

# Potenziale von Laserscanning für den Schienenverkehr

Überblick über die vielfältigen Plattformen und Einsatzmöglichkeiten

KATHARINA FRICKE | SONJA SZYMCZAK | MARK SASTUBA | ANNA BODENKO | ASCELINA HASBERG

**Die Nutzung hochaufgelöster 3D-Informationen, welche durch Laserscanner gewonnen werden, zählen seit einigen Jahren zur gängigen Praxis bei der fernerkundlichen, mobilen, aber auch stationären Überwachung von Landschaften, Vegetation, Infrastruktur und Bauwerken. Die gemessenen 3D-Punktwolken werden ortsgenau in Oberflächenmodelle transferiert und dienen beispielsweise als Grundlage zur Erstellung von Geländemodellen, der Schieneninfrastrukturerkennung sowie der Zustandsüberwachung von Bauwerken und Vegetation. In Abhängigkeit von der Fragestellung sind verschiedene Systeme von Relevanz, um die unterschiedlichen Anforderungen an Abdeckung, Auflösung und Genauigkeit zu erfüllen. Dieser Artikel gibt einen Überblick über die drei Anwendungsgebiete und die Anforderungen an die Systeme.**

## Einleitung

Mithilfe von Laserscannern können schnell und hochgenau Oberflächen sowie Objekte erfasst und vermessen und so 3D-Abbilder der Realität erstellt werden. Dies ermöglicht ein großflächiges und hochaufgelöstes Monitoring. Die gemessenen 3D-Punktwolken werden ortsgetreu in Oberflächenmodelle transferiert und dienen beispielsweise als Grundlage zur Erstellung von Geländemodellen, zur Infrastrukturerkennung sowie zur Zustandsüberwachung von Bauwerken und Vegetation. Dadurch gewinnt die Methodik immer mehr an Bedeutung, z.B. bei der Überwachung von Verkehrsinfrastruktur und ihrer Umgebung. Laserscanaufnahmen bieten somit ein großes Potenzial, um zur Sicherheit und Zuverlässigkeit des Schienenverkehrs beizutragen. Anhand von drei Anwendungsbeispielen wird das Potenzial von Laserscannern im Gleisumfeld in diesem Artikel vorgestellt.

## Light detection and ranging

Herkömmliche Laserscanner arbeiten mit der LiDAR-Methode (light detection and ranging). Dabei wird ein Laserstrahl ausgesendet, an einer

Oberfläche reflektiert und von der Empfangsoptik des Laserscanners wieder aufgenommen. Die Distanz zum aufgenommenen Punkt auf der Oberfläche kann entweder über die Impulslaufzeit des Lasersignals oder durch die Phasenverschiebung zwischen ausgesendetem und empfangenem Signal ermittelt werden. Während das Impulslaufzeitverfahren sich durch sehr hohe Reichweiten auszeichnet, ist das Phasenvergleichsverfahren gut für mittlere bis kurze Strecken geeignet und kann viele Punkte in kurzer Zeit aufnehmen. Basierend auf den erfassten Daten ist neben der Positionsbestimmung eine Klassifizierung der Oberflächentypen möglich, wobei besonders gute Ergebnisse durch die Verarbeitung von Mehrfachreflektionen und der vollständigen Periode (full waveform) der Laserimpulse erzielt werden. Im Vergleich zu anderen Sensoren bieten LiDAR-Sensoren eine hohe Lagegenauigkeit der erfassten Punkte. Nachteile sind die im Vergleich zu einfacheren Sensoren höheren Kosten für die Messsysteme und die anspruchsvolleren Auswertungen. Die Leistungsfähigkeit von LiDAR-Systemen wird in der Regel durch die Eigenschaften Reichweite,

	Vorteile	Nachteile	Anwendungsbeispiele		
			Massenbewegungen	Vegetation	Bauwerke und Infrastruktur
ALS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großflächige Aufnahme</li> <li>• Parallel zum Bahnbetrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleichsweise geringere Punktdichte und Genauigkeit</li> <li>• Kostenintensive Beauftragung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung von Gefährdungsbereichen</li> <li>• Erstellung eines Katasters</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großflächige Erfassung von Schadensbereichen</li> <li>• Erstellung eines Katasters</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grobe Erfassung von Gebäuden und Infrastruktur-objekten</li> </ul>
ULS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächige Aufnahme</li> <li>• Hohe Punktdichten möglich</li> <li>• Schnell einsatzbereit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluggenehmigung</li> <li>• Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartierung von Gefährdungsbereichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfassung von begrenzten Schadensbereichen</li> <li>• Regelmäßige Erfassung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Detaillierte Vermessung von Infrastruktur-objekten</li> </ul>
MLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentralperspektive</li> <li>• Hohe Punktdichten und Genauigkeiten</li> <li>• Lange Messfahrten möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zentralperspektive</li> <li>• Sonderfahrzeuge und Messgeräte notwendig</li> <li>• Parallel zum Betrieb nur eingeschränkt möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Annuelles / saisonales Monitoring von gefährdeten Bereichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Erfassung des Streckenbegleitgrüns</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Erfassung von Infrastruktur-objekten</li> </ul>
TLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gängige Messmethode</li> <li>• Höchste Genauigkeit</li> <li>• Hohe Punktdichten</li> <li>• Verschiedene Perspektiven möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur einzelne, zugängliche Standorte</li> <li>• Zeitintensive Aufnahmen</li> <li>• Standorte nur außerhalb des Gefahrenbereichs oder parallel bei eingeschränktem Bahnbetrieb</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (permanentes) Dauermonitoring von identifizierten, gefährdeten Bereichen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermessung von einzelnen Standorten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochgenaue Bauwerksvermessung</li> </ul>

**Tab. 1:** Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Laserscan-Plattformen sowie deren potenzielle Anwendungen im Bahnumfeld mittels Luftfahrzeuge (airborne laserscanning, ALS), unbemannte Luftfahrzeuge (unmanned laserscanning, ULS), mobile Geräte (mobile laserscanning, MLS) und stationäre Geräte (terrestrial laserscanning, TLS)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH

(Winkel-)Auflösung, Scanwinkel und -muster, Anzahl der ausgesendeten und erfassten Laserimpulse sowie die erreichbare Lagegenauigkeit der Messpunkte beschrieben. Diese bedingen auch die aus einer Messung resultierende Punktwolkendichte, Abdeckung und Lagegenauigkeit.

**Unterschiedliche Plattformen und Anwendungsbereiche**

LiDAR-Systeme können in Kombination mit unterschiedlichen Plattformen verwendet werden: mit bemannten oder unbemannten Luftfahrzeugen zur großflächigen Überwachung (airborne laserscanning, ALS, oder unmanned laser scanning, ULS), mit mobilen Geräten (z.B. Zweiradfahrzeuge, Schienenfahrzeuge) für kleinräumige Überwachungen (mobile laser scanning, MLS, oder mobile mapping laserscanning, MML) und als stationäre oder permanent installierte Geräte für eine optimale hoch aufgelöste Standortvermessung (terrestrial laser scanning, TLS, oder persistent laser scanning, PLS). Alle Systeme bieten im Bahnumfeld Vor- und Nachteile (Tab. 1), welche bei der Methodenauswahl zu beachten sind. Zu berücksichtigen ist auch, dass Aufnahmestandort und -geometrie die Punktverteilung über die erfassten Oberflächen und Objekte beeinflussen und ggf. Abschattungen und Ausdünnung bedingen. Laserscanaufnahmen des Gleisbereichs müssen entweder durch entsprechend ausgestattete Messzüge oder unter Berücksichtigung von Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt werden. Erfolgen Messungen im Gefahrenbereich mithilfe MLS oder TLS, müssen diese Abschnitte gesichert werden. Auch der Einsatz von unbemannten Fluggeräten ist mit dem Streckenbetreiber und Anlagenverantwortlichen abzustimmen und verlangt abhängig von der Art des Fluggeräts, dem Betriebsort und den Betriebsbedingungen eine Betriebsgenehmigung.

Potenzielle Anwendungsbereiche im Bahnumfeld ergeben sich im Monitoring von gravitativen Massenbewegungen und Vegetation sowie bei der Zustandsüberwachung von Bauwerken und Infrastruktur (Tab. 1), welche in den folgenden Kapiteln vorgestellt werden.

**Anwendungsbeispiel 1: Gravitative Massenbewegungen**

Gravitative Massenbewegungen bezeichnen hangabwärts gerichtete, bruchlose oder bruchhafte Verlagerungen von Fels- sowie Lockergestein unter der Wirkung der Schwerkraft. Darunter fallen verschiedene Prozesse wie z.B. Hangrutschungen, Felsstürze, Murgänge etc. Gravitative Massenbewegungen können zu Schäden am Unter- und Oberbau führen, Dämme und Böschungen destabilisieren, Oberleitungen beschädigen oder Gleislauffehler verursachen. Daher ist ein Monitoring potenziell gefährdeter Hang- und Böschungsbereiche eine sinnvolle Maßnahme im Sinne eines proaktiven Naturgefahrenmanagements. Laserscanning wird hierbei primär zur Erstellung von sehr präzisen und hochaufge-

lösten digitalen 3D-Oberflächenmodellen eingesetzt. Durch den Vergleich von Aufnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten können Massenbewegungen erkannt, auch geringfügige Bewegungsraten gemessen und Volumina des abgetragenen oder abgelagerten Materials abgeschätzt werden [1, 2]. Dies ist besonders in schwer zugänglichen Bereichen von Vorteil [3] und ermöglicht eine vollständigere Übersicht über Hangbereiche und Felswände, als dies mit herkömmlichen Vermessungen möglich ist. Durch die Überwachung von potenziell gefährlichen Hängen können Sicherungsmaßnahmen oder temporäre Streckensperrungen vorbeugend vorgenommen werden. Das Laserscansystem wird je nach Zugänglichkeit und Größe des Untersuchungsgebiets ausgewählt. Bei Mehrfachreflexionen wird

vom Scansystem in der Regel die Reflexion der Geländeoberfläche zuletzt erfasst. Die Klassifizierung und Bereinigung von 3D-Punktwolken ist zwar möglich, dichte Vegetation und Belaubung können jedoch die Genauigkeit und Abdeckung der Datenerfassung verschlechtern und sind daher zu vermeiden. Hanganschnitte und Böschungen kommen entlang des deutschen Schienennetzes sehr häufig vor. Ein Beispiel ist in Abb. 1 bei Orxhausen (Niedersachsen) zu sehen. In der Laserscanaufnahme der Wand können die Geländepunkte ausgewählt und die Hangneigungen ohne Vegetationsüberdeckung dargestellt werden. Somit lassen sich kritische Bereiche identifizieren, an denen das Auftreten von Steinschlagereignissen wahrscheinlicher ist. Durch Aufnahmen zu verschiedenen

**ALLTERRA™**  
Wunstorf | Berlin | Leipzig | Greven | Hamburg

» **Professionelle Lösungen aus einer Hand.**

Ihr kompetenter Partner für alle Belange der Bahnvermessung.

**Festpunktfeldbestimmung**

**Mobile Mapping**

**Monitoring**

**Lichtraumprofilmessung**

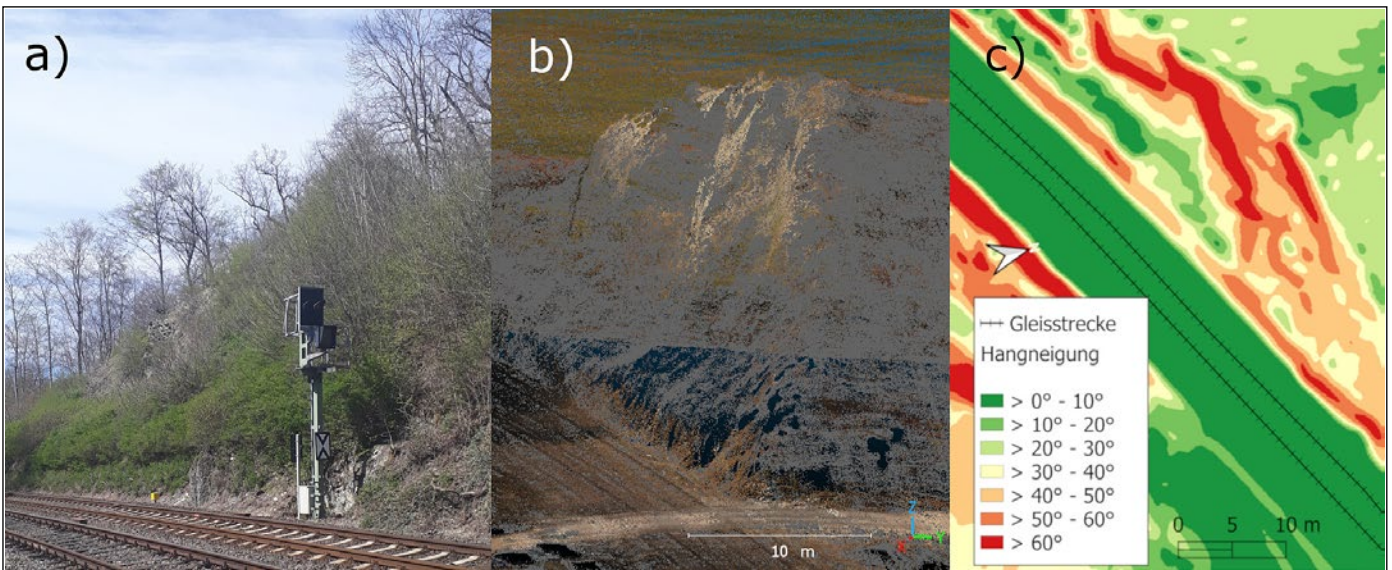
**Bestandsaufnahme**

» Sprechen Sie uns an, wir beraten Sie gern bei Ihren Projekten!

**Trimble**  
Autorisierter Vertriebspartner

**AllTerra Deutschland GmbH**  
05031 51780 | allterra-dno.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH



**Abb. 1:** Darstellung eines Felshangs an der Strecke Nr. 1940 bei Orxhausen (Niedersachsen) im a) Foto, teilweise verdeckt durch Vegetation, b) einer Laserscanning-Punktwolke nur mit den Geländepunkten und c) der daraus abgeleiteten, klassifizierten Neigung. Der Felshang befindet sich in allen Ansichten rechts der Gleisstrecke.

Zeitpunkten lassen sich Änderungen in der Hangneigung und der Oberflächenreflexion identifizieren, sodass beispielsweise die Herkunftsgebiete von Steinschlagereignissen korrekt lokalisiert werden können.

**Anwendungsbeispiel 2: Vegetation**

Die Kontrolle von Vegetation und ihrem Zustand ist essenziell, um einen sicheren Bahnbetrieb zu gewährleisten. Der Lichtraum über dem Gleisbereich muss frei von Vegetation sein. Im Zuge des präventiven Vegetationsmanagements werden zusätzlich die Nebenflächen kontrolliert und wird ein V-Profil freigehalten [4]. Aus mit Laserscanning

erfassten Punktwolken ist es mit Methoden der Künstlichen Intelligenz möglich, eine Differenzierung von Vegetation, Boden und verkehrsnahen Objekten (z.B. Fassaden, Pfosten, Verkehrszeichen, Fahrzeugen) vorzunehmen [5]. Die Vegetation auf Verkehrsnebenflächen und im Gleisumfeld, v.a. Bäume, kann erfasst, bewertet und überwacht werden. Pinter [6] demonstriert, wie aus Laserscandaten von Lichtraummesszügen im relevanten Umfeld des Gleiskörpers Risikobeurteilungen abhängig von Baumhöhen und Abständen zum Gleis durchgeführt werden können (Abb. 2). Für eine vollständige Erfassung der relevanten Bäume im Gleisumfeld ist eine luftge-

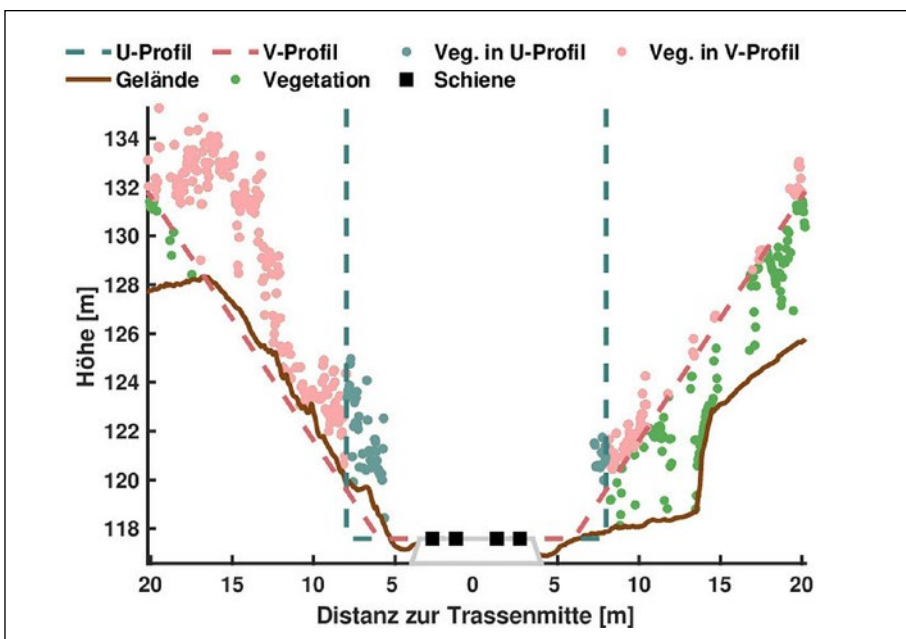
stützte Erfassung notwendig, da so auch vom Gleisbereich aus verdeckte Bäume vollständig erfasst werden. Daten, aufgenommen aus der Zentralperspektive im Gleis, haben jedoch gezeigt, dass bei der Auswertung von Mehrfachreflexionen auch 3D-Punkte „aus der zweiten Reihe“ erhalten werden können und sich diese Aufnahmen durch eine höhere Punktdichte auszeichnen [7].

Basierend auf den 3D-Punktwolken können 3D-Veränderungsanalysen durchgeführt und Bauparameter wie z.B. Stammdurchmesser quantifiziert werden [5]. Baumkataster mit Informationen zum Vegetationszustand können wiederum als Eingangsdaten für wetter- und witterungsbedingte Schadensmodelle dienen, welche die Anfälligkeit für und Ausmaße von vegetationsbedingten Schäden und Störungen beschreiben.

**Anwendungsbeispiel 3: Bauwerke und Infrastruktur**

Im Bereich Bauwerke und Infrastruktur wird Laserscanning v.a. für das Monitoring von Ingenieurbauwerken verwendet und dient der Erfassung von Infrastrukturelementen für eine Weiterverwendung z.B. in einer Building-Information-Modeling (BIM)-Software und einer hochgenauen, digitalen Karte des Gleisumfeldes (Digitales Register). Gerade bei der komplexen Geometrie von Ingenieurbauwerken (z.B. Eisenbahnbrücken) bietet das Laserscanning durch flächenhafte Abtastung und hohe Vermessungsgenauigkeit eine effiziente Datenerfassung [8]. Die Messgenauigkeit (DIN 18710:2010-09 „Ingenieurvermessung“) und notwendige Punktedichte unterscheiden sich entsprechend dem erforderlichen Detaillierungsgrad (Level of Accuracy, Level of Detail, LoD [9]).

Beim Bauwerksmonitoring ist basierend auf mithilfe von Laserscanning erfassten 3D-Punktwol-



**Abb. 2:** Querprofil mit Klassifikation von Vegetationspunkten entsprechend ihrer Position im Verhältnis zur Gleisstrecke sowie eingezeichnetem U- und V-Profil

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung  
 beim Eisenbahn-Bundesamt / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH

ken die Detektion von Deformationen und Strukturänderungen, wie z.B. Rissen, Abplatzungen und lokalen Verformungen, möglich [10]. Dies kann durch eine visuelle oder automatisierte digitale Überprüfung der Punkte zu einer (früheren) Referenz erfolgen. Im Bahnkontext ist auch die Vermessung von linienförmigen Objekten, speziell die Gleisvermessung, geläufig [11].

Die Relevanz digitaler 3D-Daten nimmt auch für die Planung von Baumaßnahmen und nachfolgenden Betriebsphasen im Infrastrukturbereich kontinuierlich zu [10]. Für die kombinierte Nutzung von Datensätzen, z.B. im Falle der Infrastrukturdatenhaltung, werden hochgenaue, georeferenzierte Daten benötigt, um die klassifizierte Bauwerksdaten wie in Abb. 3 mit den jeweiligen Umgebungsdaten georeferenziert „richtig“ verknüpfen zu können [12].

Bei der Verwendung von Punktwolken Daten müssen BIM-Software und Systemarchitektur jedoch auf die Größe der 3D-Punktwolken reagieren. Durch Strukturierung der Daten nach Bauteilen oder Projektabschnitten und mithilfe moderner Visualisierungstechniken wie dynamisches Rendering ist jedoch eine reibungslose Bearbeitung möglich [13]. Für die langfristige Integration von 3D-Punktwolken Daten ist es daher notwendig, offene Formate mit eindeutigen Parametern zu verwenden und die strukturierte

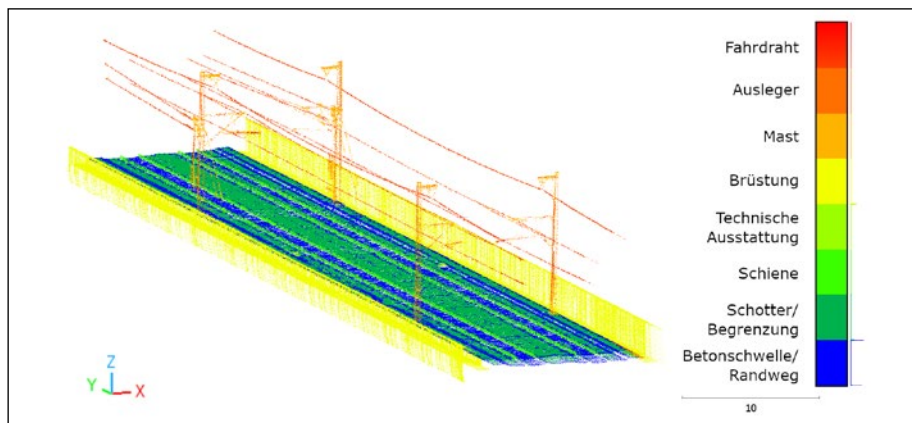


Abb. 3: Klassifizierte Bauwerkselemente einer Eisenbahnbrücke

Einbindung in die Anwendungssoftware anzustreben [12].

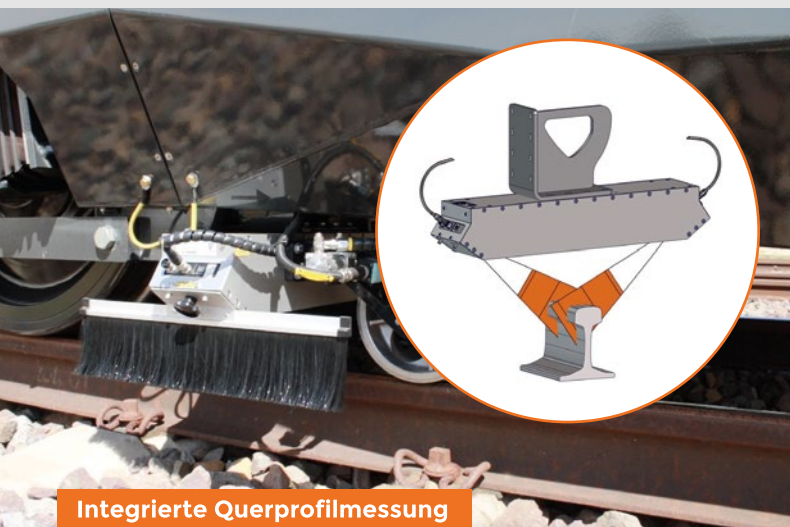
**Fazit und Ausblick**

Wie in den vorherigen Kapiteln aufgezeigt, bietet Laserscanning eine große Vielfalt an verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten im Schienenumfeld. Größter Vorteil gegenüber bildbasierten photogrammetrischen Methoden ist dabei die höhere Vermessungsgenauigkeit, und im Vergleich zu tachymetri-

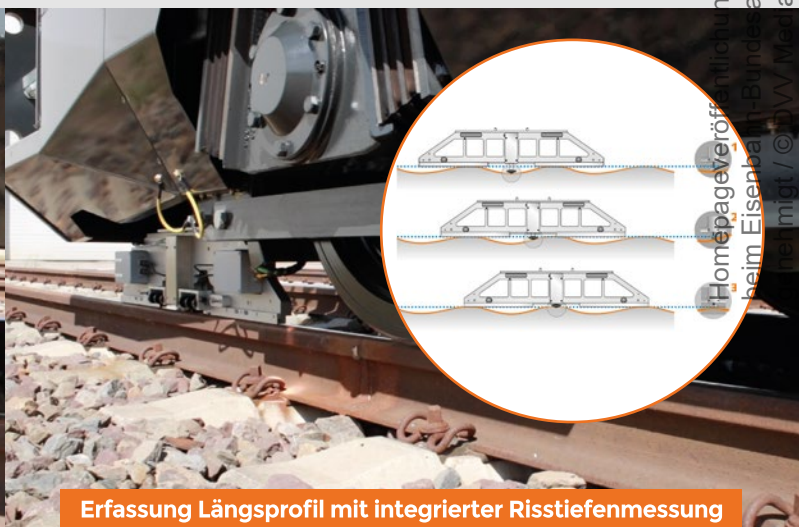
schen Aufnahmen ist der Aufwand pro Messpunkt um mehrere Größenordnungen kleiner. Jedoch ist die Aufbereitung, Bereinigung und Interpretation der Aufnahmen aufwendig und bedarf entsprechender Fachexpertise. Daher können Laserscanaufnahmen die Experten vor Ort ergänzen, aber nicht ersetzen. Für eine effiziente schienenspezifische Auswertung und Anwendung ist eine kontinuierliche Entwicklung der Methoden zur Verarbeitung der 3D-Daten notwendig.

# IMMER IN BEWEGUNG

Wir messen Schienen. Handgeführt & Fahrzeug integriert.



Integrierte Querprofilmessung



Erfassung Längsprofil mit integrierter Risstiefenmessung

- Vorher-Nachher-Vergleich
- Soll-Ist-Vergleich
- Querprofil | Längsprofil | Materialabtrag
- Lückenlose Datenerfassung & Auswertung

[www.vogelundploetscher.de](http://www.vogelundploetscher.de)  
Mitglied der ROBEL Gruppe

unbefristet genehmigt für Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung  
 am / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten  
 Homepagetrefpunkt  
 beim Eisenbahnbauamt  
 mit / © 2017  
 a Group GmbH

QUELLEN

- [1] Mercuri, M.; Conforti, M.; Ciurleo, M.; Borrelli, L.: UAV application for short-time evolution detection of the Vomico landslide (South Italy), Geosciences 13/2023, S. 29
- [2] Jaboyedoff, M.; Oppikofer, T.; Abellán, A.; Derron, M.-H.; Loye, A.; Metzger, R.; Pedrazzini, A.: Use of LIDAR in landslide investigations: a review, Natural Hazards 61/2012, S. 5–28
- [3] Bühler, Y.; Graf, C.: Sediment transfer mapping in a high-alpine catchment using airborne LIDAR, Jahrestagung der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft 2011, S. 113–124
- [4] Deutsche Bahn AG: Vegetationsmanagement an Bahntrassen der Deutschen Bahn AG in Niedersachsen, 2019, 39 S.
- [5] Voelsen, M.; Schachtschneider, J.; Brenner, C.: Classification and change detection in mobile mapping LiDAR point clouds, PFG 89/2021, S. 195–207
- [6] Pinter, E.: Vegetationsmonitoring durch Lichttraumscannerdaten, EI 7/2019, S. 42–45
- [7] Bott, F.; Hoffmeister, D.: Vergleich von Laserscanningdaten zur Vegetationsdetektion im Gleisumfeld, ZEV Rail 144/2020, S. 1–10
- [8] Blankenbach, J.; Schwermann, R.; Becker, R.: Bauwerksvermessung und BIM, Building Information Modeling 2021, 475 S.
- [9] Sander, K.; Lindow, H.: 3D-Bestandsdokumentation von Empfangsgebäuden gemäß BIM-Methodik, EI 8/2021, S. 50–54
- [10] Reiterer, A.: Drohnengebundenes Mobile Mapping – Aktueller Stand und Rahmenbedingungen, DBV-Heft 51/2021 S. 27-29
- [11] Wittwer, T.: Automatisierte Gleisvermessung in Punktwolken vom mobilen Laserscanning, zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 2/2018, S. 109–113
- [12] Clemen, C.; Gruner, F.; Pfeifer, J.: BIM und GIS – Infrastrukturdatenhaltung mit BIM und GIS, Forschungsbericht DZSF 2023 (in Vorbereitung)
- [13] Taraben, J.; Helmrich, M.; Morgenthal, G.: Datenmodelle für digitale Zwillinge von Brücken und bildbasierte Zustandsaufnahmen, Bautechnik (99) 9/2022, S. 134–142



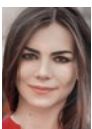
**Dr. Katharina Fricke**  
Referentin für Fernerkundung  
frickek@dzsf.bund.de



**Dr. Sonja Szymczak**  
Projektreferent  
Expertenetzwerk des BMDV  
szymczaks@dzsf.bund.de



**Dr. Mark Sastuba**  
Projektreferent  
Expertenetzwerk des BMDV  
sastubam@dzsf.bund.de



**Anna Bodenka**  
Projektreferentin  
Expertenetzwerk des BMDV  
bodenkoa@dzsf.bund.de



**Dr. Ascelina Hasberg**  
Projektreferentin  
Expertenetzwerk des BMDV  
hasberga@dzsf.bund.de

Alle Autoren:  
Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung  
beim Eisenbahn-Bundesamt, Dresden

## Wir sind dort, wo Ihre Kunden sind.



**Heft Nr. 10/23**  
 ▶ **08.11.23**  
 VDEI Gleisforum, Braunschweig  
 ▶ **09.11. – 10.11.23**  
 23. Internationaler  
 SIGNAL+DRAHT-Kongress, Fulda  
 ▶ **08.11. – 10.11.23**  
 STUVA, München

**Heft Nr. 1/24**  
 ▶ **16.01. – 17.01.24**  
 68. VDEI Eisenbahntechnische  
 Fachtagung, Leipzig



**Heft Nr. 11/23**  
 ▶ **14.11. – 15.11.23**  
 4. Bahnbau-Kongress des VDEI,  
 Darmstadt

**Heft Nr. 2/24**  
 ▶ **14.02. – 15.02.24**  
 14. VDEI Tiefbau-Fachtagung, Radebeul  
 ▶ **22.02. – 23.02.24**  
 26. Jahresfachtagung der  
 Eisenbahnsachverständigen, Fulda  
 ▶ **06.03. – 07.03.24**  
 8. Symposium Eisenbahnbrücken und KIB,  
 München

Weitere Infos: **Silke Härtel** • Telefon: 040/237 14-227 • silke.haertel@dvvmedia.com

Änderungen vorbehalten.

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung beim Eisenbahn-Bundesamt / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten genehmigt / © DVV Media Group GmbH