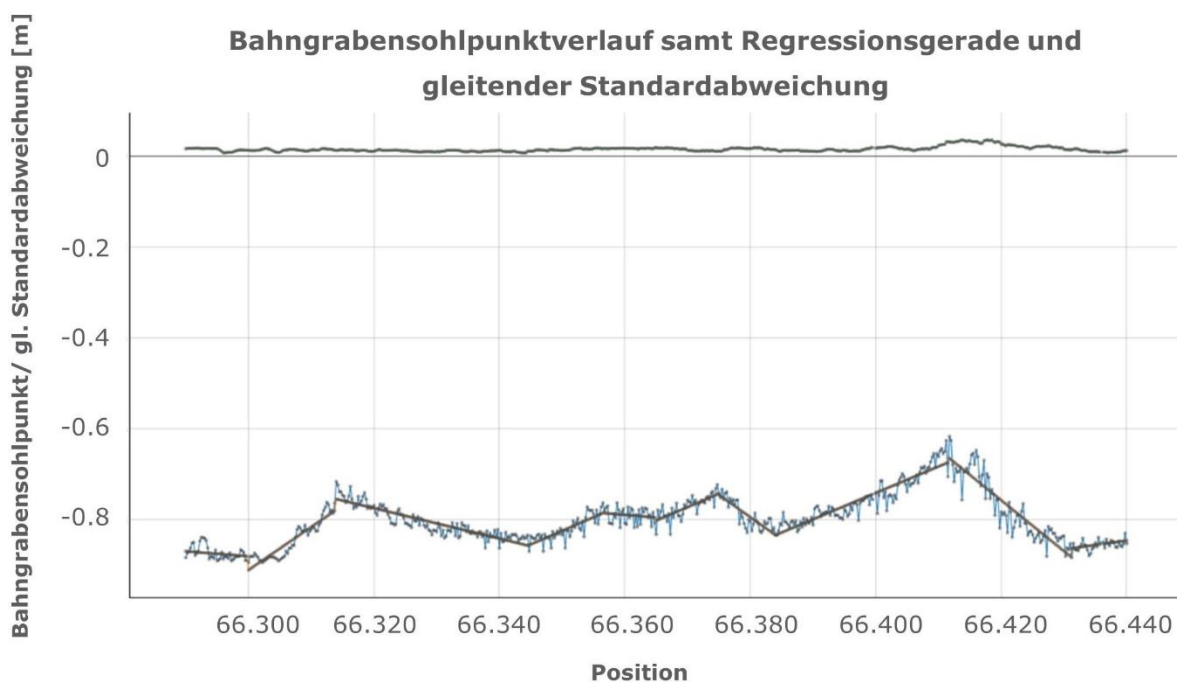


Abb. 1: Verlauf des Bahngrabens in Längsrichtung

Die Ergebnisse der LiDAR-Datenanalyse werden im nächsten Schritt mit vorhandenen, bewährten Messdaten verschnitten. Die Korrelationsanalyse zwischen den Georadar-Daten

und den LiDAR-Beurteilungen zeigen, dass leichte Zusammenhänge bestehen. Starke Zusammenhänge sind nicht erwartbar, da die beiden Messsysteme teilweise unterschiedliche Faktoren berücksichtigen. Um jedoch die Bewertungsmethoden weiter zu validieren, werden Detailanalysen an kürzeren Abschnitten durchgeführt. Die Betrachtung der Zustandsentwicklung an einzelnen Streckenabschnitten zeigt, dass die LiDAR-Bewertungsmethode reliable und plausible Ergebnisse liefert. Es können Zustandsentwicklungen nachvollzogen und stabile Auswertungsergebnisse in verschiedenen Messfahrten festgestellt werden. Dabei kann einerseits gezeigt werden, dass bei gleichbleibenden guten Bahngrabenzustand die LiDAR-Bewertungsmethoden den Bahngraben in diesem Bereich ebenfalls als in einem guten Zustand beschreiben. Andererseits können zeitliche Veränderung zum Beispiel in der Unebenheit des Bahngrabens festgestellt und gezeigt werden (Abb. 2).

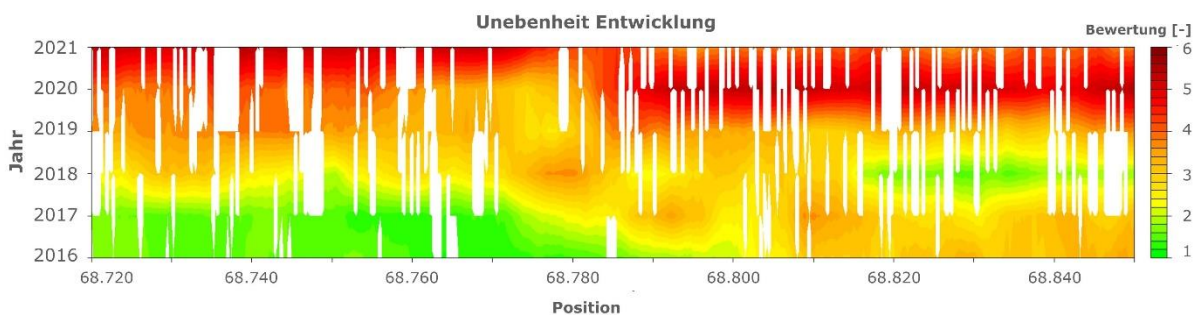


Abb. 2: Entwicklung der Unebenheit im Bahngraben an einem beispielhaften Abschnitt

Die verwendeten Methoden sind zweifelsfrei nicht ausgereift, trotzdem können valide Ergebnisse erzielt werden. Aus diesem Grund kann der LiDAR-Technologie unter der Voraussetzung von weiterführenden, tiefgreifenden Forschungen ein sehr großes Potenzial zur Zustandsbeschreibung des erweiterten Fahrwegs zugeschrieben werden.