



BILD: PLASSER & THEURER

**SCHWERPUNKT BAHNBAUMASCHINEN**

# Total Cost of Ownership rechnet nach Einsatzfall, nicht nach Bauchgefühl

*Gastbeitrag von Markus Buchner*

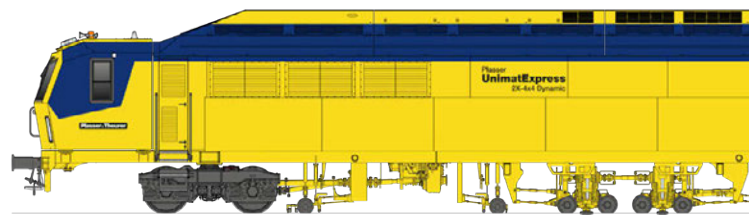
Stopfmaschinen haben in den vergangenen Jahren deutlich an Funktionalität gewonnen. Automatisierte Arbeitsabläufe, digitale Assistenzsysteme und integrierte Messtechnik erhöhen zwar die Anschaffungskosten, verlängern aber die Lebensdauer, steigern die Verfügbarkeit sowie die Einsatzmöglichkeiten und reduzieren den Personalbedarf. Vor dem Hintergrund des zunehmenden Fachkräftemangels rückt auch eine ganzheitliche Betrachtung der Lebenszykluskosten – Total Cost of Ownership – zunehmend in den Fokus von Investitionsentscheidungen im Gleisbau.

Klassische Stopfmaschinen sind längst hochintegrierte technische Systeme, in denen Sensorik, Automatisierung und digitale Prozessführung eine zentrale Rolle spielen. Fachpublikationen zur Gleisstandhaltung beschreiben diese Bestandteile als wesentlichen Schritt zur Steigerung von Produktivität, Prozessstabilität und Arbeitsqualität.<sup>1</sup> Mit zunehmender Automatisierung verlagert sich der

Schwerpunkt von manueller Maschinenbedienung hin zur überwachenden und steuernden Rolle des Personals. Diese Entwicklung erhöht die technische Komplexität der Maschinen, eröffnet jedoch gleichzeitig neue wirtschaftliche Potenziale. Für eine Investitionsentscheidung sind jedoch nicht die Anschaffungskosten allein ausschlaggebend, sondern die Einsparungen durch den Mehrwert über die Nutzungsdauer der Maschine.

### Wirtschaftlichkeit ist kein Maschinenwert

Total Cost of Ownership (TCO) betrachtet sämtliche Kosten, die während der Nutzungsdauer einer Maschine entstehen: Anschaffung, Betrieb, Wartung, Energieverbrauch,



Stillstandszeiten und Personal. Gerade bei langlebigen Investitionsgütern wie Stopfmaschinen, die über 25 Jahre hinaus betrieben werden, ist diese Sichtweise entscheidend, da kurzfristige Investitionskosten langfristige Effekte überlagern können. Wissenschaftliche Arbeiten zur Gleisinstandhaltung zeigen, dass datenbasierte Prozesse und automatisierte Systeme direkten Einfluss auf Wartungsintervalle, Maschinenverfügbarkeit und Lebensdauer haben.<sup>2</sup> Diese Effekte schlagen sich unmittelbar in der TCO-Analyse nieder und erfordern vergleichende Betrachtung unterschiedlicher Maschinenkonfigurationen.

Ein zentraler Vorteil der TCO-Analyse ist die Berücksichtigung des konkreten Einsatzfalls. Stopfmaschinen werden in sehr unterschiedlichen Szenarien benötigt, von hochkomplexen Weichenbereichen bis hin zu langen, zusammenhängenden Streckenabschnitten. Fachanalysen zur Automatisierung von Stopfmaschinen zeigen, dass sich die Wirtschaftlichkeit stark am Einsatzprofil orientiert.<sup>3</sup> Maschinen mit hoher Flexibilität bezüglich der Einsatzgebiete, wie der Plasser Unimat 4x4 (obere Abbildung), können bei weichenlastigen Einsätzen Vorteile bieten.

Die kapitalwertbasierte TCO-Analyse zeigt, dass der Unimat 4x4 im betrachteten Einsatzprofil bis 20 Jahre wirtschaftlich vorne liegt. Sein Vorteil durch die geringeren Anschaffungskosten übertrifft in diesem Szenario die zusätzlichen Produktivitätsgewinne des leistungsstärkeren Plasser UnimatExpress 2X 4x4 Dynamic (untere Abbildung). Wird das Einsatzprofil auf höhere Tagesleistungen und längere Streckenanteile angepasst (im Beispiel 35 Pro-

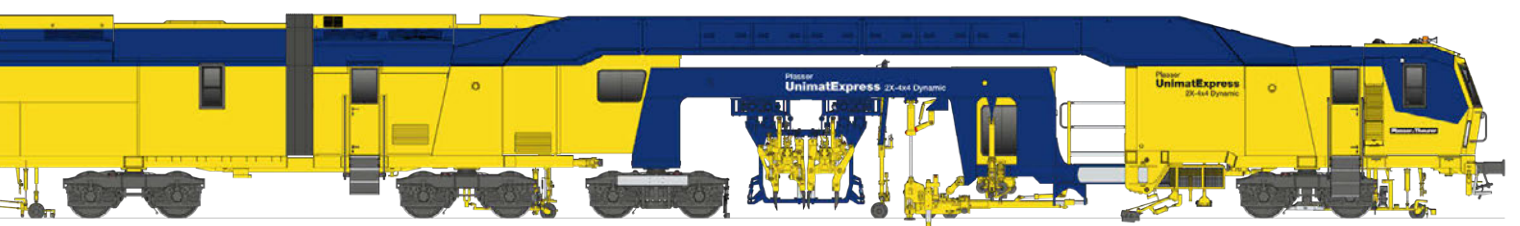
zent Weiche zu 65 Prozent Strecke), kann der Plasser UnimatExpress 2X 4x4 Dynamic seine Stärken wirtschaftlich ausspielen. Die TCO-Analyse macht dies transparent, indem sie Produktivität, Auslastung und Kosten nachvollziehbar verknüpft.

Die Wirtschaftlichkeit ist kein statischer Maschinenwert, sondern das Ergebnis aus Einsatzprofil, Produktivität und Systemintegration. Die TCO-Analyse übersetzt diese Faktoren in eine belastbare Entscheidungsgrundlage.

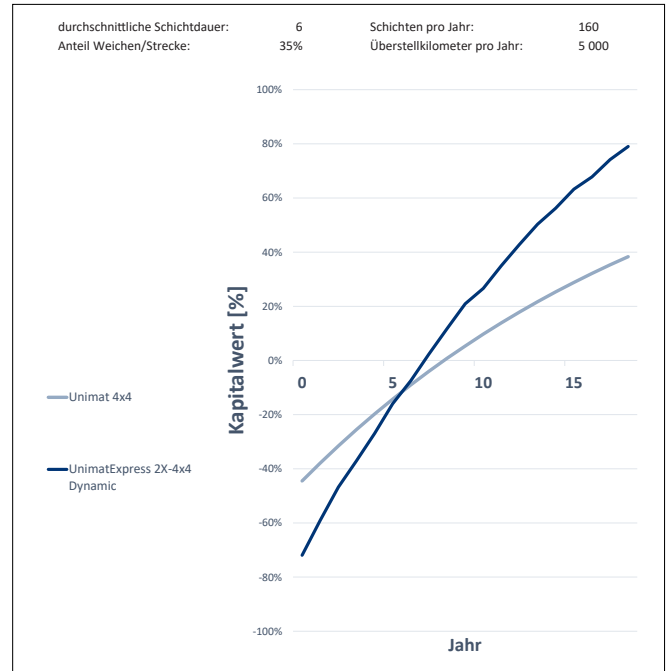
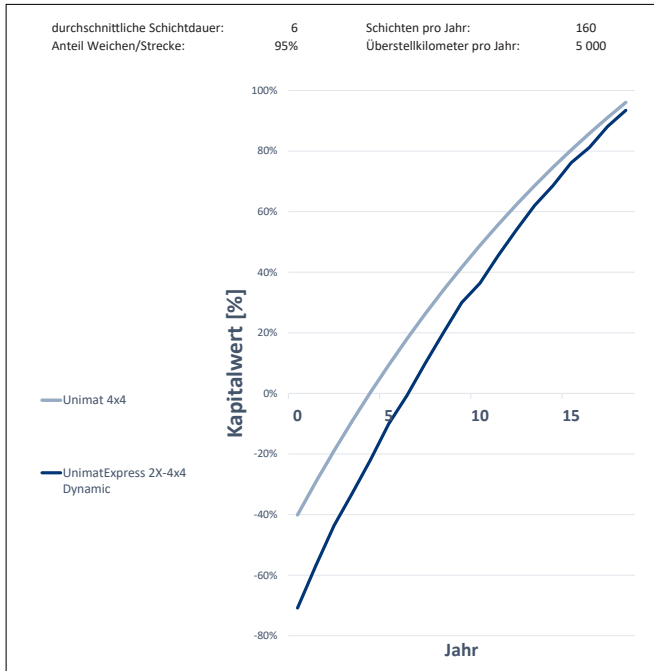
### Assistenzsysteme als Wirtschaftsstabilisator

Ein wesentlicher Ansatz in der TCO-Betrachtung moderner Stopfmaschinen sind Assistenzsysteme auf dem Weg zum autonomen Stopfen. Fachartikel und Konferenzbeiträge zur Automatisierung im Gleisbau beschreiben, wie intelligente Assistenzfunktionen das Bedienpersonal bei der Prozessführung unterstützen und komplexe Entscheidungen standardisieren.<sup>3</sup> Durch Automatisierung einzelner Arbeitsschritte kann die klassische Rollenverteilung im Stopfprozess verändert werden. Funktionen, die früher von Hauptstopfer und Beistopfer getrennt wahrgenommen wurden, lassen sich zunehmend durch den TampingAssistant zusammenführen. In der Praxis bedeutet dies, dass eine kontinuierliche Hochleistungsstopfmaschine wie der Plasser UnimatExpress 2X-4x4 mit entsprechender Assistenztechnik von nur einem Stopfer und dem Vorwagenbediener für die Bearbeitung der Weiche betrieben werden kann.

Mehrere Branchenanalysen weisen darauf hin, dass Personalkosten einen der größten Kostenblöcke im Lebenszy-

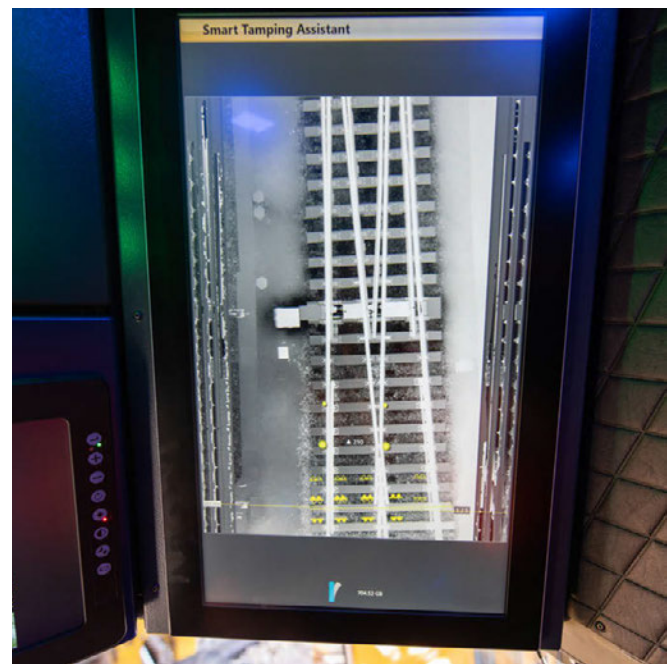
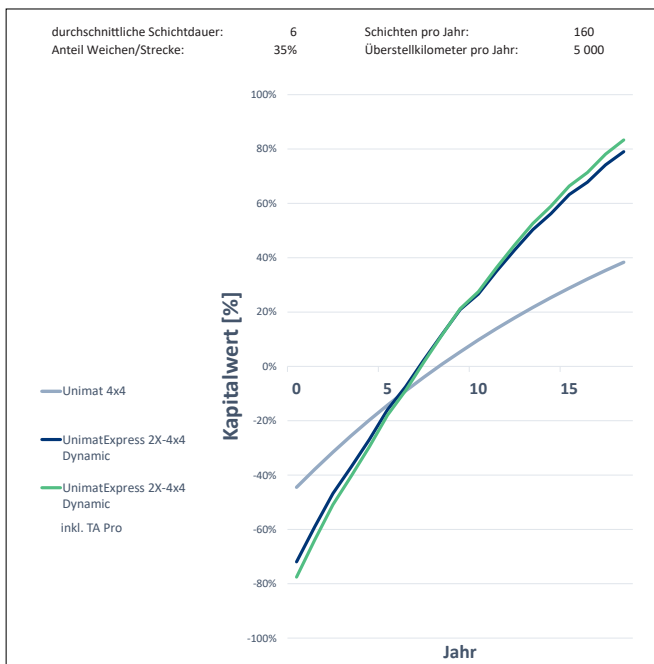


## Kapitalwertbasierter Maschinenvergleich



TCO-Vergleich mit 95 Prozent Weichenbearbeitung.

Vergleich mit 35 Prozent Weichenbearbeitung.



TCO-Vergleich mit 35 Prozent Weichenanteil und Einfluss TA Pro.

Ein zentraler TCO-Hebel moderner Stopfmaschinen sind Assistenzsysteme.

klus von Gleisinstandhaltungsmaschinen darstellen.<sup>1</sup> Steigende Löhne, eingeschränkte Verfügbarkeit qualifizierten Personals und hohe Anforderungen an Ausbildung und Erfahrung verstärken diesen Effekt zusätzlich. Die dargestellte TCO-Betrachtung berücksichtigt bewusst ausschließlich den direkt quantifizierbaren Effekt reduzierter Personalkosten. Selbst diese konservative Annahme zeigt bereits wirtschaftlichen Vorteil. Höhere Anschaffungskosten durch Assistenzsysteme führen somit nicht zwangsläufig zu höheren Gesamtkosten, im Gegenteil, die Lebenszyklusperspektive verschiebt die Bewertung grundlegend.

Die aktuelle TCO-Berechnung bildet ausschließlich den direkt quantifizierbaren Personalkosteneffekt ab. Nicht berücksichtigt sind Opportunitätskosten wie ausgefallene Schichten, ungenutzte Sperrpausen oder eingeschränkte Einsatzfähigkeit infolge fehlender Fachkräfte. Ebenso unberücksichtigt bleiben reduzierte Schulungsaufwände, verkürzte Einarbeitungszeiten und systemische Sicherung von Erfahrungswissen in einer Phase zunehmender Pensionierungswellen. Gerade unter den Megatrends Fachkräftemangel, verdichtete Bauprogramme und steigende Netzbelastung wird deutlich: Assistenzsysteme sind weniger eine Frage der Lohnkosten, sondern ein Instrument zur Stabilisierung der Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Sie erhöhen die Verfügbarkeit, reduzieren Abhängigkeiten von

einzelnen Schlüsselpersonen und sichern reproduzierbare Qualität unter Zeitdruck.

Fachliche Analysen und wissenschaftliche Arbeiten zeigen, dass Assistenzsysteme Produktivität steigern, Personalbedarf reduzieren und Prozessstabilität erhöhen. Moderne Stopfmaschinen entwickeln sich damit vom klassischen Arbeitsgerät hin zu teilautonomen Produktionssystemen. In diesem Kontext wird die TCO-Analyse zum zentralen Steuerungsinstrument für belastbare Investitionsentscheidungen, und die Assistenzsysteme werden zu einem strategischen Hebel, um Effizienz, Leistungsstabilität und Wettbewerbsfähigkeit des Systems Bahn gleichermaßen zu stärken. ==

**Dipl.-Ing. Markus Buchner ist als Senior Manager Product Strategy bei Plasser & Theurer tätig.**

---

1 Railway Gazette Group: Embracing automation in track maintenance, White Paper, 2024: [https://www.plassertheurer.com/fileadmin/user\\_upload/aktuellplus/aktuellstories/143-der-weg-zur-autonomen-gleisinstandhaltung/Embracing\\_Automation\\_in\\_Track\\_Maintenance.pdf](https://www.plassertheurer.com/fileadmin/user_upload/aktuellplus/aktuellstories/143-der-weg-zur-autonomen-gleisinstandhaltung/Embracing_Automation_in_Track_Maintenance.pdf)

2 An, R.; Jia, L.; Tang, Y.; Tian, Y.; Wang, Z. (2024): Railway Track Tamping Maintenance Cycle Prediction Model Based on Power-Time-Transformed Wiener Process Applied Sciences, 14(13), 5867, <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/13/5867>

3 SmartTamping Machines and the Rise of Automation, Conference Proceedings, 2024: <https://docmanager.isgsolutions.com/Download?File=proceedings%2F2024%2FSmartTamping+Machines+and+the+Rise+of+Automation.pdf>