

Innovationsschub für die Fahrweginstandhaltung

„INNOVATION FOR YOU“ lautet das Motto, unter dem Entwicklungen für die Gleisinstandhaltung auf der iaf 2017 in Münster präsentiert werden.

RAINER WENTY

Die internationale Ausstellung Fahrweg „iaf“ ist weltweit die größte ihrer Art. Sie ist damit das ideale Forum, um Innovationen für die Instandhaltung des Eisenbahnfahrwegs zu präsentieren. In den vier Jahren seit der letzten Ausstellung wurde so viel Neues entwickelt, dass man von einem Innovationssprung sprechen kann. Die Innovationen sind kein Selbstzweck, sie basieren auf Analysen der Bedürfnisse der Bahnen, der Infrastrukturbetreiber und der Betreiber von Gleisbaumaschinen. Neben Neuentwicklungen bei den Maschinen – wie zum Beispiel der elektrische

Betrieb – wird die rasante Evolution des gesamten Maschinenumfelds beleuchtet. Themen, die angesprochen werden, sind Digitalisierung und Automatisierung, Ergonomie und Ökologie, Ausbildung und Service sowie die Weiterentwicklung der Instandhaltungstechnologien in diesem Kontext.

Gleisinstandhaltung wird elektrisch

Anlässlich der ÖVG-Tagung im September 2015 in Salzburg wurden die ersten Gleisdurcharbeitungsmaschinen mit Hybridantriebstechnik vorgestellt. Unter der Marke E³ arbeiteten eine kontinuierliche 4-Schwellen-Stopfmachine und ein Schottermanagement-

system. Die Maschinen können mit Strom aus der Oberleitung arbeiten und unterstützen damit auch die Konzernstrategie DB2020+ der Deutschen Bahn, die das Ziel einer nachhaltigen, strategischen Entwicklung im Spannungsfeld von Ökonomie, Ökologie und Soziales hat [1]. Die Hybridmaschinen zielen auf Emissionsreduktion, Energieeffizienz und Lärmreduktion ab.

Untersuchungen im Rahmen einer Masterarbeit [2] quantifizierten laut Tab. 1 ein Nutzerpotenzial von 86655 EUR pro Jahr. Trotz der höheren Investitionskosten amortisiert sich die Hybridmaschine bereits nach 13,2 Jahren (bei einer jährlichen Verzinsung von 2%). Bei der heutigen langen Lebensdauer der Maschinen ein guter Ausgleich des Ökologievorteils. Andere Messungen betrafen die Schallemissionen mit Diesel- und Elektroantrieb [3].

Im Leerlauf war die Reduktion beim Stopfmachineanteil 6,1 bis 7,9 dB (A), beim Stabilisatoranteil 2,0 bis 2,9 dB (A). Während der Arbeit mit elektrischem Betrieb wurde beim Stopfmachineanteil in 7,5 m Entfernung eine Reduktion von 4,6 dB (A) gemessen.

Eine weitere Maschine, und zwar die Universalstopfmachine Unimat 09-32/45 Dynamic E³, wurde noch 2016 an das Oberbauunternehmen Krebs ausgeliefert. Für diesen Maschinentyp besteht bereits ein 10-Jahres-Vertrag mit den SBB, für den ökologische Gesichtspunkte mitentscheidend waren. Vom 25. November 2016 bis 10. März 2017 wurden die elektrischen Leistungsdaten der Maschine ausgewertet. In diesem Zeitraum wurde die Maschine 110 Stunden elektrisch betrieben. In dieser Zeit betrug die Summe der verbrauchten elektrischen Energie 44420 kWh (rückgespeiste Energie bereits abgezogen). Bei Dieselbetrieb hätte die Maschine 12580 l verbraucht. Auf Grundlage der Daten in Tab. 2 ergibt sich eine Kostenersparnis pro Stunde Elektrobetrieb von mehr als 100 EUR sowie eine CO₂-Verminderung von insgesamt 31 t.

Elektroantrieb weiter ausgebaut

Das Konzept der Maschinen mit Hybridantrieb wird weiter ausgebaut. Zum Beispiel mit dem Unimat 09-4x4/45 E³ – einer Universalstopfmachine für vollelektrischen und Diesel elektrischen Betrieb. Das heißt, dass bei Dieselbetrieb ein Diesel-Elektro-Antrieb zur Verfügung steht. Für den Einsatz im Tunnel hat die Maschine eine Puritech-Filteranlage.

Reduktion der Kosten für Dieselverbrauch	€ -99 400
Reduktion der Kosten der Treibstoffbereitstellung	€ -9940
Kosten für elektrische Energie	€ +48 460
Rückerstattung durch Energie-Rückgewinnung	€ -14 535
Reduktion der Kosten für Emission	€ -1700
Reduktion der Wartungs- & Instandhaltungskosten	€ -9540
Summe der monetären Bewertung pro Jahr	€ -86 655

Tab. 1: Kostenvergleich Strom vs. Dieselbetrieb

Strompreis	€ 0,05 pro kWh ¹
Dieselpreis	€ 1,04 pro Liter ²
CO ₂ -Emissionen	282,15 kg pro Stunde
Logistikkosten Dieselbereitstellung	10% vom Dieselpreis

Tab. 2: Vergleich Strom – Dieselbetrieb

¹ Bezugspreis Bahnstrom Österreich (Quelle: ÖBB)

² EU-Durchschnittspreis netto per 27.2.2017; ^{1&2} Preise netto



Abb. 1: Universalstopfmachine für vollelektrischen und diesel-elektrischen Betrieb

Der neue Vibrationsantrieb der Stopfaggregate bietet folgende Vorteile:

- gesteigerte Energieeffizienz,
- präziseres Regelverhalten,
- schnelleres Ansprechverhalten,
- kompaktere Bauform und
- vor allem weitere Steigerung der Prozesssicherheit.

Fahrzeug mit Batteriebetrieb

Ganz anders ist der elektrische Antrieb bei der Fahrleitungsinstandhaltungsmaschine HTW 100 E³ gelöst, die Abb. 2 zeigt. Überstellfahrten sowie An- und Abfahrt zur Baustelle erfolgen mit Dieselantrieb. Der Arbeitsbetrieb ist elektrisch, dafür hat die Maschine Akkumulatoren-Einheiten, die für zwei Schichten ausgelegt sind. Die Akkumulatoren werden während der Dieselfahrten wieder aufgeladen, auch die Bremsenergie wird in Ladeenergie umgewandelt. Externe Einspeisung über eine 230/400VAC 32 A-Remisensteckdose ist ebenfalls möglich. Die Vorteile des elektrischen Arbeitens sind:

- es wird immer so viel Energie entnommen, wie für die jeweilige Tätigkeit notwendig ist,
- keine Abgase während der Arbeit,
- die Maschine ist leise, der Nachtbetrieb somit kein Problem,
- uneingeschränkter Einsatz im Tunnel.

Weitere interessante Details: Für den Arbeitsbetrieb gibt es eine Tempomat-Funktion. Diese erhöht vor allem die Präzision der Ergebnisse bei der Messfahrt. Bei einer Akkurestkapazität von 30% wird eine Empfehlung zum automatischen Dieselmotorstart ausgegeben. Für den Dieselmotor ist ein Festpartikelfilter vorgesehen.

Der HTW 100 E³ ist mit einer Vielzahl von Arbeitsaggregaten ausgerüstet, um hohe Produktivität bei der Inspektion, Wartung und Montage der Oberleitung sicherzustellen mit:

- Säulenhebebühne,
- Eisenbahnladekran mit Arbeitskorb,
- Fahrdrabt- und Tragseilrücken,
- Pantograph zur Erdung der Maschine sowie
- Werkstattkabine und Messeinrichtung für die Fahrdrabtlage.

Stopfen und Stabilisieren mit neuem Gesicht

Gleisdurcharbeitung hat ein Ziel: Herstellung einer dauerhaft guten Gleislage. Unterstützt durch präzise Messsysteme wird dies heute durch Stopfen und Stabilisieren in einem hohen Maß erreicht. Stopfaggregate von Plasser & Theurer wurden seit Einführung der asynchronen Gleichdruckstopfung im Jahre 1953 ständig weiterentwickelt und gelten heute als Maßstab der Entwicklung [4]. Die bewährte hydraulische Beistelltechnik, die für gleichmäßigen Verdichtungsdruck unter den Schwellen sorgt, wird durch neue Regelungstechnik bei Vibration und Mehrschwellenstopfen ergänzt.

Drehzahlregelung bei Stopfaggregaten

Durch die Drehzahlregelung kann die Vibrationsfrequenz während des Stopfzyklus gezielt



Abb. 2: Fahrleitungsinstandhaltungsmaschine HTW 100 E³

verändert werden. Eine höhere Frequenz (45 Hz) während des Eintauchens der Stopfpickel in den Schotter erleichtert das Eindringen („Eindringhilfe“) bei hoch verdichtetem Schotterbett. Während des Beistellvorgangs wird die optimale Frequenz (35 Hz) beibehalten. Im hochgehobenen Zustand wird eine verringerte Leerlauf Frequenz eingestellt (28 Hz). Der Vibrationsantrieb über eine Exzenterwelle garantiert, dass die Vibrationsamplitude mit (±) 4 bis 5 mm konstant bleibt – das ist wichtig für die Stopfqualität und die Prozesssicherheit.

Die Erfahrungen mit der Technologie „Drehzahlregelung“ sind gut. Die Reaktionskräfte aus Vibration und Eindringwiderstand werden kleiner, der Verschleiß an den Stopfaggregaten weiter reduziert. Aufgrund der guten Erfahrungen mit der Zuverlässigkeit der Aggregate wurde die Gewährleistung bei neuen

bzw. generalüberholten Stopfaggregaten auf 24 Monate bzw. maximal 500 000 Stopfungen erweitert (mit und ohne Drehzahlregelung) [5].

Sukzessivstopfen bei 2-Schwellen-Stopfaggregaten

Bei hoch verdichtetem Schotterbett ergibt sich bei Mehr-Schwellen-Stopfmaschinen ein hoher Eindringwiderstand für die Stopfpickel. Eine neue Entwicklung bei 2-Schwellen-Stopfaggregaten sorgt für eine wesentliche Verbesserung. Die Aggregate sind in Längsrichtung geteilt, ein Teil wird beim Stopfen leicht verzögert abgesenkt. Mit dieser Sukzessivtechnologie ist die Anzahl der Stopfpickel, die jeweils auf den Schotter trifft, deutlich verringert. Der Eintauchwiderstand wird kleiner. Das verzögerte Absenken



Abb. 3: 8x4-Stopfaggregat auf der Ausstellung InnoTrans 2016



Abb. 4: Universalstopfmaschine Unimat Combi 08-275 für RFI

führt kaum zu einem Leistungsverlust, die Arbeitsgeschwindigkeit im harten Schotterbett ist jedenfalls mit Sukzessivstopfen weitaus höher als beim 2-Schwellen-Stopfen ohne dieses.

Gleisstabilisation mit Unwuchtregelung

Die dynamische Gleisstabilisation ist heute ein unverzichtbarer Bestandteil der Gleisinstandhaltung. Nach dem Stopfen wird erst durch den abschließenden Einsatz eines Stabilisators ein optimal nachhaltiges Ergebnis erreicht. Die Technologie hat eine vierzigjährige Erfolgsgeschichte. Über 900 Maschinen in 45 Ländern sprechen für sich [6]. Einflussgrößen auf den Effekt der Gleisstabilisation sind die Stabilisationsfrequenz, die vertikale Auflast, die Arbeitsgeschwindigkeit und

die dynamische Schlagkraft. Die ersten drei Parameter werden während der Maschinenarbeit variiert. Die Schlagkraft ist durch die Exzentermasse vorgegeben. Die angestrebte Gleisabsenkung wird vom Nivelliersystem gesteuert, indem die Auflast verändert wird, was die Höhenlage regelt. Am stärksten wird die Absenkung allerdings durch die Unwucht beeinflusst. Daher gibt es die Möglichkeit, in den DGS verstellbare Unwuchten einzubauen und die Gleisabsenkung (und damit das Gleisnivellement) durch die Verstellung der Unwucht zu regeln. Dies ist besonders dort interessant, wo die Regelung durch die Auflast nicht ausreicht. Bei der Arbeit auf oder sehr nahe an empfindlichen Bauwerken ist die Möglichkeit einer besseren Anpassung ebenfalls gegeben. Beim Anhalten wird die

Unwucht sofort auf null zurückgenommen. Es ist nicht notwendig die Frequenz zurückzunehmen und Resonanzschwingungen werden vermieden.

Universalstopfmaschinen

Beim Stopfen von Weichen ist besonders wichtig, so viele Bereiche wie möglich mit den Stopfpickeln zu erreichen. Um das zu gewährleisten, wurden die Stopfaggregate der „4x4“-Serie entwickelt. Diese Aggregate haben einzeln schwenkbare Doppelpickel und sind in „Split-Head“-Bauweise ausgeführt, je eine Aggregathälfte links und rechts der Schiene. Jede Aggregathälfte hat vier Stopfpickel, daher „4x4“. Diese Aggregate werden in zyklische 08-Maschinen und kontinuierliche 09-Maschinen eingebaut (Abb. 3).

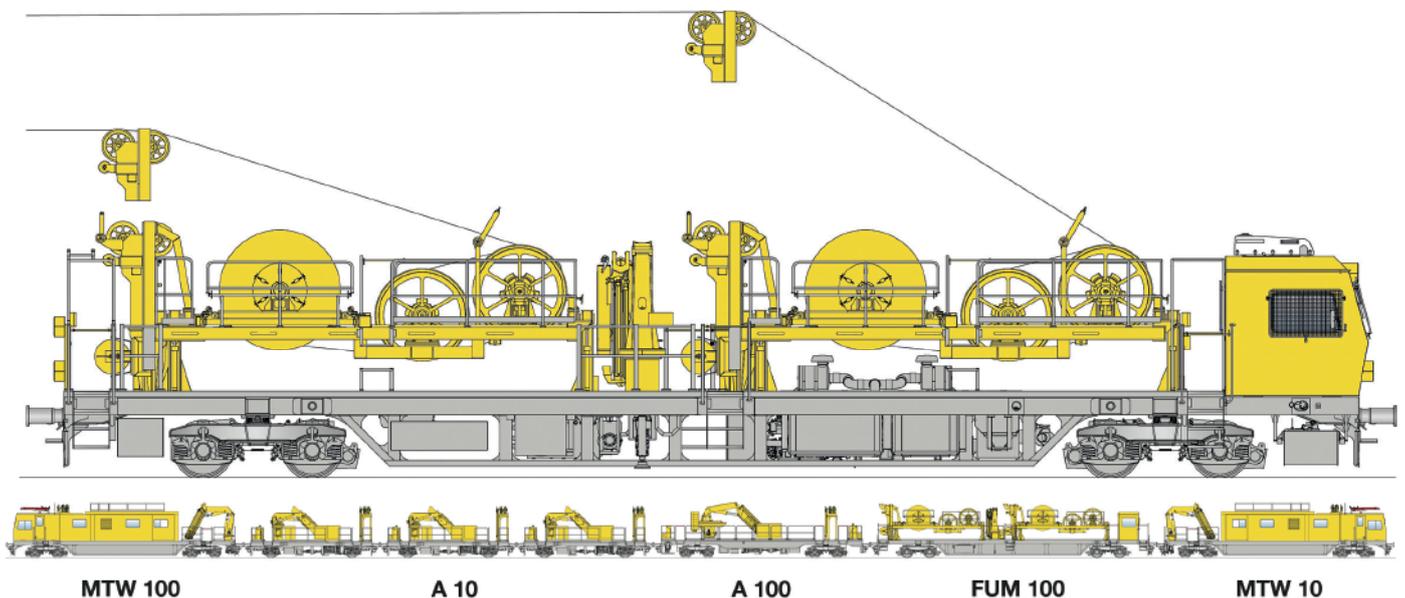


Abb. 5 a und b: Fahrleitungs-Umbaumaschine FUM 100.260 als Teil des Fahrleitungsombauzuges FUZ 100.273



InnoTrans 2018

18.–21. SEPTEMBER · BERLIN

Internationale Fachmesse für Verkehrstechnik
Innovative Komponenten · Fahrzeuge · Systeme

innotrans.de

Unimat Combi 08-275

Für den regionalen Bereich und zur Einzelfehlerbehebung wurden die Unimat Combi-Maschinen entwickelt, in Deutschland zum Beispiel als Unimat Sprinter bekannt. Die Unimat Combi 08-275 für die italienische Eisenbahn Infrastruktur Gesellschaft RFI ist eine Universalstopfmaschine mit Schotterplanieranhänger (Abb. 4). Die in Münster ausgestellte Unimat Combi 08-275 ist die 16000. gefertigte Maschine von Plasser & Theurer.

Das „Universalwerkzeug“ vereint folgende Technologien:

- Stopfmaschine für Gleise und Weichen,
- integrierter Schotterpflug und Kkehrbürste sowie
- vollwertiges inertiales Gleisgeometriemesssystem.

Die moderne Bauart ist beispielgebend für derartige Maschinen. RFI hat sich nach ausführlichen Tests einer Mustermaschine für eine größere Anzahl dieses Maschinentyps entschieden. Eine Maschine aus dieser Serie ist als E³ ausgeführt und wird als erste mit Gleichstrom aus der Oberleitung arbeiten.

Fahrleitungsmontage mit höchster Qualität

Das Premiumprogramm im Fahrleitungsbau für Dänemark

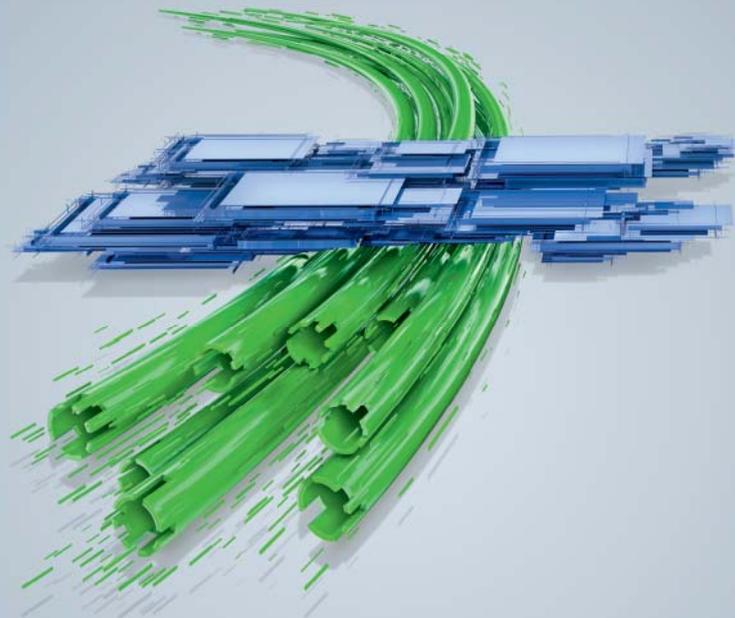
In Dänemark werden im Rahmen eines Elektrifizierungsprogramms von Banedanmark 1500 km neue Fahrleitungen bis zum Jahr 2026 verlegt. Für das hier angewendete Oberleitungskonzept Sicat SX der Siemens AG wurde ein neues Konzept für die Montage- und Maschinentechologie zur Installation der Oberleitung ausgearbeitet. Die Installation stellt erhebliche Anforderungen an die Oberleitungsmontagetechnologie und damit besonders an die Montagemaschine FUM 100.260 (Abb. 5). Beispielsweise sind der Fahrdrabt RiM 80 mit einer Nennzugkraft von 15 kN und als Novum ein Trageil aus Aluminiumlegierung mit einer Nennzugkraft von 30 kN in einem Arbeitsgang zu installieren. Für beides ist eine Toleranz in der Nennzugkraft von +/- 5% einzuhalten. Darüber hinaus muss die FUM 100.260 für die Montage eines Fahrdrabts RiM 150 mit einer Nennzugkraft bis 33,75 kN geeignet sein.

Der Fahrleitungsumbauzug (FUZ) besteht aus mehreren Maschinen, die zusammen ein System bilden. Das gleichzeitige Verlegen von Trageil und Fahrdrabt mit endgültiger Zugspannung wird mit der Fahrleitungs-Umbaumaschine FUM in der nachgewiesenen hohen Qualität durchgeführt [7]. Alle Maschinen besitzen einen Arbeitsfahrantrieb und können getrennt voneinander fahren und bedient werden. Die Verlegung der Oberleitung in Dänemark erfolgt in engen Radien mit Überhöhung, hier ist die Standsicherheit der Maschinen besonders wichtig.

Fertigungsqualität in Serie

Die Deutsche Bahn strebt die Standardisierung multifunktionaler Fahrzeuge an. Seit 2014 erhielt die DB Netz AG eine solche standardisierte Fahrzeuggeneration. Die erste Tranche bestand aus fünf Trägerfahrzeugen für Messeinrichtungen. Diese sind bereits erfolgreich im Einsatz. Ein aufwändiger Qualitätssicherungsprozess bestätigte schon bei diesen Lieferungen die hohen Produktionsstandards im Linzer Werk von Plasser & Theurer. Die Projektrealisierung bestätigte die herausragende Fertigungsqualität, obwohl viele neue Herausforderungen bewältigt werden mussten. Ein Lastenheft mit 4000 geforderten Punkten war ausgeschrieben, sieben Quality-Gates mussten erfüllt werden. Alle sieben wurden mit „Grün“ durchschritten.

Dazu Martin Allweil, Leiter Maschinenpool, DB Netz, Berlin: „Kernaufgabe der DB Netz AG ist es, den ca. 400 Eisenbahnverkehrsunternehmen eine Infrastruktur mit hoher Qualität und Verfügbarkeit bereitzustellen und den Betrieb zu managen. Für die erforderlichen Instandhaltungsarbeiten haben wir Maschinen gesucht, die einer zukunftsorientierten und bedarfsgerechten Instandhaltungsstrategie gerecht werden. Plasser & Theurer setzte die komplexen Anforderungen aus dem Lastenheft sehr gut um und entwickelte für uns ein einheitliches Fahrzeugkonzept. Durch die Bauteilstandardisierung sehen wir trotz unterschiedlicher Fahrzeugtypen im Betrieb Einsparungspotenziale in der Fahrzeugwartung, in der Ersatzteilbevorratung und bei der Schulung des Personals.“ [8]



THE FUTURE OF MOBILITY

Kontakt
Messe Berlin GmbH
Messedamm 22 · 14055 Berlin
T +49 30 3038 2376
F +49 30 3038 2190
innotrans@messe-berlin.de

Messe Berlin

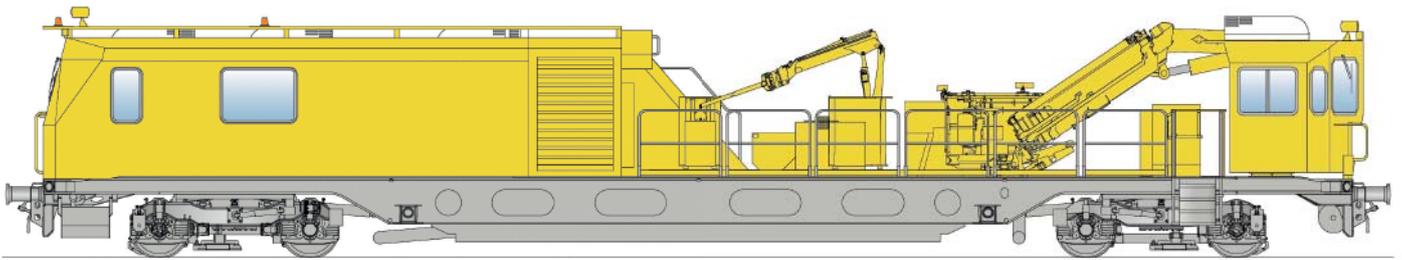


Abb. 6: Tunnelinspektionsfahrzeug TIF-LAE zur gleichzeitigen Bearbeitung mehrerer Positionen



Abb. 7: Kabine mit digitalen Bedienelementen

Weitere Trägerfahrzeuge für die DB

Das Prinzip „pünktliche Qualität“ wird mit der Lieferung von vier Tunnelinspektionsfahrzeugen fortgesetzt. Der TIF-LAE (Abb. 6) ermöglicht durch seine reichhaltige Ausstattung mehrere Positionen gleichzeitig zu bearbeiten. Besonders hervorzuheben sind:

- Dachplattform mit hydraulisch faltbarem Geländer,
- ein hydraulischer Kran mit 3,7 mt und Arbeitskorb für 170 kg,
- ein hydraulischer Kran mit 25 mt und Arbeitskorb für 330 kg,
- vibrationsentkoppelte, schallisolierte Kabinen,
- Anbaugeräte zum Schneeräumen.

Technologien 4.0

Die intelligente Maschine

Im Zuge der Verbesserung der Gleisbaumaschinen fließen ständig neue Forschungsergebnisse in die Weiterentwicklung ein. Neue, smarte Technik stellt auch bei dieser Technologie die Weichen in Richtung Industrie 4.0. Hinsichtlich Maschinenbedienung bedeutet das:

- Das Innendesign der Kabinen wird den neuen digitalen Möglichkeiten angepasst (Abb. 7).

- Touchscreens erleichtern die Bedienung, die Menüs erlauben es, in alle Elemente der Maschine vorzudringen.
- Die Arbeitsabläufe sind weitgehend automatisiert.

Datenmanagement und digitales Service

PlasserDatamatic und PlasserLiveInfo eröffnen neue Dimensionen für das effiziente Management einzelner Maschinen und ganzer Flotten. Arbeitsparameter sowie Statusmeldungen der Maschinen, bis zur Transport- bzw. Arbeitsrichtung, können rasch über Tablet oder Smartphone abgerufen werden. Die Vernetzung ermöglicht digitales Service, die erfassten Daten können zur Optimierung der Maschinen weiter verarbeitet werden. Eine neue Gesellschaft, P&T Connected Gesellschaft mbH, nimmt diese Aufgabe seit Anfang Januar 2017 wahr.

Ausblick

In Anbetracht des breiten Spektrums an neuen Entwicklungen, die anlässlich der internationalen Fahrwegausstellung iaf präsentiert werden, ist die Formulierung Innovationsschub sicher angebracht. Dabei werden diesmal die

Möglichkeiten der Digitalisierung besonders hervorgehoben. ■

QUELLEN

- [1] Wenty, R.: Ökologische Innovation für die Gleisstandhaltung, in: Deine Bahn 4/2016 S. 14–17
- [2] Wiesinger, R.: Werttreiber und Nutzenpotenziale durch alternative Antriebsformen bei Sonder- und Arbeitsmaschinen, Masterstudiengang Mechatronik und Wirtschaft, eingereicht im Juni 2016, FH Oberösterreich
- [3] Wenty, R.; Wiesinger R.: Future on Rail – Economical Ecologic Track Maintenance, Paper at AusRAIL 2016, 22. bis 23. November 2016 in Adelaide
- [4] Auer, F.; Hauke, R.; Wenty, R.: High-Tech-Stopfaggregate für nachhaltige Gleislageverbesserung, in: EI 11/2015, S. 18–22
- [5] Plasser & Theurer: Neues Service-Angebot für Stopfaggregate, in: aktuell, Jahrgang 45, 2016, Folge 129, S. 22
- [6] RieBberger, K.; Wenty, R.: 40 Jahre „dynamische Gleisstabilisation“, EIK 2015, S. 55–76
- [7] Heuer, R.: Fahrdratwelligkeit und mechanische Modellierung des Verlegevorganges, in: ETR 3/2014, S. 60–64
- [8] Plasser & Theurer: Fertigungsqualität in Serie, in: aktuell, Jahrgang 45, 2016, Folge 130, S. 7



Ing. Rainer Wenty (EURAIL-ING)

Leiter Strategisches Marketing
Plasser & Theurer Export von Bahnbau-
maschinen Gesellschaft m.b.H., A-Wien
export@plassertheurer.com