

Zukunftssichere Antriebe

Gastbeitrag | Elektrische Gleisbaumaschinen von Plasser & Theurer sind nicht nur leise und emissionsfrei, sondern auch effizienter als ihre Diesel-Pendants.

Text: Simon Misar und Dipl.-Ing. Dr. techn. Fabian Hansmann, Plasser & Theurer | Bilder: Plasser & Theurer

Die Mehrheit der weltweit im Einsatz befindlichen Geräte und Maschinen im Bahnbau wird noch von Dieselmotoren angetrieben. Während elektrische Antriebe bisher ein Schattendasein führen, rücken zunehmend mehr Vorteile dieser Technologie in den Fokus der Bahnindustrie. Und es sind nicht ausschließlich strengere Umweltauflagen, die den elektrischen Gleisbaumaschinen zur Akzeptanz bei Experten verhelfen. Elektrische Antriebe zeichnen sich auch durch sehr geringe Verluste und damit einen hohen Gesamtwirkungsgrad aus. Darüber hinaus verursachen sie im Vergleich zu Verbrennungsmotoren niedrigere Lärmemissionen und geringere Aufwendungen für Instandhaltungsmaßnahmen.

Die Potenziale alternativer Antriebe

2021 wurde in einer von der Technischen Universität (TU) Graz in Zusammenarbeit mit Plasser & Theurer durchgeführten FFF-Studie (Fossil Free Future for Track Work Machinery) die Möglichkeit untersucht, die direkten

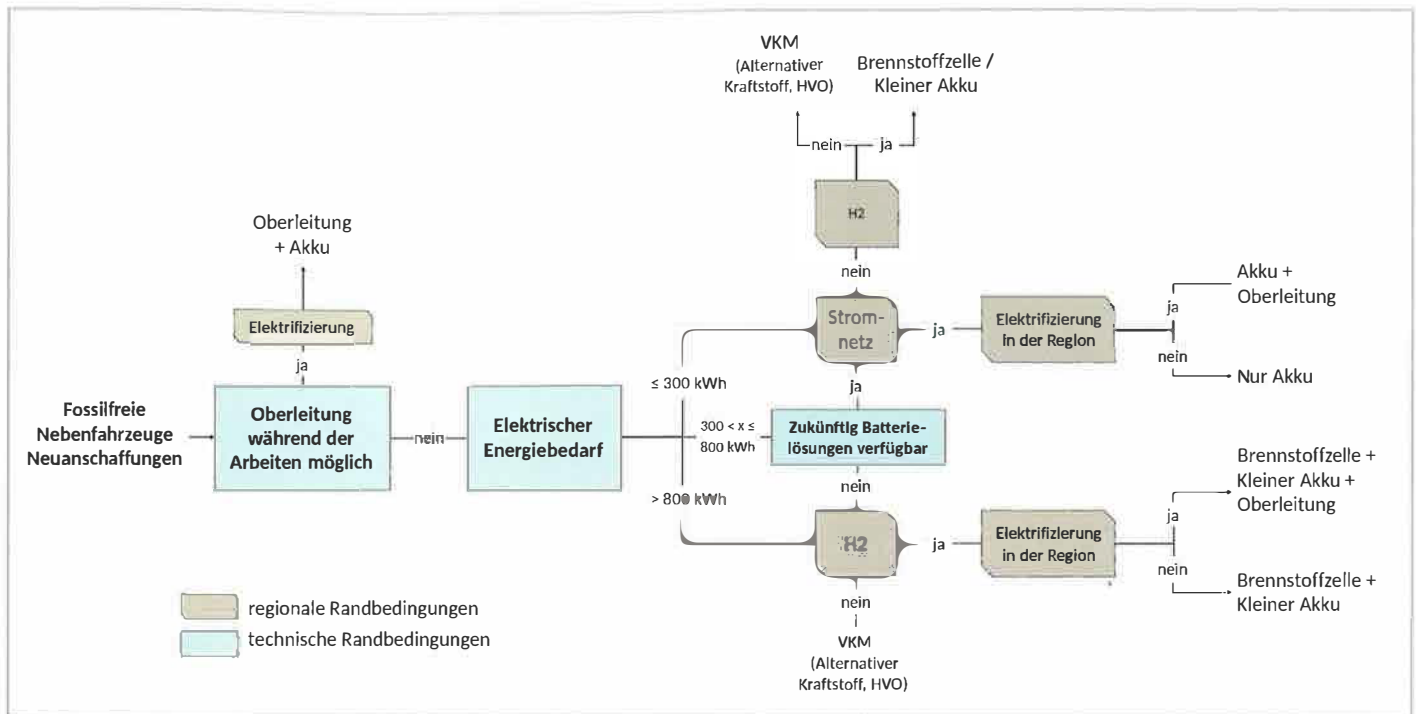
Emissionen bei Gleisbau und Instandhaltung auf null zu reduzieren. Anhand von Daten der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) ergab die Hochrechnung, dass die Arbeit im ÖBB-Netz 9600 Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂e) pro Jahr verursacht. Berücksichtigt wurden dabei der Energieverbrauch für den Transport von Maschinen und Materialien sowie die eigentlichen Instandhaltungsarbeiten. Als Teil des Projekts entwickelte die TU Graz das Berechnungsprogramm CalCAS (Calculation of Comparison for Alternative Solutions), das auf Daten unterschiedlicher Gleisbaumaschinen basiert. Die Marktanalyse zeigt, dass die im Bausektor eingesetzten technologischen Konzepte auch für Antriebstechnologien bei Gleisbaumaschinen anwendbar sind. Im Hinblick auf die primäre Energiequelle werden Gleisbaumaschinen stark von Trends im Bahnsektor beeinflusst, da die Implementierung alternativer Lösungen von der Infrastruktur für die Energieversorgung abhängt (zum Beispiel Aufladen von Batterien oder Auftanken von Wasserstofftanks). Die CalCAS-Ergebnisse zeigten, dass On-Board-Batterietechnologien die bevorzugte Lösung für Gleisbaumaschinen mit einem Bedarf unter 300 Kilowattstunden sind. In diesen Bereich fallen beispielsweise Fahrzeuge für die Instandhaltung von Oberleitungen oder allgemeine Oberbauaufgaben. Brennstoffzellen eignen sich dagegen für Anwendungen jenseits der 800 Kilowattstunden. Der Bereich dazwischen, der auch typische Gleisstopfmaschinen betrifft, bietet ein ideales Szenario für die Nutzung des Stroms aus der Oberleitung (1). Ein Entscheidungsbaum hilft bei der Bestimmung der optimalen alternativen Antriebstechnologie (➔ Seite 55).

Vorsprung bei alternativen Antrieben

Die Erkenntnisse der FFF-Studie halfen Plasser & Theurer dabei, alternative Antriebstechnologien für Gleisbaumaschinen zu bewerten und damit verbundene Chancen und



Die Universalstopfmaschine Unimat 09-32/45 Dynamic E³ arbeitet bei Krebs Gleisbau zu mehr als 90 Prozent elektrisch.



Mithilfe dieses Entscheidungsbaums kann die optimale alternative Antriebstechnologie bei Gleisbaumaschinen unter Berücksichtigung regionaler und technischer Randbedingungen bestimmt werden.

Risiken abzuwägen. Schon vor zehn Jahren startete der Hersteller zukunftsweisend mit der Entwicklung von hybriden Antriebskonzepten, zunächst für das Kernprodukt Stopfmaschinen. Sehr zeitnah nach den ersten Prototypen erhielt die Firma Krebs Gleisbau eine Universalstopfmaschine für Gleise und Weichen mit hybridem E³-Antrieb (E³-Antrieb: Nutzung von elektrischem Strom als Energiequelle für Arbeitsaggregate und/oder den Fahr-antrieb). Die mit diesem Antrieb ausgestattete Maschine Unimat 09-32/4S Dynamic E³ wurde der Fachwelt auf der InnoTrans 2016 vorgestellt.

Die Maschine arbeitet seither erfolgreich, zuverlässig und zu mehr als 90 Prozent der bisherigen Einsatzzeiten elektrisch. Unter dem Strich summieren sich allein die von 2016 bis Jahresende 2019 durch Arbeiten im Elektro-modus – ohne Überstellfahrten – bereits vermiedenen CO₂-Emissionen auf mehr als 444 Tonnen.

Wie blickt das Unternehmen Krebs Gleisbau nach eingehender Praxiserprobung auf die Betriebsergebnisse der Unimat 09-32/4S Dynamic E³? Dipl.-Ing. Klaus Schleider, Geschäftsführer von Krebs Gleisbau, und Dr. Wolfgang Krebs, Gesellschafter des Unternehmens, haben in einem Beitrag für die Eisenbahntechnische Rundschau (ETR) zusammenfassend festgestellt, dass die Zulassung der Hybridmaschine in Deutschland, Österreich und in der Schweiz nicht nur für den Betreiber wichtig war, sondern für die gesamte Bahnbaubranche in den drei Ländern und darüber hinaus wegweisend ist (2). Außerdem schreiben

die Autoren: „Ein rein elektrischer Arbeitseinsatz und elektrische Überstellfahrten werden zunehmend betrieblicher Alltag. Geringere Betriebskosten sprechen für sich. Daneben steigt die Bedeutung erheblich reduzierter Umweltauswirkungen und besserer Ergonomie.“

Leise und emissionsfrei

Die zunehmende Sensibilisierung bezüglich Lärm in weiten Kreisen der Bevölkerung macht auch beim Gleisbau keine Ausnahme. Noch dazu, wo die Instandhaltung aus Kapazitätsgründen überwiegend in die Nacht oder in die frühen Morgenstunden verlegt wird. Sehr schnell zeigten elektrische Antriebe bei diesem Thema erhebliche Vorteile. Bis zu 20 Dezibel können beim E³-Antrieb gegenüber dieselbetriebenen Maschinen reduziert werden. Hinzu kommen deutlich geringere Leerlaufdrehzahlen. Inzwischen hat der elektrische Antrieb auch Einzug in Bestands-maschinen gefunden. Universalstopfmaschinen erhalten ein Öko-Retrofit, indem bestehende diesel-hydraulisch angetriebene Stopfaggregate durch elektrische ersetzt werden. Das neue Arbeitsaggregat kommt mit reduzierten Motordrehzahlen aus, was wiederum Treibstoffbedarf und auch Lärm reduziert.

Die Nutzung von Batteriebetrieb zeigt vor allem in der Instandhaltung von Oberleitungssystemen große Vorteile. Auch in diesem Segment gibt es bereits seit 2017 Erfahrung, nachdem der erste Hybrid-Motorturmwagen des Typs HTW 100 E³ auf der Internationalen Ausstellung

Fahrwegtechnik (iaf) in Münster präsentiert wurde. Die Maschine bewährte sich bei Montagearbeiten im Schweizer Ceneri-Basistunnel (3). Arbeiten an der Oberleitung sind nun lokal komplett emissionsfrei und leise möglich – das ist auch in Tunnelanlagen bedeutsam.

Heute gibt es E³ in Serie: Der erste Plasser Catenary-Crafter 15.4 E³ absolviert derzeit die Zulassungsfahrten im Netz der ÖBB. Die Instandhaltungsflotte der ÖBB wird durch insgesamt 56 Fahrzeuge ersetzt, bestehend aus drei neuen Fahrzeugtypen mit Hybridantrieb. Wahlweise erfolgt die Energieversorgung durch Strom aus der Oberleitung, durch Rekuperation während der Fahrt, mittels externer Ladung oder mit Backup durch ein dieselektrisches Powerpack. In den üblichen Einsatzszenarien fährt ein CatenaryCrafter mit Strom aus der Oberleitung und einer Überstellgeschwindigkeit von 120 Stundenkilometern zum Einsatzort und wechselt dort auf Versorgung mit Batterie – diese ist für den Betrieb über eine gesamte Schicht dimensioniert.

Effiziente Kombination aller Oberbau-Instandhaltungsarbeiten

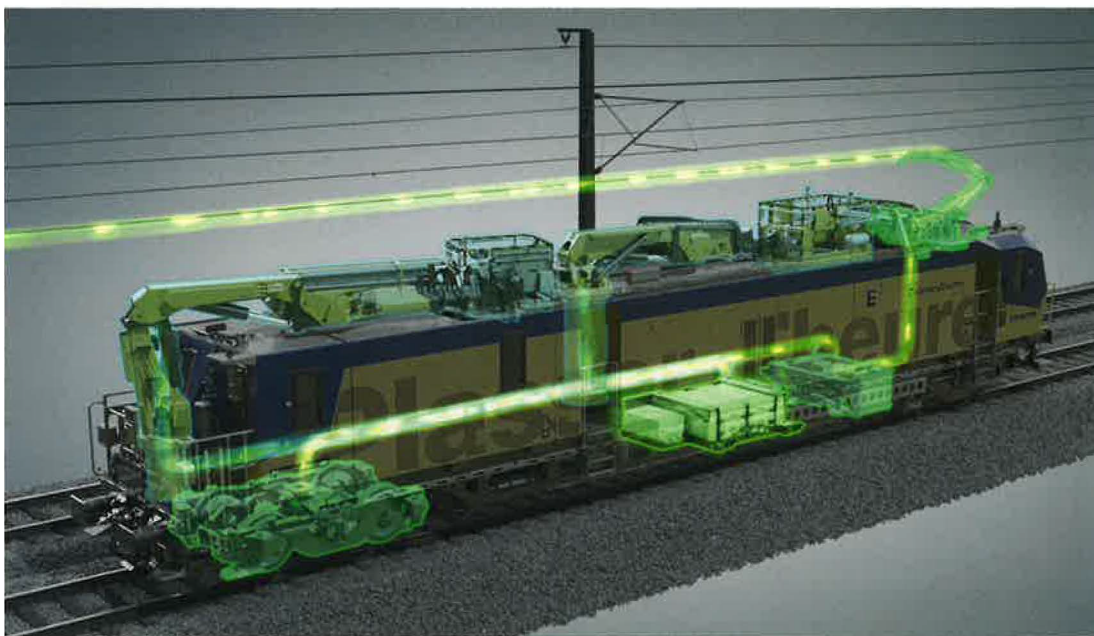
Der Mechanisierte Durcharbeitungszug (MDZ) ist das Rückgrat moderner Instandhaltung und Trassenführung, die mit höchster Geometrie-Genauigkeit die Basis für Hochgeschwindigkeitsstrecken bildet. Nivellieren, Heben, Richten, Verdichten, Pflügen, Kehren, Speichern, Stabilisieren sind Arbeitsprozesse, die heute perfektioniert ineinandergreifen. Und genau das ist vor allem auf Hauptstre-

cken entscheidend, wo jede Minute in der Sperrpause zählt und ein optimales Ergebnis in bestmöglicher Zeit erzielt werden muss.

Unter dem Motto „future track technology – NOW“ präsentierte Plasser & Theurer auf der iaf 2022 in Münster den Unimat 09-8x4/4S BR-Dynamic E³. Seither arbeitet dieses Maschinensystem im Netz der ÖBB. Es vereint alle genannten Arbeitsprozesse: elektrisch vom grünen Oberleitungsstrom angetrieben, ergänzt durch ein neuartiges ergonomisches Bedienumfeld. Zwei Bediener arbeiten in der Weiche auf dem kontinuierlich fahrenden Maschinenteil mit höchstem Komfort. Unterstützt werden sie dabei von 24 High-Resolution-Kameras, die ein präzises Bild von jedem Winkel des Arbeitsbereichs vermitteln. Durch elektrische Antriebe an den Drehgestellen und den Arbeitsaggregaten konnte der Bedarf an Hydrauliköl um 80 Prozent reduziert werden.

Natürlich mussten auch die elektrischen Stopfaggregat auf Standfestigkeit erprobt werden, um sich für den harten Alltag am Gleis zu bewähren. Auf einem eigens konstruierten Versuchsstand absolvierte ein elektrisches Stopfaggregat über vier Monate hinweg eine Million Stopfzyklen. Das bedeutete etwa 20.000 Stopfungen pro Tag bei einem Betrieb von bis zu 14 Stunden täglich.

Das 8x4-Stopfaggregat bietet die hohe Flexibilität eines 4x4-Stopfaggregats in der Weiche, kombiniert mit dem leistungsfähigen Zweischwellenmodus in längeren Abschnitten, zum Beispiel bei Überleitstellen. In einem einzigen Arbeitsgang vereint der Unimat 09-8x4/4S BR



Das Antriebsschema eines CatenaryCrafter 15.4 E³ für die Österreichischen Bundesbahnen: die Energieversorgung erfolgt wahlweise mit Strom aus der Oberleitung, vom Batteriespeicher oder durch das dieselektrische Powerpack.



Links: Stereo-Kamerasystem von PlasserReferencedTrackGeometry mit Hochgeschwindigkeitskameras und Infrarot-Ringlichtern, das beidseitig am Drehgestell angeordnet ist. Rechts: Ultrareflektierender Referenzmarker an einem Festpunkt der Strecke.

Dynamic E³ den vollständigen technologisch richtigen Ablauf bei der Weichen- und Gleisdurcharbeitung. Gegenüber Einzelmaschinen spart dies zusätzliche Antriebseinheiten. Ein operativer Einsatz ist mit nur fünf Personen an Bord möglich.

Aufgrund dichter Taktfolge fallen die Sperrpausen immer kürzer aus. Das heißt, dass die zu bearbeitenden Abschnitte ebenfalls zunehmend kürzer angelegt werden, jedoch oft eine Kombination aus Weichen, Überleitstellen sowie Zwischenstücken und Anschlussmetern beinhalten. Infrastrukturbetreiber können mit diesem modular aufgebauten Maschinensystem den vielseitigen Anforderungen mit einer klimafreundlichen Lösung begegnen.

Optimierung der Schnittstellen

End-to-End-Anwendungen verbinden die Arbeitsphasen von Gleisbaumaschinen für mehr Effizienz und Transparenz. Stopfmaschinen nehmen autonom die Gleisgeometrie auf, berechnen ihren optimalen Einsatz und erzeugen den zugehörigen Arbeitsnachweis. Im Herbst 2022 wurde im Rahmen der Ersten Europäischen Eisenbahninitiative Shift2Rail demonstriert, wie ein kompletter End-to-End-Prozess bei einer umweltfreundlichen E³-Universalstopfmaschine in der Praxis aussieht – von der Vormessung über die semiautomatische Durcharbeitung bis hin zur Nachmessung und Erstellung des Abnahmeprotokolls. Im Fokus standen die Schotterzustandserkennung und das Fixpunktmesssystem.

Der Einsatz auf acht ausgewählten Streckenabschnitten zeigt das Potenzial, das eine moderne Sensorik für die Weiterentwicklung von Instandhaltungsstrategien bietet. Die „führenden“ Stopfpickel erfassen den Schotterzustand quasi nebenbei während des Stopfvorgangs. Die gelieferten Daten ergänzen und aktualisieren vorhandene Auf-

zeichnungen und können durch Schotterwürfe verifiziert werden. Das Messsystem für die Gleisgeometrie erlaubt es, das Gleis bei vielfach höherer Geschwindigkeit aufzumessen als bisher, und zwar mit der Stopfmaschine selbst. Dabei bestimmt das Fixpunktmesssystem in Verbindung mit der Inertialmesseinheit (IMU) sowohl die relative als auch die absolute Gleisgeometrie. Diese erhöhte Genauigkeit kommt speziell bei Hochgeschwindigkeitsstrecken zum Tragen. Ein Stereo-Kamerasystem von Plasser ReferencedTrackGeometry erfasst Fixpunkte während der Fahrt mit 100 Stundenkilometern.

Fazit

Die Herausforderungen rund um den Klimawandel verlangen neue Herangehensweisen bei Bahnbau und Instandhaltung des Fahrwegs. Neue Antriebssysteme nutzen vorhandene Fahrstromsysteme und bieten zusätzliche Anreize durch Kostenreduktion und höhere Akzeptanz durch Lärmreduktion. Die Kombination von Arbeitsprozessen und die Optimierung von Schnittstellen durch vernetzte End-to-End-Anwendungen steigert den Output, vor allem bei kurzen Sperrpausen zur Instandhaltung in nächtlichen Betriebspausen. ●

Literaturverweise

- (1) Zeiner, M.; Landgraf, M.; Knabl, D.; Antony, B.; Barrera Cárdenas, V.; Koczwar, C.: Assessment and Recommendations for a FossilFree Future for Track Work Machinery. www.mdpi.com, Sustainability 2021.
- (2) Schleider, K.; Krebs, W.: Hybrid-Stopfmaschine hat sich im Einsatz bewährt und liefert beeindruckende Ergebnisse. ETR 2020 Nr. 12, S. 50–55.
- (3) Rail Infrastructure 2020, Nr. 136, S. 61, 62.