

Effiziente Zusammenarbeit über die Web-Plattform Trimble Connect

Zentraler Zugriff auf Reality-Capture-Daten in der Planung, Vermessung und Bauausführung als zentrales Element BIM-basierter Prozesse

ANDREAS SINNING

Die Digitalisierung im Schienenverkehr erfordert eine präzise Erfassung und nahtlose Bereitstellung großer Datenmengen. Reality-Capture-Technologien wie das Laserscanning und Mobile Mapping liefern hochauflösende Informationen, deren Austausch oft an technischen Hürden scheitert. Moderne Cloud-Plattformen wie Trimble Connect ermöglichen heute eine Web-basierte Zusammenarbeit, die Fachdisziplinen von der Vermessung bis zur Bauausführung synchronisiert. Durch den Einsatz spezialisierter Vierer können komplexe Punktwolken, Gleisstrajektorien und 3D-Modelle browserbasiert analysiert werden. Dies reduziert Daten-Silos und bildet die Grundlage für eine effiziente modellbasierte Projektabwicklung (BIM).

Digitale Bestandsdokumentation

Die Anforderungen an die Gleisvermessung steigen kontinuierlich, da Ingenieure Daten mit immer höherem Detaillierungsgrad in kürzerer Zeit erfassen müssen. Klassische geodätische Messmethoden stoßen hierbei an Grenzen der Wirtschaftlichkeit und Arbeitssicherheit. Daher



Abb. 1: Erfassung der Gleisumgebung mit dem Trimble Gedo IMS-Scan zur Erstellung einer 3D-Datengrundlage
Quelle aller Abb: Trimble Railway GmbH

kommen zunehmend handgeschobene Gleismesssysteme wie das Trimble Gedo IMS-Scan System (Abb. 1, [1]), fahrzeuggebundene Messsysteme, z.B. mit dem temporär montierbaren Mobile Mapping System Trimble MX9 [2], oder spezielle Messfahrzeuge wie der Plasser&Theurer EM-100VT zum Einsatz [3, 4]. Ein zentrales Problem dieser Technologien ist die Handhabung

der massiven Datenmengen von der Vorprozessierung bis zur eigentlichen Nutzung der Daten.

Reality-Capture-Daten

Als Reality-Capture-Daten bezeichnet man digitale Repräsentationen der physischen Welt, die reale Objekte präzise und maßstabsgetreu in eine virtuelle Umgebung überführen. Je nach

Erfassungsmethode	Beschreibung	Typische Abdeckung	Genauigkeit	Daten
terrestrisches Laserscanning	Geodätisches Laserscanning für detaillierte Bauwerkstrukturen, kleinere Projekte und nicht direkt zugängliche Bereiche.	bis 500 m	hoch bis sehr hoch	Panoramabilder hochauflösende Punktwolke Gleisstrajektorie nach Extraktion aus Punktwolke
Hand-Laserscanner	Mobiles, handgeführtes Laserscanning zur Bestandsaufnahme. Einsatz vorrangig im Gebäude- und Bahnhofsbereich.	bis 300 m	gering bis mittel	Panoramabilder Punktwolke
Gleismesswagen	Handgeschobenes, spurgebundenes System zur Erfassung der absoluten und relativen Gleislage und der gleisnahen Umgebung. Einsatz in Verbindung mit geodätischen Instrumenten oder inertialer Messtechnik (IMU) in Verbindung mit kinematischem Laserscanning.	100 m bis 20 km	hoch bis sehr hoch	Panoramabilder sehr hochauflösende Punktwolke Gleisstrajektorie
Mobile Mapping	In Spezialfahrzeugen integrierte oder fahrzeugmontierte Systeme mit GNSS-Empfänger, Inertialmesstechnik, kinematischen Laserscannern und Kameras. Einsatz bei langen Strecken und mit hohen Geschwindigkeiten (bis 80–100 km/h).	ab 10 km	mittel bis hoch	Panoramabilder Planar-Bilder Punktwolke Gleisstrajektorie nach Extraktion aus Punktwolke
Drohnenbefliegung	Drohnen, ausgestattet mit GNSS-RTK-Empfänger sowie Kamera oder LiDAR-Laserscanner.	bis mehrere km	gering bis hoch	Othomosaik Punktwolke Gleisstrajektorie nach Extraktion aus Punktwolke

Tab. 1: Übersicht Reality-Capture-Messmethoden
Quelle: Trimble Railway GmbH

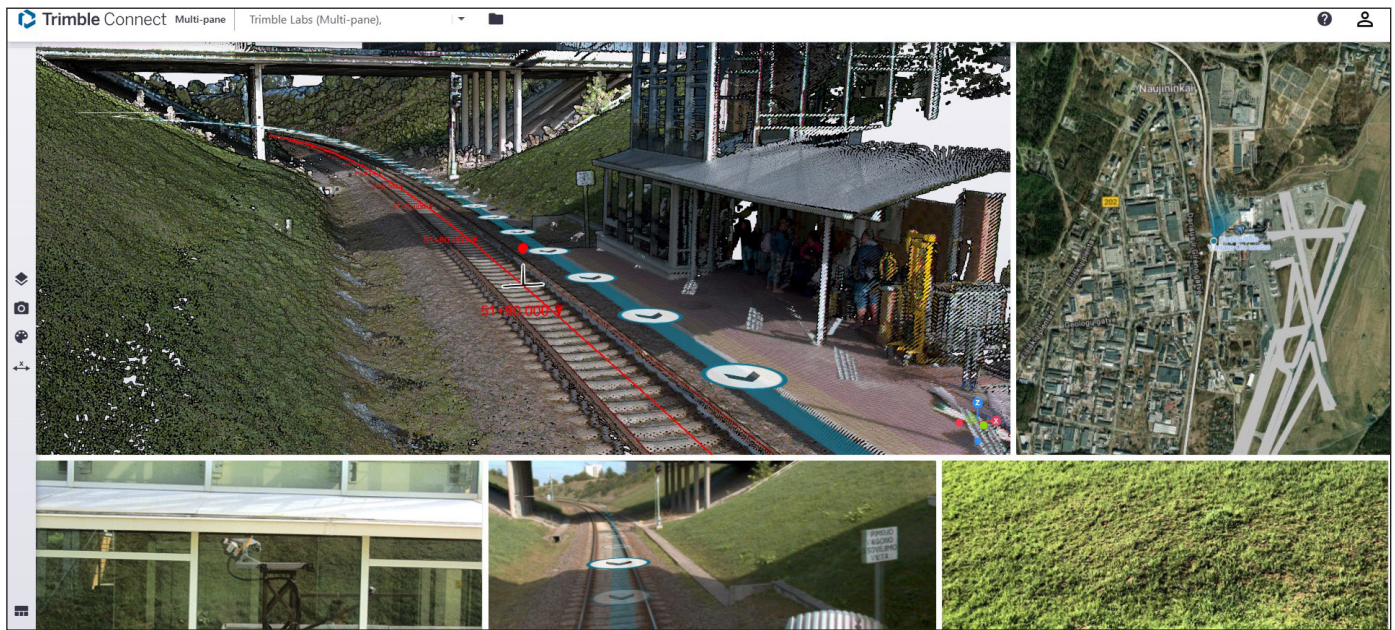


Abb. 2: Trimble Connect Multi Pane Viewer mit gemischter Darstellung Scan / Bild / Modell

Aufgabenstellung und Genauigkeitsanforderungen kommen unterschiedliche Messmethoden zum Einsatz. Die hierbei gewonnenen Daten können kombiniert und für die weitere Verarbeitung zusammengeführt werden. Tab. 1 gibt eine Übersicht der typischen Erfassungsmethoden von Reality-Capture-Daten.

Hierbei handelt es sich um Punktwolken aus der Laserscanning-Messung, Planar-Bilder von gerichteten Kameras und Panorama-Bilder von Rundum-Kameras. Alle Daten sind im Benutzerkoordinatensystem georeferenziert und somit verortet. Zu den Kamerabildern werden zusätzlich zu den Bildhauptpunktkoordinaten auch die Informationen zur räumlichen Ausrichtung erfasst. Die Gleisprojektorie wird direkt durch das Messsystem bestimmt oder aus den Laserscan-Daten extrahiert. Sie wird durch die Positionen

der linken Schiene, der rechten Schiene und der Überhöhung beschrieben. Aus diesen Daten können die Gleisachse und die Spurweite abgeleitet werden. Die so gewonnenen Reality-Capture-Daten bilden die Grundlage für viele Arbeitsschritte während der Planung, der Bauausführung, der Kontrollvermessung und dem Unterhalt.

Herausforderungen

Ein zentrales Problem moderner Infrastrukturprojekte im Rahmen der Digitalisierung ist hierbei der Transfer der massiven Datenmengen – Punktwolken, Bilder und Trajektorien – zu den jeweiligen Bearbeitern und Entscheidungsträgern. Die verfügbaren Softwarelösungen kommen bei den mehreren Terrabyte großen Datensätzen auf Desktop-Rechnern schnell an

ihre Grenzen. Daher müssen Projekte aufgeteilt und auf verschiedene Rechner verteilt werden, sodass ein Mitarbeiter immer nur ein Teilprojekt bearbeiten kann und der Zeitaufwand für die Bearbeitung der Daten massiv wächst.

Die Zusammenarbeit über verschiedene Standorte hinweg und mit anderen Projektpartnern ist nur eingeschränkt möglich. Durch die lokale und aufgeteilte Speicherung der Daten sind keine gleichzeitige Bearbeitung und Analyse der Daten möglich, und die Gefahr inkonsistenter Datenbestände steigt.

Trimble Connect als zentrale Kooperationsplattform

Moderne Cloud-Plattformen wie Trimble Connect mit dem Trimble Reality-Capture-Service bieten nun erstmalig die Möglichkeit, Reality-

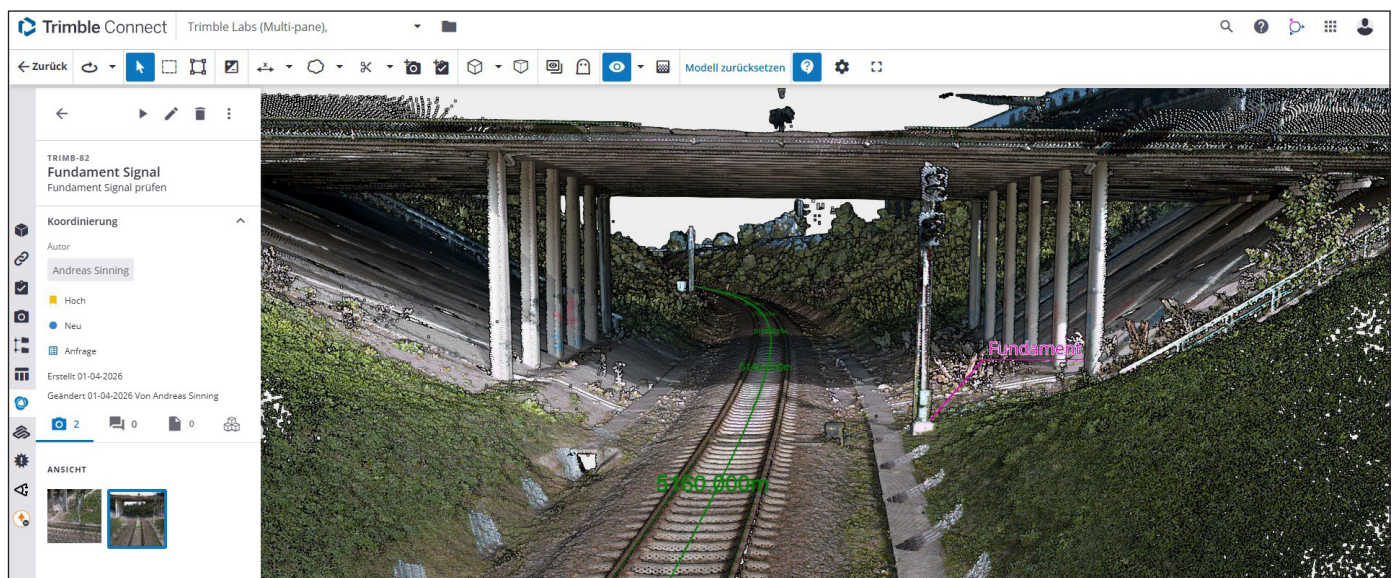


Abb. 3: BCT-Topics mit Ansichten



Abb. 4: Abstandsmessung zu Zwangspunkten der Trassierung in der Punktwolke

Capture-Daten projektweit für die gleisspezifische Auswertung zugänglich und nutzbar zu machen. Hierbei werden die Daten entsprechend den verwendeten Systemen aufbereitet und in die Cloud geladen. Entscheidend für die spätere Performance und die Skalierbarkeit sind hierbei die Strukturierung und Speicherung der Daten unter Beibehaltung der vollen Genauigkeit. So werden die Punktwolkendaten und Bilddaten bereits beim Upload konvertiert und für das spätere Streaming im Web-Browser aufbereitet, um einen schnellen und projektweiten Zugriff ohne Genauigkeitsverlust zu ermöglichen.

Wichtig für den Einsatz im Bahnumfeld ist die Fähigkeit, bahnspezifische Datenstrukturen zu unterstützen und entsprechende Navigations- und Analysefunktionen zur Verfügung zu stellen. Dazu gehören die vollwertige Unterstützung von 3D-Gleistrjektorien mit Kilometrierungslinie für die Navigation sowie gleisbezogene Messfunktionen. Ebenso die Darstellung einer gleisspezifisch klassifizierten Punktwolke (z.B. Schotter, Schwellen, Masten, Oberleitung, Vegetation etc.) und die gemeinsame Darstellung der Reality-Capture-Daten zusammen mit Modelldaten aus der Planung (z.B. IFC, DXF etc.).

Für die spezifischen Analysen ist die gleichzeitige Anzeige verschiedener Ansichten und Daten notwendig. Eine geteilte Ansicht erlaubt z.B. die gleichzeitige und synchronisierte Darstellung der 3D Punktwolke, einer Karte, der Panorama-Kamera und der gerichteten Kameras (Abb. 2). Die Navigation entlang der Gleistrjektorie oder über die Bildaufnahme-punkte der Panorama-Kamera ist wichtig für die einfache und schnelle Orientierung in den Daten.

Die Cloud-Plattform bietet den ortsunabhängigen und gleichzeitigen Zugriff auf die gesamten Projektdaten. Mitarbeiter an ver-

schiedenen Standorten und alle relevanten Projektbeteiligten können die Daten für ihre jeweiligen Aufgaben nutzen. Spezielle Hilfsmittel für die aktive Zusammenarbeit erleichtern und beschleunigen die Projektarbeit. So können Detailansichten untereinander geteilt, Anmerkungen an relevanten Stellen gemacht und Aufgaben zugewiesen werden (Abb. 3). Um den Austausch mit anderen Softwarelösungen sicherzustellen, ist es wichtig, dass die Aufgaben als BCF-Topics (BIM Collaboration Format) erstellt werden können.

Fachspezifische Anwendungen

Die Möglichkeit, die Reality-Capture-Daten zentral sowohl während der gesamten Projektlaufzeit als auch nach Abschluss einer Planungs- und Baumaßnahme zur Verfügung zu stellen, eröffnet eine Reihe von Einsatzgebieten und neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit.

Planung und Vermessung

In der Planung werden die Daten für die Entwurfsplanung und Trassierung genutzt. Für die Modellierung des Bestandes wird entweder ein Teilbereich des Projektes heruntergeladen und lokal modelliert, oder die Punktwolkendaten werden direkt in die Anwendung gestreamt. Anwendungen wie Tekla für die Detailplanung und Modellierung von Stahl- und Betonkonstruktionen oder Gedo Scan Office für die gleisspezifische Auswertung von Punktwolkendaten (z.B. Lichtraumanalyse und Dokumentation) unterstützen diese Art von Streaming bereits.

Bei der Trassierung können die Fachplaner Zwangspunkte im Web-Browser messen und Entwurfsvarianten direkt gegen die Bestands-punktwolke prüfen (Abb. 4). Planer verschiedener Gewerke können ihre Entwürfe miteinander abstimmen und die Auswirkungen von Änderungen im Zusammenhang mit der Örtlichkeit bewerten.

Elektrifizierung und Signaltechnik

Grundlage für Planungsarbeiten im Rahmen der Elektrifizierung und Planung von Signaltechnik entlang von Bahnstrecken sind detaillierte Vermessungsdaten. Eine Cloud-basierte Plattform bietet die Möglichkeit, mit mehreren Mitarbeitern am selben Projekt gleichzeitig zu arbeiten, um Maststandorte oder Positionen für die Signaltechnik festzulegen. Es können hierbei Abstände zu bestehenden Strukturen gemessen und geplante Positionen durch die Überdeckung mit einem 3D-Modell direkt in der Visualisierung kontrolliert werden. Wird die Navigationskamera in der 3D-Ansicht im Web-Browser in Lokführerhöhe positioniert, kann eine realitätsnahe Prüfung von Signalsichten erfolgen. Die Kollaborationsmöglichkeiten erlauben die Abstimmung der beteiligten Personen direkt über und in der Visualisierung.

Bauausführung

Die optimale Zusammenarbeit und Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten während der Bauausführung sind wesentlich essenziell für die Einhaltung des Zeitplans. Web-basierte Cloud-Plattformen können dazu einen wesentlichen Beitrag leisten. Neben dem gemeinsamen Zugriff auf alle relevanten Dokumente und Planungsdaten wird mit den Visualisierungsmöglichkeiten auch eine virtuelle Baustellenbegehung möglich. So können Bauzustand und Planungsentwurf im Kontext betrachtet und beurteilt werden. Planabweichung und Auffälligkeiten können mit georeferenzierten Kommentaren markiert und den verantwortlichen Sachbearbeitern als BCF-Topics zugewiesen werden. Darüber hinaus kann der Planungsstand jederzeit als Modell in die Visualisierung mit eingeblendet werden (Abb. 5). Dadurch erlauben Web-Plattform eine fortlaufende Qualitätskontrolle durch die Bauüberwachung und den Auftraggeber.

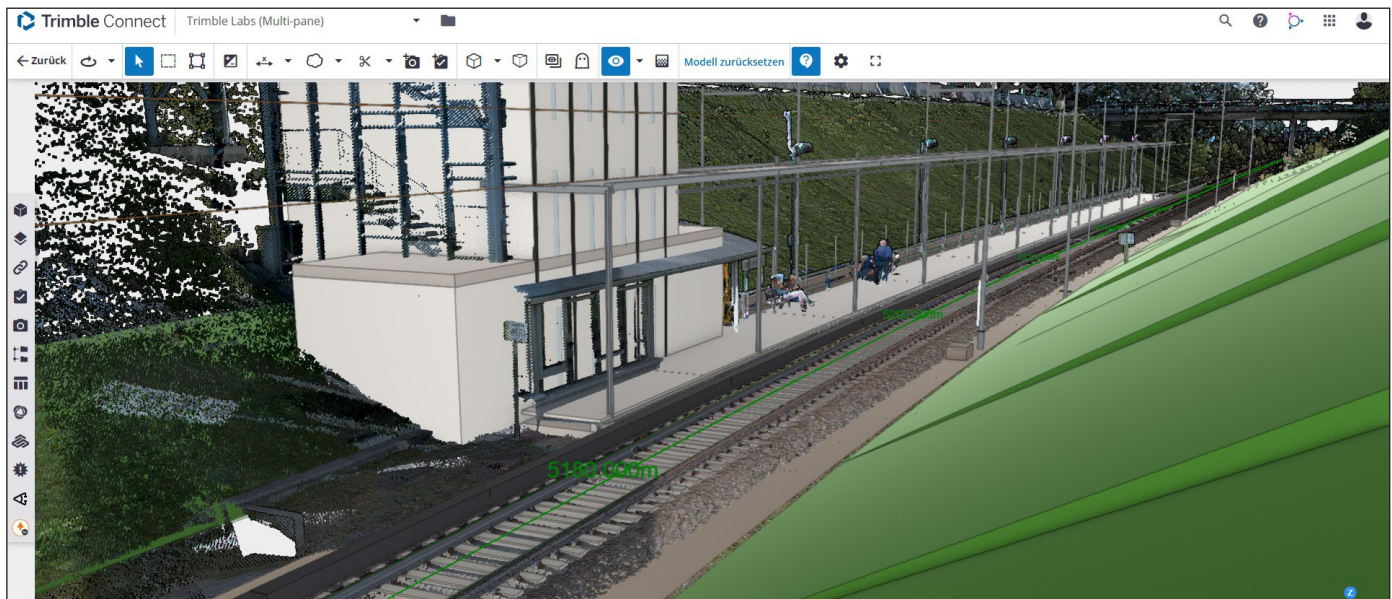


Abb. 5: Darstellung mit eingeblendeten Modelldaten

Auf Basis einer in der Cloud gespeicherten Schlusssdokumentation kann die obligatorische Engstellenkontrolle und -dokumentation vor Freigabe durch mehrere Bearbeiter gleichzeitig erfolgen, und die Ergebnisse werden zentral zur Verfügung gestellt.

Da die gesamte Planung und Modellierung georeferenziert erfolgt, können mit der Plattform verbundene Augmented-Reality-Systeme wie das Trimble SiteVision-System den Nutzern im Feld sowohl die digitale Planung in die Örtlichkeit einblenden als auch BCF-Topics an der richtigen Stelle im Feld anzeigen. Umgekehrt können im Feld erfasste Probleme mit solchen Systemen als BCF-Topic erfasst und Sachbearbeitern im Büro zugewiesen und visualisiert werden.

Fazit und Ausblick

Web-basierte Kollaborationsplattformen wie Trimble Connect lösen das Problem fragmentierter Reality-Capture-Datensätze bei Vermessungs-, Planungs- und Bauprojekten im Gleisbereich. Es können Daten unterschiedlicher Messsystemen zusammengeführt und gemeinsam ausgewertet und betrachtet werden. Die zentrale Datenhaltung und der parallele ortsunabhängige Zugriff auf die Daten steigert die Qualität und beschleunigt den Projektablauf. Zukünftige Entwicklungen werden automatisierte Klassifizierungen und KI-gestützte Auswertungen noch tiefer in diese Arbeitsabläufe integrieren und so den Weg zum digitalen Zwilling der Schieneninfrastruktur ebnen. ■

QUELLEN

- [1] Naumann, K.; Sinning, A.: Einsatz moderner Messmethoden in der Bestandsdokumentation, EI 10/2020, S. 18–22
- [2] Raman, J.; Sinning, A.; Wegener, V.: Einführung von Mobile Mapping für die Gleisvermessung, EI 04/2023, S. 18–24
- [3] Auer, F.; Bürger, M.; Gießer, Ch.; Zauner, G.: Gleisgeometriemesssystem der neuen Generation, EI 02/2019, S. 36–39
- [4] Hinterberger, F.; Bade, M.; Schneider, P.; Auer, F.; Kückmann, M.; Bürger, M.: BIM im Bestand – Digitalisierung des physischen Eisenbahnfahrwegs, EI 07/2019, S. 16–23



Andreas Sinning

Geschäftsführer
Trimble Railway GmbH, Wiesentheid
andreas_sinning@trimble.com

Vermessung
Geotechnik
Geoinformatik
Entwicklung

intermetric
Das richtige Maß

RISIKEN RÜDESHEIMER REISENDER REDUZIEREN

Die Eisenbahnstrecke an der Rheinstraße Rüdeshelm erhält eine neue Personenunterführung. Finden unter Gleisen Arbeiten statt, sind die Gleise nach Ril 883-8100 zu überwachen. Dabei werden Gleise permanent und engmaschig auf Setzung, Verschiebung und auf Verdrehung überprüft, um Veränderungen zu erkennen, bevor sie gefährlich werden.

intermetric GmbH | Industriestr. 24 | 70565 Stuttgart | T +49 (711) 780039-2 | www.intermetric.de