



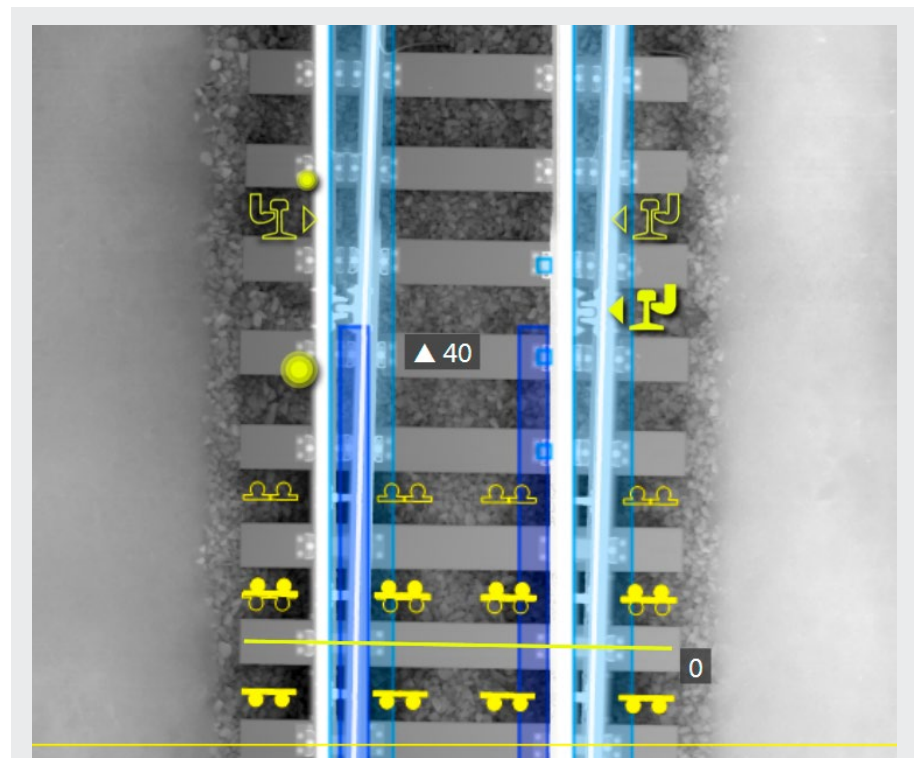
chen und gegebenenfalls jeden einzelnen Stopfzyklus zu optimieren. Darüber hinaus gibt es oftmals zeitliche und betriebliche Einschränkungen. Stopfmaschinen werden während Betriebspausen oder außerhalb des regulären Zugverkehrs eingesetzt, um Beeinträchtigungen der Fahrpläne möglichst zu verhindern. Dies verkürzt die verfügbare Arbeitszeit, der Zeitdruck auf das Bedienteam steigt und die Fehleranfälligkeit erhöht sich.

Durch Plasser SmartTamping, eine gezielte Kombination der digitalen Produkte, werden diese Probleme fokussiert und die Stopfarbeit umfassend verbessert. Wie in Bild 1 ersichtlich, wird der digitalisierte Stopfprozess in drei Phasen aufgeteilt. In der ersten Phase werden die Arbeitsaggregate – unterstützt durch Plasser TampingAssistant – automatisiert in Position gebracht. In der zweiten Phase werden die Stopfparameter während des Arbeitens automatisch optimiert, um eine stabile Gleislage sicherzustellen (Plasser Tamping-Control). In der dritten Phase werden alle zur Nachweisführung gesammelten Daten in einem digitalen Protokoll (Plasser TampingReport) zentral auf der Maschine und im Backoffice zur Verfügung gestellt.

### Phase 1: Automatisiertes Positionieren der Arbeitsaggregate

Zu Beginn eines konventionellen Stopfprozesses einer Universalstopfmaschine werden die Arbeitsaggregate von zwei Bedienpersonen positioniert. Der Hauptstopfer übernimmt die Steuerung des Stopfaggregats einschließlich Dreh- und Verschiebeeinrichtung, steuert das Spreizen der Stopfpickel und ist verantwortlich für die Überwachung und Optimierung der Stopfparameter. Der Beistopfer steuert das Hebe- und Richtaggregat (Auswahl der Einrichtungen und Positionen) und bedient Stopfaggregat-Segmente im Bereich des abzweigenden Schienenstrangs und die Weichenzusatz-Hebeeinrichtung. Insbesondere beim Arbeiten mit Mehrschwelen-Stopfaggregaten oder in Weichen erfordert dies umfangreiche Fachkenntnisse. Selbst für erfahrene Bediener besteht dabei ein erhöhtes Risiko, Beschädigungen am Gleis zu verursachen.

Plasser TampingAssistant ermöglicht es auch weniger erfahrenen Bedienpersonen, sicher und effizient zu arbeiten. Die Stopfmaschine ist mit modernster Sensorik ausgestattet und nutzt Algorithmen, die sie zu einer „smarten Maschine“ machen. Ein



2: Tiefenbild des Plasser TampingAssistant mit vorgeschlagenen Positionierungen der Arbeitsaggregate

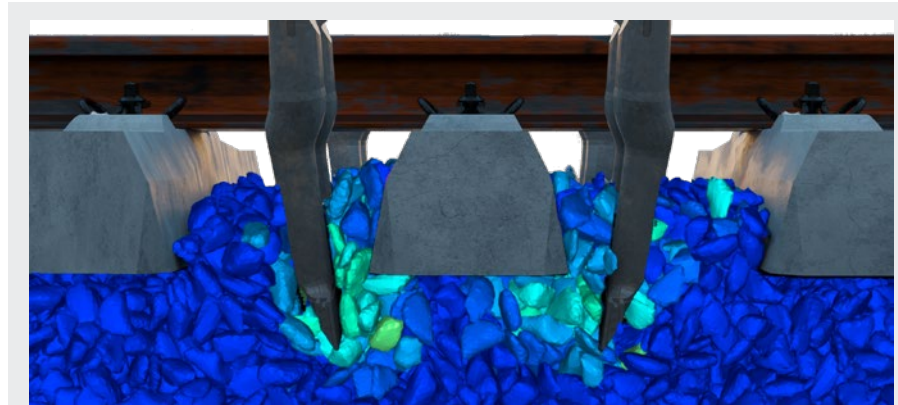
Rotationslaserscanner auf dem Dach der Frontkabine erfasst den zu bearbeitenden Gleis- und Weichenbereich aus der Vogelperspektive, während Linienschnittsensoren auf dem vorderen Messwagen die Schienenstege abtasten. Die aufgezeichneten Daten werden verwendet, um ein Tiefenbild zu erstellen, das mithilfe künstlicher Intelligenz analysiert wird. Das System erkennt und klassifiziert Oberbaukomponenten wie Schwellen und Weichenteile sowie Hindernisse wie Kabel und Weichenantriebe. Es wird ein digitales Modell erstellt, das sich kontinuierlich aktualisiert und als Grundlage für weiterführende Berechnungen dient. Wie in Bild 2 dargestellt, generiert das System auf Basis dieser Daten Handlungsempfehlungen für das Hebe- und Richtaggregat und die Positionen der Stopfpickel. Der Hauptstopfer muss diese Empfehlungen lediglich mit den realen Bedingungen abgleichen und bestätigen. Die Maschine bringt dann die Arbeitsaggregate selbsttätig in die ermittelten Positionen, was es insbesondere auch Personen mit wenig Erfahrung ermöglicht, die Arbeitsaggregate einer Stopfmaschine zu bedienen. Durch das automatisierte Positionieren wird das Risiko, Beschädigungen zu verursachen, deutlich reduziert, und die Qualität der Arbeiten kann auf einem kon-

stant hohen Niveau gehalten werden. Die Überwachung aller Arbeitsabläufe durch den Hauptstopfer erspart eine zusätzliche Fachkraft (Beistopfer).

Die Integration von Sensortechnologie, Analyse-Algorithmen und Automatisierung schafft die Voraussetzungen für eine leistungsstärkere und effizientere Stopfmaschine. Sie unterstützt sicheres Arbeiten und trägt dazu bei, dass auch wenig erfahrene Bediener qualitativ hochwertige Ergebnisse erzielen können. Die fortschrittliche Überwachungstechnologie und die Automatisierung der Abläufe stellen sicher, dass die Maschine präzise und schonend arbeitet, wodurch Fehlerkosten reduziert und Betriebskosten gesenkt werden können. Insgesamt ermöglicht die Automatisierung eine konstant hohe Arbeitsqualität und eine effiziente Instandhaltung des Eisenbahnnetzes.

### Phase 2: Automatisierte Stopfparameter

Den Schotter durch das Stopfen unter jeder Schwelle maximal zu verfüllen und zu verdichten, ist entscheidend, um eine beständige, korrekte Gleislage sicherzustellen. Bild 3 zeigt schematisch die kritischen Bereiche unter der Schwelle, die ausreichend verfüllt und verdichtet werden müssen, um



3: Kritische Bereiche der Verfüllung und Verdichtung unter der Schwelle

eine langlebige Gleislage zu gewährleisten. Es gibt dazu eine Vielzahl von Richtlinien und Arbeitsempfehlungen (z.B. Mindestbeistellzeit und Anzahl der durchzuführenden Stopfzyklen in Abhängigkeit von der benötigten Hebung). Diese Empfehlungen variieren von Einsatzland zu Einsatzland und basieren oftmals auf Erfahrungswerten. Als Grundlage für die Arbeit der Maschinenbediener erfordern sie aufgrund unterschiedlicher und sich schnell ändernder örtlicher Gegebenheiten jedoch eine laufende Anpassung der Stopfparameter, weshalb nicht immer eine optimale Verfüllung und Verdichtung garantiert ist.

Plasser TampingControl entlastet den Bediener beim Konfigurieren der Stopfparameter durch eine Verfüll- und Verdichtkontrolle. Hoch robuste Druck- und Positionssensoren erfassen bei jedem Stopfzyklus Messwerte wie Stopfkraft, Stopfposition, Stopftiefe, Beistellgeschwindigkeit und Beistellweg für jedes Stopfaggregat-Segment. Diese Messwerte werden gesammelt und analysiert. Auf Basis dieser Daten werden Parameter wie beispielsweise der Beistelldruck automatisch angepasst und Handlungsempfehlungen für weitere Beistellzyklen gegeben. Der Bediener erhält während jedes Beistellvorgangs unmittelbar Informationen über die erreichte Verfüllung und Verdichtung und somit über die Effektivität der Stopfung. Die Möglichkeit, die Effektivität eines Stopfvorgangs zu beurteilen, trägt wesentlich zu einer langfristig stabilen Gleislage bei. Fehler können dadurch frühzeitig erkannt und behoben werden und eine Ausbreitung über längere Streckenabschnitte wird verhindert.

Darüber hinaus ermittelt die Maschine bei jedem Stopfzyklus automatisch den Schotterzustand und liefert dem Maschi-

nenbetreiber einen umfassenden Qualitätsnachweis im Gesamtbericht. Basierend auf den ermittelten Daten wird der aktuelle Zustand des Schotterbetts repräsentiert. Diese Informationen erlauben eine fundierte Bewertung des Schotterzustands und unterstützen gezielte Maßnahmen zur Gleisinstandhaltung.

Plasser TampingControl stellt so eine effiziente und präzise Lösung für die Optimierung des Stopfprozesses dar. Das System unterstützt die Bediener bei ihrer Arbeit und trägt zur langfristigen Stabilität der Gleislagequalität bei. Durch die kontinuierliche Überwachung und Anpassung der Stopfparameter können Probleme frühzeitig erkannt und behoben werden, was letztendlich die Leistungsfähigkeit des Eisenbahnnetzes verbessert. Regelmäßige Auswertung der Qualitätsnachweise lässt eine fundierte Zustandsbewertung des Schotterbetts zu und ermöglicht gezielte

Maßnahmen zur Erhaltung und Verbesserung der Gleislagequalität.

### Phase 3: Digitale Nachweisführung

Eine umfassende Dokumentation der durchgeführten Instandhaltungsarbeiten ist von entscheidender Bedeutung, um eine vollständige Nachweisführung zu ermöglichen. Plasser TampingReport sorgt dafür, dass die verrichtete Arbeit detailliert und transparent protokolliert wird, um qualitätsrelevante Aspekte wie Positionen der Stopfaggregate und Stopfpickel, Stopftiefe, Beistellzeit, verwendete Hebekonfigurationen, den Einsatz der Weichenzusatzhebeeinrichtung sowie identifizierte Hindernisse festzuhalten. Darüber hinaus werden auch die Handlungsvorschläge der Maschine und etwaige Eingriffe des Bedieners dokumentiert.

Um diese Daten zu erfassen, werden sie in den Phasen 1 und 2 gesammelt und zentral in einem digitalen Nachweis zusammengeführt. Wie in Bild 4 zu sehen, erfolgt dies in einem mehrschichtigen, webbasierten Protokoll, das sowohl auf der Stopfmaschine als auch im Backoffice über einen Webbrowser abgerufen werden kann. Durch diese Lösung verfügt der Infrastrukturbetreiber bei aufrechter Internetverbindung jederzeit standortunabhängig über alle relevanten Qualitäts- und Arbeitsparameter in digitaler Form.

Auf diese Weise können Maschinenbetreiber den Nachweis erbringen, dass die Arbeiten korrekt durchgeführt wurden, insbesondere bei der Instandhaltung von Weichen. Darüber hinaus erleichtern die gesammelten Daten eine angepasste und



4: Webbasiertes Arbeitsprotokoll

optimierte Planung zukünftiger Arbeiten. Sie können auch bei strategischen Entscheidungen unterstützen, wie beispielsweise Ausschreibungen von Instandhaltungsmaßnahmen.

Somit trägt die Integration von Plasser TampingAssistant, Plasser TampingControl und Plasser TampingReport in den Arbeitsablauf der Stopfmaschinen zur Bewältigung des Fachkräftemangels bei und bietet darüber hinaus auch konkrete Vorteile für die Infrastrukturbetreiber. Die Optimierung der Arbeitsprozesse, die Verbesserung der Qualitätssicherung und die Bereitstellung aussagekräftiger Daten für zukünftige Planungen und Entscheidungen steigern die Leistungsfähigkeit und Wettbewerbsfähigkeit enorm und gewährleisten gleichzeitig den reibungslosen Betrieb und die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs.

### Zusammenfassung

Stopfmaschinen leisten einen entscheidenden Beitrag für den Neubau und die Instandhaltung von Gleisen. Plasser SmartTamping von Plasser & Theurer ermöglicht ein automatisiertes Positionieren der Arbeitsaggregate, ein Optimieren der Stopfparameter und eine detaillierte Dokumentation der durchgeführten Arbeiten. Effiziente Nutzung, präzise Stopfarbeiten und fundierte Zustandsbewertungen verbessern die Gleislagequalität und somit die Sicherheit des Eisenbahnverkehrs. ●

### Summary

#### Plasser SmartTamping – digital solutions to manage the skills shortage

Tamping machines make a decisive contribution for the new construction and maintenance of tracks. Plasser SmartTamping by Plasser & Theurer enables an automated positioning of the working aggregates, an optimizing of the tamping parameter and a detailed documentation of work performed. Efficient use, precise tamping work and well-founded condition assessment improve the track quality and hence the safety of the rail transport.

## Handbuch Bremstechnik von Eisenbahnfahrzeugen

### Theorie – Konstruktion – Betriebseinsatz

Das **neue Referenzwerk** für die Bremstechnik stellt neue **gesetzliche Regelwerke** vor, die in den letzten Jahren zur **Herstellung der Interoperabilität im europäischen Eisenbahnverkehr** entstanden sind. Dabei werden die an die Bremskomponenten gestellten Anforderungen erläutert.



**Neuerscheinung –  
jetzt zum Vorbestellpreis!**

1. Auflage Dez. 2023,  
Hrsg. Dieter Jaenichen,  
ca. 350 Seiten, Hardcover,  
ISBN 978-3-96245-259-9,  
Print mit E-Book Inside,  
**Vorbestellpreis € 75,-\***  
(statt € 89,- ab 2.1.2024)  
[www.trackomedia.com/  
bremstechnik](http://www.trackomedia.com/bremstechnik)

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

**Mehr Infos und Bestellung:  
[www.trackomedia.com](http://www.trackomedia.com)**



MIT  
E-BOOK  
INSIDE

**Handbuch Erdbauwerke**  
Print mit E-Book Inside € 89,-\*  
[www.trackomedia.com/  
erdbauwerke](http://www.trackomedia.com/erdbauwerke)



**Neuaufgabe  
Oktober 2023!**

MIT  
E-BOOK  
INSIDE

**Kommentar zur Eisenbahn-  
Bau- und Betriebsordnung (EBO)**  
Print mit E-Book Inside € 98,-\*  
[www.trackomedia.com/  
ebokommentar](http://www.trackomedia.com/ebokommentar)

\* Preise inkl. MwSt, zzgl. Versand

**BESTELLUNGEN:**  
Tel.: +49 7953 718-9092  
Fax: +49 40 228679-503  
E-Mail: [office@trackomedia.com](mailto:office@trackomedia.com)  
Online: [www.trackomedia.com](http://www.trackomedia.com)

**PER POST:**  
GRT Global Rail Academy and  
Media GmbH / Trackomedia  
Kundenservice  
D-74590 Blaifelden