

SmartALC – eine neue Generation von Gleisgeometrie-Leitcomputern

Der neue Leitcomputer für Stopfmaschinen von Plasser & Theurer setzt neue Maßstäbe hinsichtlich Benutzerfreundlichkeit und Prozesssicherheit.



Abb. 1: Noch bessere Erreichbarkeit der Bedienelemente während der Stopfarbeiten

FLORIAN AUER | GEORG JODLBAUER

Steuerungssysteme sind für einen reibungslosen Arbeitsablauf von Bahnbaumaschinen unabdingbar. Durch den Einsatz modernster Computersysteme ist es möglich, die Gleisbaumaschineneinsätze zunehmend zu automatisieren und gleichzeitig die Maschinenführer in ihrer Aufgabe optimal zu unterstützen. Hierdurch wird nicht nur die Arbeit erleichtert, sondern auch eine durchgängige und höchstmögliche Prozesssicherheit gewährleistet. Die Bedeutung von Steuerungssystemen auf Stopfmaschinen erhöht sich.

Verbesserung der Prozesssicherheit

Eine zentrale Aufgabe beim Design von Bahnbaumaschinen ist die ständige Verbesserung der Prozesssicherheit. Durch die Automatisierung und Standardisierung von Arbeitsabläu-

fen können Fehlfunktionen unterbunden bzw. rasch erkannt und gezielt behoben werden. Durch den Einsatz moderner Steuerungssysteme lässt sich die Instandhaltung der Maschinen möglichst effizient gestalten.

Ein weiteres Element zur Steigerung der Prozesssicherheit ist die Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit (Abb. 1). Bereits beim Design der Kabinen wird daher auf eine verbesserte Ergonomie und Optimierung des Sichtfelds geachtet. Aufgrund des Steuerungssystems PIC (Plasser Intelligent Control) lassen sich in den Stopfmaschinen der neuen Generation alle Funktionen über Touchscreens mit übersichtlicher Menüführung bedienen. Häufig benötigte Funktionen sind weiterhin als eigene Bedienelemente in den Armlehnen angebracht.

Für die Erfassung der Gleislagequalität nach der Stopfung wurde das digitale Aufzeichnungssystem DRP („Data Recording Processor“) entwickelt. Die Genauigkeit der aufgezeichneten Messsignale entspricht den Anforderungen

der Normenreihe EN 13848. Sie ermöglicht es, die Einhaltung der Qualitätsanforderungen an die Gleislage entsprechend der Euronorm EN 13231-1 „Bahnanwendungen – Oberbau – Abnahme von Arbeiten“ für alle Prozessbeteiligten nachweisbar zu protokollieren.

Das Herz der Gleismesstechnik und Gleisgeometriesteuerung bildet weiterhin der Automatische Leitcomputer (ALC). Bei der Benutzerinteraktion wird der Komfort moderner Tablet-Computer erwartet. Damit ist es zweckmäßig, hochauflösende Displays mit Touch-Bedienung und Gestenerkennung in die Maschinen zu implementieren. Mit dem SmartALC wurde der ALC auf den neuesten, zukunftsweisenden Stand der Technik gebracht.

Funktionsweise eines Leitcomputers Führung der Stopfmaschine nach bekannter Gleisgeometrie

Die Linienführung des Gleises (die Gleisgeometrie) ist auf Eisenbahn-Hauptstrecken zu-

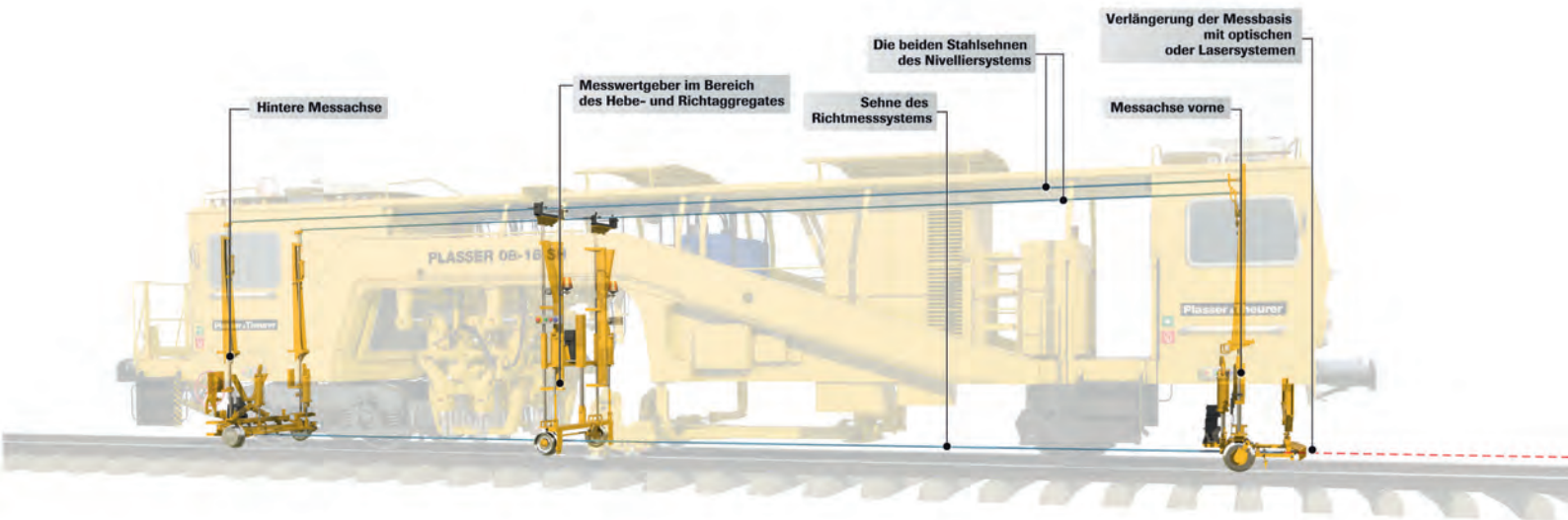


Abb. 2: Präzision und Robustheit sind die bestimmenden Merkmale von Messsystemen auf Bahnbaumaschinen.

meist exakt definiert. Die horizontale Lage (Richtung) setzt sich aus der Gleiskrümmung als Folge von geraden Abschnitten, Übergangsbögen und Kreisbögen zusammen. Die vertikale Lage des Gleises (Längsneigung) wird durch die Angabe der Neigungen sowie Neigungswechsel samt deren Ausrundungsradien bestimmt, der Überhöhungsverlauf des Gleises definiert sich durch deren Überhöhungsfolge inklusive Überhöhungsrampen. Überhöhung und Richtung des Gleises werden entsprechend den Trassierungsrichtlinien (z. B. EN 13803) aufeinander abgestimmt.

Sind die Daten der Gleisgeometrie bekannt, berechnet der Leitcomputer die Arbeits- und Verstellparameter, die zur Führung der Stopfmaschine benötigt werden. Die Basis für die Messung bildet dabei das Sehnen-Messsystem der Maschine. Innerhalb der Maschine wird eine Stahlsehne in Gleismitte (Richtsehne) und je eine Stahlsehne (Nivelliersehne) über den beiden Schienensträngen geführt (Abb. 2). Die Sehnen werden durch eine Messachse vorne und hinten gespannt, während in unmittelbarer Nähe des Hebe- und Richtaggregates eine weitere Messachse eingebaut ist. An dieser Achse werden mittels entsprechender Messgeber die aktuellen Pfeilhöhen der Richtsehne und der beiden Nivelliersehnen gemessen.

Beim Stopfvorgang wird der Gleisrost in die korrekte Position gehoben und die Schwellen danach zur Fixierung der Lage unterstopft. Die Positionierung des Gleisrosts (Richtung und Längshöhe) in die Soll-Lage erfolgt über die Pfeilhöhen der Sehnen. Der Leitcomputer berechnet hierfür im Vorfeld für jede Stelle des Gleises die erforderlichen Pfeilhöhen aufgrund der Gleisgeometrie.

Da nur ein Sehnenende auf der korrekten Lage des Gleises geführt wird, muss die Fehllage des Gleises (Verschiebung bzw. Hebung) durch eine Messung vor oder während der Stopfung

ermittelt werden. Während das hintere Sehnenende bereits auf dem berichtigten Gleis und damit auf der Soll-Lage geführt wird, läuft die vordere Messachse noch entlang der ursprünglichen, fehlerbehafteten Gleislage. Dieser Umstand muss entsprechend kompensiert werden. Aufgrund der Kenntnis der Gleisgeometrie ist es möglich, das vordere Sehnenende rechnerisch auf der korrekten Soll-Lage zu führen und die Korrekturwerte für das Gleis (Verschiebung bzw. Hebung) exakt zu bestimmen. Dies ist das sogenannte Präzisionsverfahren.

Führung der Stopfmaschine bei unbekannter Gleisgeometrie

In vielen Fällen (z. B. auf Nebenstrecken oder in Bahnhofsgleisen) ist die exakte, absolute Gleisgeometrie nicht bekannt. Das oben beschriebene Verfahren kann nicht angewendet werden. Um dennoch bei den Stopfarbeiten eine Gleislageverbesserung zu erreichen, muss die Stopfmaschine bzw. der Leitcomputer

ter selbstständig die Gleislage erfassen und diese bestmöglich korrigieren bzw. ausgleichen („elektronischer Pfeilhöhenausgleich“). Zu diesem Zweck bietet der SmartALC die Möglichkeit, vorab eine Messfahrt mit der Stopfmaschine durchzuführen, um die relative Gleislage in Form eines Pfeilhöhen- und Längshöhenverlaufs sowie die Überhöhungswerte des Pendels aufzuzeichnen. Anhand dieser Aufzeichnung berechnet der Leitcomputer unter Berücksichtigung der zuvor durch den Benutzer angegebenen Geschwindigkeitsklasse des Gleises und den maximal erlaubten Verschiebe- und Hebewerten einen elektronischen Pfeilhöhenausgleich. In diesem werden die gemessenen Pfeilhöhen geglättet, um einen für die gegebenen Bedingungen möglichst idealen Verlauf zu erhalten.

Im nächsten Schritt werden aus den Pfeilhöhen – durch Anwendung eines digitalen Filters – die resultierenden Verschiebungen und Hebungen berechnet, um die das Gleis be-

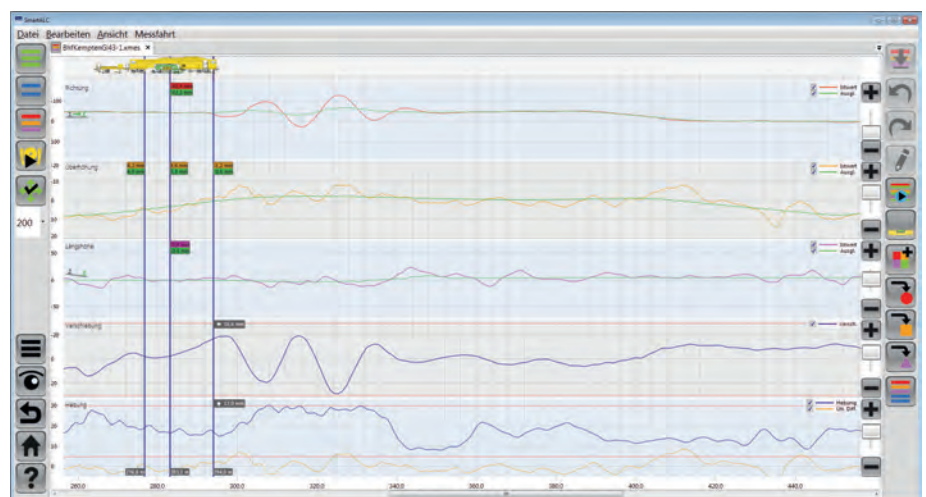


Abb. 3: Ergebnis eines elektronischen Pfeilhöhenausgleichs (Tag-Design)

richtigt werden muss, damit sich der berechnete Pfeilhöhenverlauf einstellen kann. Das Verfahren kann aus den gemessenen Pfeilhöhen vorhandene Gleisfehler mit Wellenlängen bis 70 m erkennen und somit wesentlich längere Fehler korrigieren als die Sehnen lang sind. Für den nachfolgenden Stopfgang sind somit alle Parameter bekannt, um die Stopfmaschine derart zu führen. Unter den gegebenen Bedingungen werden die Gleislagefehler bestmöglich berichtigt (Abb. 3). Dieses Verfahren wird speziell bei Nebenstrecken, bei Bahnhofsgleisen oder in Weichenverbindungen eingesetzt und hat sich durch seine einfache Anwendung und seine guten Ergebnisse in Bezug auf die Gleislage bestens bewährt.

Lasermesssystem für Langsehenmessung

Für das Präzisionsverfahren ist es, wie bereits erwähnt, notwendig, die Gleislagefehler in Richtung und Höhe zu kennen, um die Sehne entlang der Gleis-Soll-Lage führen zu können. Wenn die Gleis-Fehllage nicht durch eine Vormessung mit dem EM-SAT (Gleisvormesswagen von Plasser & Theurer) oder anderen Messsystemen ermittelt wurde, muss sie während des Stopfganges gemessen werden. Dazu wird ein Lasermesssystem zur Langsehenmessung verwendet. Das Verfahren ist sowohl für Gerade (kombinierter Höhen-/Richtlaser) als auch für Bögen und Übergangbögen (Bogenlaser CAL: Curve Assisted Laser) anwendbar. Die Steuerung des Messsystems sowie die Visualisierung und Verarbeitung der Messdaten wird vom ALC durchgeführt.

SmartALC – die dritte ALC-Generation

Anfang der 1990er Jahre wurde die erste ALC-Generation entwickelt. Die Software lief damals unter dem Betriebssystem MS-DOS und musste mit Herausforderungen des Betriebssystems zurecht kommen (limitierter Speicherplatz mit 64 kB, keine grafische Benut-

zeroberfläche, keine Druckertreiber usw.). Als sich im Laufe der 1990er Jahre das Betriebssystem Windows etablierte und die Schwächen von MS-DOS damit überwunden werden konnten, wurde eine Neuentwicklung des ALC als Windows-Anwendung gestartet. Im Jahr 1998 wurde die erste Stopfmaschine mit der zweiten ALC-Generation, dem WinALC, ausgestattet. In den Folgejahren wurde der WinALC konsequent weiterentwickelt, um neue Funktionen erweitert und den sich ändernden Bedingungen der neuen Windows-Versionen angepasst. Es wurden weltweit bisher mehr als 1500 WinALC-Systeme auf Stopfmaschinen installiert und das Programm konnte sich damit als Standard für Leitcomputer auf Stopfmaschinen durchsetzen.

Um einen weiteren Innovationsschritt zu setzen, wurde im Jahr 2014 die Entwicklung der dritten ALC-Generation in Angriff genommen. Bei der Neuentwicklung wurden folgende Ziele verfolgt:

- Produktübergreifende Vereinheitlichung der Benutzeroberfläche und weitere Verbesserung der Benutzerschnittstelle,
- Ausnutzung der neuen Hardware-Features für eine effiziente und intuitive Bedienung der Anwendung, wie sie von Smartphones oder Tablet-Computern bekannt ist,
- Umsetzung der neuesten Standards der Softwareentwicklung, um eine gute Wartbarkeit und Erweiterungsfähigkeit für zukünftige Anforderungen sicher zu stellen sowie
- Schnittstellen zu anderen Systemen entsprechend den aktuellen Standards zur Verfügung stellen.

Moderne Benutzeroberfläche

Zur Realisierung einer produktübergreifenden einheitlichen Benutzeroberfläche wurde der SmartALC weitgehend nach dem gleichen Schema wie die Maschinensteuerung PIC designt. Analog zur Steuerung der Stopfmaschine ist auch beim SmartALC ein Touchscreen das zentrale Bedienelement des Maschinenführers. Die Steuerung des

Systems erfolgt sowohl mittels Touchscreen als auch mit Gestenerkennung auf einem hochauflösenden Display. Das Display mit einer Bildschirmdiagonale von 55 cm in HD-Auflösung bietet für die Darstellung entsprechend großer und detailreicher Symbole sowie Schaltflächen die idealen Voraussetzungen. Für die Bedienung ist es von großer Bedeutung, dass einerseits die Piktogramme gut erkannt werden und andererseits die Buttons (Schaltflächen) groß genug sind, um sie mit dem Finger sicher bedienen zu können. In Abb. 4 ist ein Screenshot mit einem Eingabedialog zu sehen, der für die Touch-Bedienung optimiert ist. Zusätzlich besteht weiterhin auch die Möglichkeit, die Anwendung mit der Tastatur und dem integrierten Touchpad zu bedienen. Die Verwendung der Tastatur ist vorrangig für Situationen vorgesehen, bei denen viele Daten einzugeben sind.

Durch die Gestensteuerung des neuen Displays, wie sie von Smartphones und Tablet-Computern bekannt ist, kann beim SmartALC beispielsweise anhand von Wischbewegungen umgeblättert bzw. durch eine Messung oder Geometriedarstellung gescrollt werden. Das System verwendet aber auch bereits bekannte Gesten zum Vergrößern und Verkleinern des Maßstabes für jeden einzelnen Graphen.

Höchster Bedienkomfort

Die Erfahrung in der Vergangenheit hat gezeigt, dass die Anwender zum Teil sehr unterschiedliche Qualifikationen haben. Diese reichen vom einfachen Benutzer bis zum Experten. Jede dieser Gruppen hat jeweils andere Erwartungen und Anforderungen an die Gestaltung der Bedienung. Der SmartALC bietet daher die Möglichkeit für die Benutzer, eines von vier vordefinierten Profilen auszuwählen. Jedem Benutzerprofil stehen mehr oder weniger Möglichkeiten für bestimmte Aktionen zur Auswahl. Ziel der Profilwahl ist es, jedem Benutzer sein optimales Umfeld zu bieten.

Damit der Benutzer jederzeit erkennen kann, wo sich die Maschine bzw. das Sehnensystem gerade in der Gleisgeometrie befindet, ist die Stopfmaschine maßstäblich in der Visualisierung für den Arbeitsbetrieb dargestellt (Abb. 5). In dieser Darstellung können auch die Werte für die Maschinensteuerung und die berechneten Werte transparent sowie leicht verständlich für den Bediener dargestellt werden. Die Visualisierung der Fortbewegungsrichtung erfolgt beim SmartALC in der Horizontalen und damit einheitlich zur Darstellung im DRP-Schreiber. Zur weiteren Erhöhung der Bedienerfreundlichkeit kann man beim SmartALC zwischen einem Tag- und Nacht-Design wählen (Abb. 3 bzw. Abb. 5). Dadurch kann für den Tagesbetrieb ein guter Kontrast gewährleistet werden, während im Nacht-Design gedämpfte Farben und eine geringere Helligkeit verwendet werden.

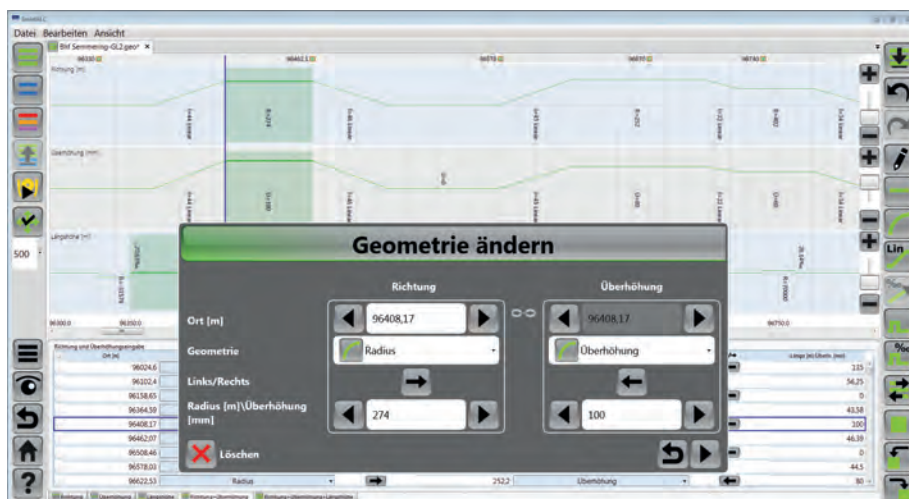


Abb. 4: Optimierter Geometrie-Eingabedialog für Touch-Bedienung

Abb. 5: Monitorbild für den Arbeitsbetrieb im Präzisionsverfahren (Nacht-Design)



Neue Merkmale

Der SmartALC bietet zusätzlich zu den Standardfunktionen auch weitere innovative Features. Als Beispiel ist hier die Möglichkeit des „Design-Overlifts“ zu nennen. Bei diesem Verfahren werden kurzweilige Gleissenken vom System automatisch erkannt und das Gleis an diesen Stellen gezielt überhoben. Beim Stopfen kann eine Reserve für die – an diesen Stellen zu erwartenden – größeren Setzungen installiert

werden. Damit kann in Gleisen mit fortgeschrittenem Schotterverschleiß eine höhere Nachhaltigkeit erzielt werden. Erste Versuche bei den ÖBB haben diesbezüglich vielversprechende Ergebnisse gezeigt.

Künftig besteht auch die Möglichkeit, einen Hinderniscontroller in das Maschinensystem zu integrieren. In Japan sind diverse Hindernisse im Gleis wie z.B. Gleiszähler, Indusi, Balisen usw. in einer Datenbank erfasst, die der Stopfma-

schine zur Verfügung gestellt wird. Aufgabe des Hinderniscontrollers ist es, die zur Verfügung gestellten Daten im SmartALC zu visualisieren und entsprechende Aktionen für die Maschinensteuerung auszulösen. So können Beschädigungen der Hindernisse durch die Arbeitsaggregate vermieden werden. Damit geht eine Entlastung des Stopfbedieners einher, gleichzeitig besteht größtmögliche Sicherheit gegen Beschädigungen bei erhöhter Stopfleistung. ■



Dipl.-Ing. Dr. techn. Florian Auer
Senior Expert Track Technology



Dipl.-Ing. Georg Jodlbauer
Leiter Forschung & Versuch

beide Autoren
Plasser & Theurer,
Export von Bahnbaumaschinen,
Gesellschaft m.b.H., Wien
export@plassertheurer.com

PROGRAMMSYSTEM FÜR VERKEHRS- UND INFRASTRUKTURPLANUNG

ProVI

BAHNPLANUNG

ProVI gehört zu den führenden Systemen im Bereich der Bahnplanung, weil es intuitive Bedienung und leichte Erlernbarkeit mit seinem Funktionsreichtum verbindet und zudem leicht an verschiedenste Projektvorgaben anpassbar ist. Die zentrale Datenbank ermöglicht Ihnen dabei auch ein effizientes Arbeiten in Projektteams.



OBERMEYER Planen + Beraten GmbH - ProVI - Postfach 201542 - 80015 München - provi@opb.de - www.provi-cad.de