

Fortschrittliche Automatisierung und Bedienung für den Universal Tamper 4.0

Intuitive Touchbedienung, dynamisch eingeblendete Videobilder und übersichtliche Informationen unterstützen die Automatisierung innovativer Bahnbaumaschinen.

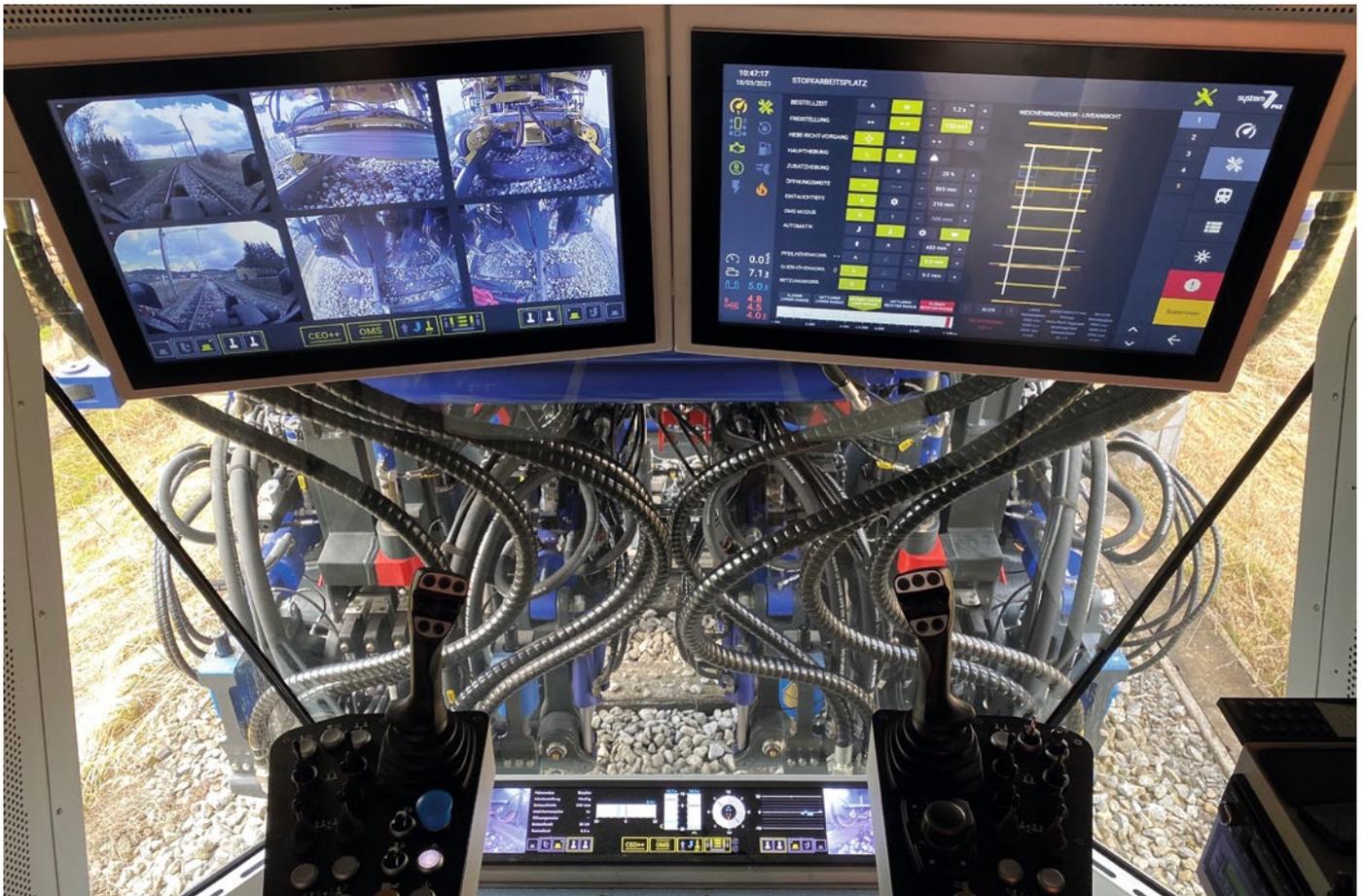


Abb. 1: Rechts: Arbeitsdisplay; links: Videodisplay mit Statussymbolen; Mitte unten: Fußraumdisplay

HARALD HÜTTMAYR | THOMAS STADLER

Bei modernen Baumaschinen ist es aufgrund der Komplexität der Aufgaben unerlässlich, dem Maschinenpersonal eine übersichtliche und intuitive Bedienung zur Verfügung zu stellen. Ergonomische und visuell ansprechende Bedienoberflächen sind wichtige Erfolgskriterien für die Entwicklung von Maschinen. Die Gewährleistung der Bediensicherheit bei gleichzeitiger Unterstützung einer effizienten Mensch-Maschine-Kommunikation stellt eine große Herausforderung dar. Dank des steigenden Automatisierungsgrades kann mithilfe von Assistenzsystemen ein Großteil der Arbeitsvorgänge automatisch oder maschinengestützt effizienter ausgeführt werden. Dies entlastet die Ma-

schinenbediener und hilft Fehler zu vermeiden. Das Bedienpersonal kann sich auf die wesentlichen, überwachenden Aufgaben im Gleisbau kümmern: Die Gleisstandhaltungsarbeit und Überwachung der Maschinenperformance. Diese Grundlagen werden bei den Entwicklungen von System7-Produkten konsequent verfolgt.

Die Mensch-Maschine-Schnittstelle

Die Bedienung des Universal Tamper 4.0 der System7 Railtechnology GmbH [1] erfolgt vorwiegend über Touchscreens, die sowohl in den Führerständen als auch in der Arbeitskabine angeordnet sind (Abb. 1). Nur für häufig benötigte Maschinenfunktionen oder aufgrund von normativen Vorgaben werden Hardwarebedienelemente verwendet. Durch den Einsatz

graphischer Bedienoberflächen (GUI Graphical User Interface) können folgende Vorteile generiert werden:

- Platzeinsparung durch Reduktion von hardwaremäßig ausgeführten Bedien- und Anzeigeelementen
- bessere Übersichtlichkeit durch Selektion der dargestellten Informationen
- Rechte- und Benutzerverwaltung
- Ereignis- und Alarmverwaltung
- Sprachverwaltung
- hohe Flexibilität, dadurch schnelle Anpassungen bei neuen Anforderungen
- erhöhter Informationslevel bei Fernwartungstätigkeiten
- gleichzeitige Verwendung auf mehreren Bedienterminals.

Um eine Baumaschine auf die anstehende Aufgabe vorzubereiten, wird mithilfe von Checklis-

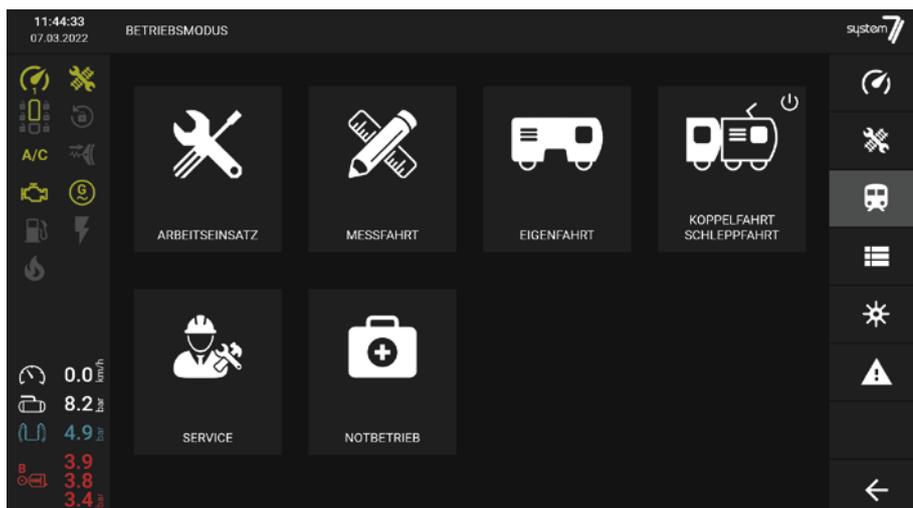


Abb. 2: Bedienoberfläche zum Wechsel des Betriebsmodus

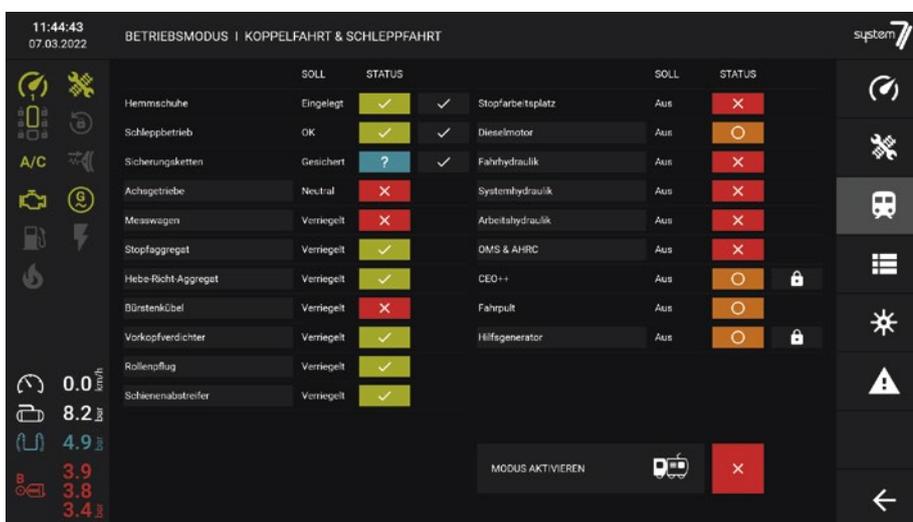


Abb. 3: Checkliste beim Abstellen der Maschine (Koppelfahrt oder Schleppfahrt)

ten der gewünschte Betriebsmodus eingestellt. Dabei wird der Sollzustand aller Aggregate und Baugruppen weitestgehend automatisiert eingerichtet. Dadurch wird gewährleistet, dass keine notwendigen Schritte und Bedingungen übersehen werden. Einige sicherheitsrelevante Punkte, etwa das Aus- oder Einhängen von Sicherungsketten, werden vom Bediener manuell durchgeführt und anschließend in der Checkliste quittiert.

Abb. 2 zeigt den Hauptbildschirm, mit dem der Maschinenführer den Betriebsmodus der Maschine ändern kann. Im gezeigten Fall soll die Maschine abgestellt und für eine Schleppfahrt vorbereitet werden. In Abb. 3 wird die entsprechende Checkliste gezeigt.

Bei Oberbaumaschinen unterscheiden sich die für den jeweilig relevanten Betriebsmodus notwendigen Informationen erheblich. So benötigt der Triebfahrzeugführer, der die Arbeitsmaschine im Regelverkehrsbetrieb überstellt, andere Informationen als der Bediener, der die Maschine im Arbeitsmodus betreibt. Daher werden, um den Arbeitskomfort zu maximieren, in der GUI

jeweils speziell angepasste Anzeigen zur Verfügung gestellt. Dem Bediener ist es aber zu jeder Zeit möglich, bei Bedarf beliebige andere Informationen abzurufen.

Wird die Baumaschine in Eigenfahrt überstellt, so zeigt die GUI den Informationsstand, der für das betriebliche Führen der Maschine benötigt wird [2], u.a. Tachometer inkl. Tempomat, Traktions- und Bremskräfte, Bremsdrücke und Informationen zum Hauptmotor und zur Beleuchtung (Abb. 4). Für eine kompakte und sprachunabhängige Darstellung von Zuständen werden sowohl in der GUI als auch für Hardwarebedienelemente weitestgehend Piktogramme verwendet. Sind diese nicht zweckmäßig, etwa bei der Anzeige von sehr spezifischen Informationen, werden Klartextmeldungen eingesetzt. Um dennoch der häufig multinationalen Zusammensetzung einer Maschinenbesatzung Rechnung zu tragen, ist es möglich, jederzeit die angezeigte Sprache für jeden Arbeitsplatz unabhängig einzustellen. Ebenso kann das Land, in welchem die Maschine betrieben wird, über die GUI ausgewählt werden. Dadurch werden länderspezifische Be-

leuchtungsvorschriften und die vorgegebenen Zugsicherungssysteme automatisch zur Aktivierung vorgeschlagen, und der Benutzer wird angewiesen, bestimmte Handlungen im Zuge des Länderübertritts durchzuführen.

Durch die nahtlose Einbindung hochauflösender digitaler Kameras in die GUI können diese situationsabhängig eingeblendet werden, wodurch der Maschinenbediener immer optimale Sicht auf die aktuell relevanten Bereiche der Maschine und der Umgebung erhält. Beispielsweise werden im Führerstand automatisch die entsprechenden Seiten- und Rückfahrkameras eingeblendet. Bei Bedarf können alle auf der Maschine verfügbaren Videokameras aktiviert werden. Durch den Einsatz von robusten Kameras mit integriertem Hochleistungs-Imager ist gewährleistet, dass auch bei schnell wechselnden Lichtverhältnissen oder dunklen Umgebungen eine gute Sicht gewährleistet ist.

Die Bedienung des Universal Tamper 4.0 im Arbeitsmodus erfolgt ergänzend zur GUI über zwei Multifunktions-Joysticks auf den Armlehnen und – abhängig vom gewählten Bedienmodus – mit ein bis drei Fußpedalen. Zusätzlich sind auf den Armlehnen mehrere Schaltelemente für häufig genutzte Funktionen angebracht. Der Hauptarbeitsschirm erlaubt dem Stopfer die Einstellung der Stopfparameter und die Vorwahl des Bedienmodus (automatisch, semi-automatisch oder manuell). Über dieses Display sind detaillierte Informationen zu allen Maschinenhauptkomponenten wie Dieselmotor, Getriebe, Hydraulik, Spannungsversorgung, Stopfaggregate, Hebe-Richt-Aggregat, optisches Messsystem und Leitcomputer CEO++ jederzeit zugänglich. Außerdem steht dem Maschinenbediener ein zusätzlicher Touchscreen zur Verfügung, auf dem bis zu sechs Kameras und weitere Hilfestellungen dargestellt werden können (Abb. 6).

Die für den Stopfvorgang notwendigen Informationen werden auf dem Fußraumdisplay gezeigt (Abb. 5). So nimmt der Bediener eine ergonomische Arbeitsposition ein und hat zu jeder Zeit alle relevanten Daten im Blick. Neben den aktuell eingestellten Stopfparametern wie Eintauchtiefe, Öffnungsweite, Beistellkraft und Beistellzeit wird auch die Abweichung der Gleislage an der aktuellen Stopfposition zur Sollgleislage graphisch angezeigt. Die Darstellung der Instrumente erfolgt in einer Art und Weise, die intuitiv den tatsächlichen Aggregatbewegungen zugeordnet werden kann. Durch die Einblendung von Zusatzinformationen wie der angespressten Seite, der Referenzschiene und etwaigen vorgegebenen Korrekturwerten sind alle relevanten Werte direkt ersichtlich. Trenddarstellungen geben dem Stopfer unmittelbar nach der Stopfung einen Überblick über die Qualität des hinterlassenen Gleises, noch bevor die Kontrolle mit dem Abnahmemesssystem erfolgt.

Im Arbeitsmodus werden die eingeblendeten Kamerabilder situationsabhängig ausgewählt. Beispielsweise wird im Fußraumdisplay automatisch jenes Aggregat angezeigt, welches auf dem Multifunktions-Joystick der entsprechen-



Abb. 4: Bedienoberfläche am Fahrpult

den Maschinenseite angewählt wurde, etwa die Haupthebung oder die Zusatzhebung. Auf Knopfdruck kann der Bediener die Synchronpunkt-Kameras einblenden, um die Maschine millimetergenau zu positionieren, ohne den Vorwagenbediener abzulenken.

Nach der System7-Bedienphilosophie übernimmt der Maschinenführer vorwiegend eine überwachende Funktion und greift nur im Ausnahmefall in die Steuerung der Maschine ein. Dazu dienen Wizards (Automatikfunktionen). Über Symbole erhält der Bediener einen Überblick über den aktuellen Status der Wizards und der Arbeitsaggregate. Ist ein Eingreifen erforderlich, wird dies über eine Symboländerung angezeigt und im Bedarfsfall eine Meldung mit Detailinformationen ausgegeben.

Automatisierung

Ein wesentlicher Anteil zur Erhöhung der optimalen Betriebsfähigkeit von Maschinen wird durch effiziente Regelungskonzepte sichergestellt. So kann eine Maschine nur dann nachhaltig mit hoher Leistungsfähigkeit ein qualitativ exzellentes Ergebnis liefern, wenn einzelne Sensoren und Aktuatoren permanent abgestimmt werden. Die Robustheit einer Maschinenkonfiguration zeichnet sich dadurch aus, dass trotz markanter störender Einflüsse beste Ergebnisse erzielt werden. Die fortschreitende Entwicklung der Sensortechnologien in Verbindung mit der Verfügbarkeit von hohen Rechenleistungen erweitert das Gestaltungspotenzial bei der Einführung von autonomen Abläufen erheblich. So kann der Universal Tamper 4.0 mit minimalen Benutzereingriffen vollständig auf- oder abgerüstet oder können gesamte Arbeitszyklen automatisch oder mit wenigen Bedienhandlungen ausgeführt werden. Durch intelligente Anordnung der Sensoren werden vorausseilende Informationen aggregiert und durch prädiktive Regelungsmethoden [3] zur Verbesserung der Maschinenperformance genutzt. Beispielsweise wirkt die Querhöhenautomatik des Universal Tamper 4.0 durch den vorausseilenden Informationsgehalt aktiv durch

Korrektur der Hebewerte gegen einen Querhöhenfehler ein, noch bevor dieser tatsächlich an der Abnahmemessstelle auftritt.

Abb. 7 zeigt die Darstellung der Gleisparameter-trends in der GUI (links: Querhöhe, Mitte: Pfeilhöhe, rechts: Längshöhe). Jeder Balken entspricht einer Schwellenposition, wobei mit MW1, MW2 und MW3 die Positionen der Messwagen und mit SA die Arbeitsstelle markiert ist. Die blauen Balken stehen für die Fehler vor der Durcharbeit, die orangenen Balken entsprechen den Messwerten nach der Arbeit, die durch den Abnahmeschreiber aufgezeichnet werden. Punkte stellen automatisch errechnete oder manuell vorgegebene Korrekturwerte dar.

Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Oberbaumaschinen sind das oberste Gut, welches in Zusammenhang mit der Höchstleistung der

Maschinen zu großen Herausforderungen führt. Aus diesem Grund werden die permanent durch die Sensorik gelieferten Informationen zur Überwachung des Basis-Setups der Maschinen genutzt. Die Informationen der Sensoren werden nicht nur in der klassischen Steuerungsebene verwendet, sondern gleichzeitig auch in übergeordneten Maschinenführungsebenen. Dadurch werden überwiegend „dumme“ Sensoren der Feldebene „smart“ eingesetzt, um die dahinterliegenden Prozesse zu optimieren. Gleichzeitig wird auf die Diagnosedaten von Sensoren und Aktuatoren zugegriffen, um ungeplante Stillstände beispielsweise durch vorausschauende Wartung zu verhindern. Dazu ist die Web-Plattform RaVeM (Railway Vehicle Monitoring) vorgesehen, welche die Zustandsdaten der Maschine speichert, trendbasiert und prädiktiv analysiert und automatisch den Instandhalter informiert [4].

Sollte sich der Informationsgrad des Automatisierungssystems z.B. durch mechanische Beschädigung eines Sensors verringern, steht die Aufrechterhaltung des Maschinenbetriebs im Vordergrund. Ziel ist es, die Maschine trotzdem, wenn auch mit verringertem Automatisierungsgrad, weiterzubetreiben. Hierzu werden die Sensoren kontinuierlich auf Funktion und Plausibilität geprüft. Ein Problem wird durch eine detaillierte Meldung mit Statusinformation und Betriebsmittelkennung des entsprechenden Sensors an den Bediener gemeldet. Im Fall eines Defekts kann der Sensorwert per Software überschrieben oder ignoriert werden, um die Weiterarbeit zu ermöglichen. Kupferbügel oder ähnliches zur Überbrückung defekter Sensoren gehören damit der Vergangenheit an. Diese Benutzer-

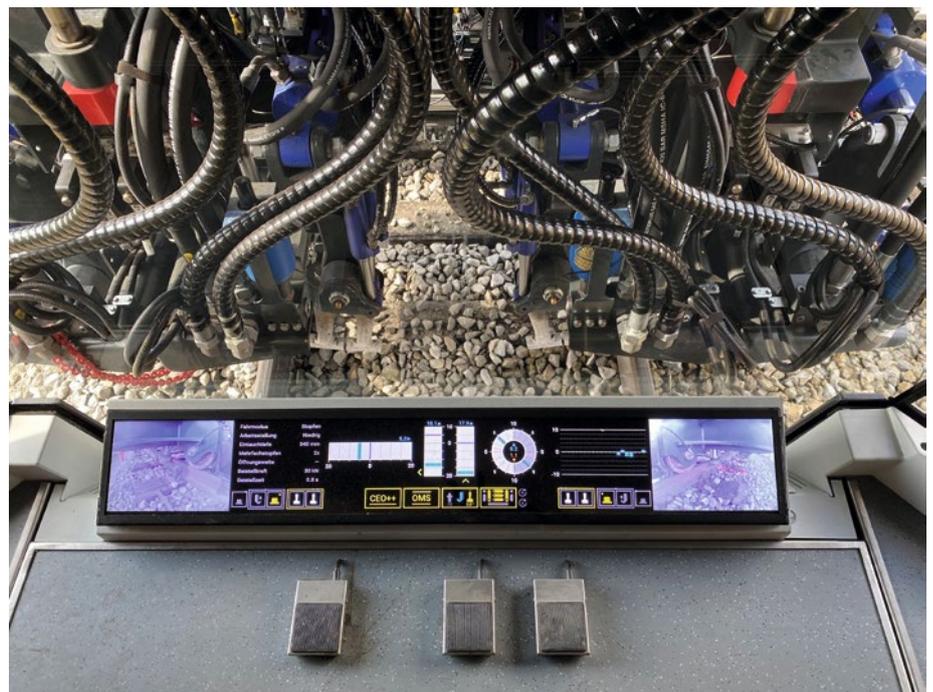


Abb. 5: Sicht auf die Stopfaggregate und das Fußraumdisplay



Abb. 6: Zusatzdisplay mit Videobildern und Statusanzeigen

aktionen werden protokolliert, um zum einen die Nachverfolgbarkeit und zum anderen eine zeitnahe Reparatur zu gewährleisten. Die Protokollierung aller aufgetretenen Meldungen erfolgt chronologisch im zentralen Ereignis- und Alarmverwaltungssystem. Dieses System unterstützt das Bedienpersonal mit aussagekräftigen Informationen bei der Fehlersuche und der Diagnose von Funktionseinschränkungen. Die Daten des Systems werden automatisch in die Cloud synchronisiert und stehen damit auch dem Maschinenbetreiber

und den Servicetechnikern für eine tiefgehende Analyse zur Verfügung.

Das Steuerungssystem ist so ausgelegt, dass durch robuste, verteilte Architektur die Datensicherheit mit sehr hoher Verfügbarkeit gewährleistet werden kann. Des Weiteren können Eingaben von Hardwarebedienelementen, wie Joysticks, bei Bedarf auch über die GUI erfolgen. Dadurch können Aggregate wie die Kehranlage, welche üblicherweise von einer Außenbedieneinheit gesteuert wird, über die GUI im Fahrstand oder am Stopfarbeitsplatz bedient werden. Außerdem kann im unwahrscheinlichen Fall eines Hardwaredefekts mithilfe der Softwarebedienung weitergearbeitet werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, dass zur Unterstützung oder Inbetriebnahme die Maschine per Fernwartung bedient wird.

Die Fernwartung – also der Zugriff eines externen Servicetechnikern auf die Maschine – wird über das serienmäßig verbaute Gateway über Mobilfunk (GSM) realisiert. Mit einem Schlüssel-Schalter kann die Fernwartung durch das Maschinenpersonal aktiviert werden, wodurch der Techniker Zugriff auf die GUI und alle weiteren auf der Maschine verbauten Netzwerkteilnehmer erhält. Weitere im Gateway integrierte Funktionen ermöglichen der Maschine, ihre Position per GPS festzustellen und ein maschineninternes WLAN, insbesondere für Inbetriebnahmezwecke, zur Verfügung zu stellen.

QUELLEN

- [1] Lichtberger, B.: Der neu entwickelte Universal Tamper 4.0; EI-DER EISENBAHNINGENIEUR, 8/2018
- [2] EN 16186-3: Bahnanwendungen - Führerraum - Teil 3: Gestaltung von Führerraumanzeigen, 2016
- [3] Hangos, K. M.; Bokor, J.; Szederkényi, G.: Analysis and Control of Nonlinear Process Systems, Springer, 2004
- [4] Lichtberger, B.: Bahnindustrie 4.0: Innovative Railway Vehicle Monitoring RaVeM in der Anwendung, ZEVrail 140, Mai 2016

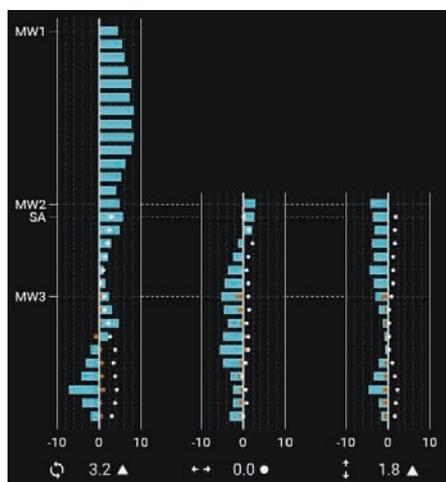


Abb. 7: Verlauf der Gleislage vor (blaue Balken) und an der Abnahmestelle (orange Balken) sowie automatisch von der Maschine errechnete Korrekturwerte an der Arbeitsstelle (weiße Punkte)



Dipl.-Ing. Harald Hüttmayr

Head of Automation Engineering
System7 Railtechnology GmbH,
AT-Laakirchen
harald.huettmayr@s7-rail.com



Dipl.-Ing. Thomas Stadler

Automation Engineer
System7 Railsupport GmbH,
AT-Laakirchen
thomas.stadler@s7-rail.com