

Hybrid-Stopfmaschine hat sich im Einsatz bewährt und liefert beeindruckende Betriebsergebnisse

Die Hybrid-Gleisbaumaschine spart im elektrischen Betriebsmodus erhebliche Mengen an Kraftstoff und Abgasemissionen. Vier Jahre Erfahrung zeigen, dass die Betriebsstunden deutlich günstiger sind als bei Dieselantrieb. Das Beispiel der Hochleistungs-Universalstopfmaschine Unimat 09-32/4S Dynamic E³, Baujahr 2016, zugelassen in der Schweiz, in Österreich und nun auch in Deutschland, zeigt dies anhand erster Betriebsdaten.



Auf der Berliner Fachmesse InnoTrans 2016 übernahm Krebs Gleisbau mit dem neuen Plasser & Theurer Unimat 09-32/4S Dynamic E³ (Bilder 1, 2) die weltweit erste Hybrid-Stopfmaschine ihrer Art. Sie kann unter Oberleitung elektrohydraulisch arbeiten und fahren. Das hat gegenüber dem Dieselmotor ökologische und ökonomische Vorteile, auch die Ergonomie profitiert. Inzwischen sind die Betriebsdaten der ersten vier Einsatzjahre bis Ende 2019 ausgewertet. Die alternative Betriebsweise spart erhebliche Mengen an Diesel und Abgasemissionen ein. Die Maschine arbeitet erfolgreich, zuverlässig und zu mehr als 90 Prozent der bisherigen Einsatzzeiten

elektrisch. Unterm Strich summieren sich allein die von 2016 bis Jahresende 2019 durch Arbeiten im Elektromodus – ohne Überstellfahrten – bereits vermiedenen CO₂-Emissionen auf mehr als 444 t (Tabelle 1). Darüber hinaus ist die Betriebsstunde im Elektromodus im Vergleich zum Dieselmotor günstiger. Die Maschine ist inzwischen für Arbeiten und Fahrten in den Ländern Schweiz, Österreich und Deutschland uneingeschränkt zugelassen.

1. Der Unimat 09-32/4S Dynamic E³

Der Unimat 09-32/4S Dynamic E³ ist eine autark arbeitende Hybrid-Gleis- und Wei-



Dipl.-Ing. Klaus Schleider

Geschäftsführer,
Krebs GmbH & Co. KG
Bad Kreuznach und
Krebs Gleisbau AG
Bern

klaus.schleider
@krebs-gleisbau.de



Dr. Wolfgang Krebs

Gesellschafter,
Krebs GmbH & Co. KG
Bad Kreuznach und
Krebs Gleisbau AG Bern

wolfgang.krebs
@krebs-gleisbau.de



1: Unimat 09-32/4S Dynamic E³ auf der InnoTrans 2016 in Berlin
Foto: Achim Uhlenhuth



2: Übergabe der neuen Maschine mit Vertretern von Krebs Gleisbau, Plasser & Theurer und Deutscher Plasser
Foto: Plasser & Theurer

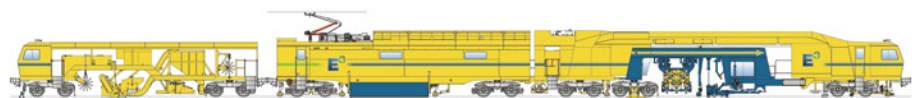
chenstopfmaschine mit integriertem Dynamischen Gleisstabilisator (DGS) und Schotterkehre (Bild 3). Hier sind drei Maschinen in einer vereinigt (siehe Tabelle 2): Die Hochleistungs-Stopfmaschine samt Gleisstabilisator ist als zweiteiliges Gelenkfahrzeug ausgebildet. Dritter Teil des auf 14 Radsätzen laufenden Systems ist der Kehranhänger mit der Arbeitskabinen im hinteren Teil. Die Maschine fährt und arbeitet wahlweise dieselhydraulisch oder elektrohydraulisch, wobei die elektrische Energie der zumeist ohnehin vorhandenen Oberleitung per Pantograph entnommen wird. Die 2-Schwellen-Universalstopfmaschine ist für Arbeiten in Weichenbereichen ebenso geeignet wie auf der Strecke. 32 sehr flexibel einsetzbare Stopfpickel an vier Stopfaggregaten ermöglichen kontinuierliches Stopfen (Bild 4) und somit eine hohe Stopfleistung. In Weichen aller Art kommt die 4-Strang-Stopfung mit 3-Strang-Hebung zum Einsatz. Der DGS im Hybridantriebswagen steigert den Querverschiebewiderstand des Gleises durch eine kontrollierte Anfangssetzung. Der Kehranhänger (Bild 5), eine integrierte Schotterverteilmaschine mit Zwischenspeicher, sorgt abschließend für die Profilierung des Schotterbettes. Zu den Aggregaten gehören ein geteilter Mittelpflug, die Strecken- und Weichenkehranlage mit Quer- und Steilförderband für aufgenommenen, überschüssigen Schotter, ein 5-m³-Schottersilo als Zwischenspeicher sowie Schotterverteilerschächte für die gezielte Abgabe an Stellen mit Schottermangel, außerdem rotierende Kleiseisenbürsten und eine Staubbiedernebelungsanlage. Nach Durcharbeitung mit dieser Maschine ist das Gleis für die Wiederaufnahme des Bahnbetriebes bereit.

2. Eine neue Antriebstechnik

Die elektrische Betriebsweise erfordert zusätzliche Komponenten. Als Erstkunde des Unimat 09-32/4S Dynamic E³ begleitete Krebs Gleisbau die Projektierung dieser Maschinenkombination seit der ersten Idee. Für elektrischen Betrieb vorgesehene Maschinen sind neben dem auf dem Dach aufgebauten Stromabnehmer-Pantograph (Bild 6) durch eine größere Gesamtlänge gekennzeichnet, denn die im Vergleich zur klassisch-dieselhydraulischen Maschine zusätzlich erforderliche Technik braucht auch mehr Platz. Beim dreiteiligen Unimat ist das Längenwachstum allerdings vergleichsweise unauffällig, denn für den in-

Jahr	2016	2017	2018	2019
Eingesparter CO ₂ -Ausstoß (rechnerisch, gerundet)	31 500 kg	166 400 kg	120 800 kg	125 600 kg
Eingesparter CO ₂ -Ausstoß 2016 – 2019	Σ ca. 444 300 kg			
Arbeitsleistung Weichen 2016 – 2019	Σ ca. 166 000 m			
Arbeitsleistung Strecke 2016 – 2019	Σ ca. 488 000 m			
Arbeitsleistung Stabilisieren, Verdichten, Planieren 2016 – 2019	Σ ca. 596 000 m			

Tabelle 1: Arbeitsleistung und rechnerische Umweltenlastung
Quelle: TMC GmbH, jährliche Auswertungen der Maschinendaten



3: Die Maschine besteht aus Stopfmaschine, Hybridantriebswagen mit Gleisstabilisator, Pflug und Kehranhänger
Grafik: Plasser & Theurer

Maschine	Hybrid-Gleis- und Weichenstopfmaschine mit integriertem Dynamischen Gleisstabilisator und Schotterkehre
Hersteller	Plasser & Theurer Linz/Wien
Typ	Unimat 09-32/4S Dynamic E ³ Universalstopfmaschine
Masch.-Nr./Baujahr	6475/2016
zugelassen in	CH / A / D
Fahrzeugnummer	CH-Krebs 99 85 9123 001-1
Spurweite	1435 mm
Stromsystem	15 kV 16,7 Hz
Länge über Puffer	57 980 mm
Breite	2900 mm
Höhe	4150 mm
Leermasse	224 t
Betriebsmasse	241 t
Bremsgewicht	P=167 t G=167 t
v _{max} Eigenfahrt	100 km/h
v _{max} Schleppfahrt	100 km/h
Anzahl Radsätze	14
max. Radsatzlast	20 t
Streckenklasse	C2
kleinster bef. Bogenradius	120 m
min. Kuppenausrundung	500 m
Drehgestell-Mittenabstände	14 000 mm (Stopfmaschine) + 5300 mm + 12 000 mm (Aggregatewagen) + 5240 mm + 11 500 mm (Kehranhänger)
Antriebsmotor Elektro-Hydrostatisch	TSA TMF 59-59-4
E-Spitzenleistung	880 kW
E-Dauerleistung	660 kW
Antriebsmotor Diesel-Hydrostatisch	Caterpillar C 32 / ACERT / AKG
Diesel-Leistung	839 kW
Anmerkungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Maschine dreiteilig: Zweigliedriges Gelenkfahrzeug aus Stopfmaschine mit Aggregatewagen und Kehranhänger ■ E-Zusatzausstattung: Stromabnehmer, Hochspannungsmodul, Transformator, Stromregler ■ Diesel mit Abgas-Partikelfilter ■ seitliche Schallschutzvorrichtungen ■ Regelfahrzeug nach UIC-Norm ■ Steilstreckenübergang ■ Maschinenübergabe am 21. September 2016 auf der InnoTrans Berlin

Tabelle 2: Technische Daten Unimat 09-32/4S Dynamic E³ Krebs Gleisbau



4: 2-Schwellen-Stopfaggregat für kontinuierliches Arbeiten Foto: Plasser & Theurer



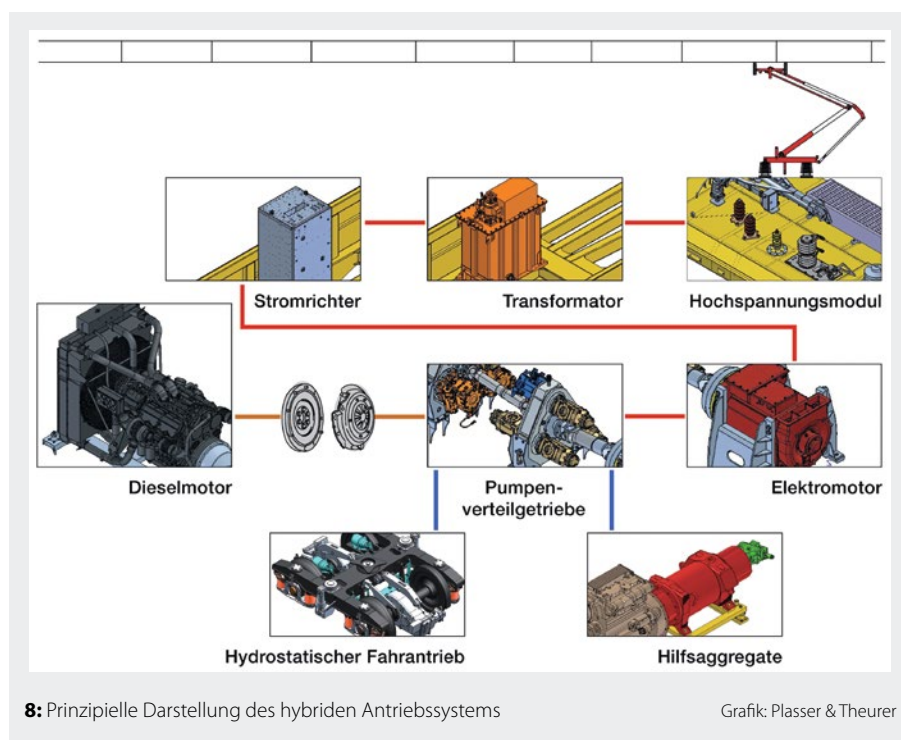
5: Kehranhänger mit Pflug und Schotterspeicher Foto: Plasser & Theurer



6: Stromabnehmer und dicke Elektrokabel kennzeichnen die E³-Maschine Foto: Achim Uhlenhut



7: Der Hybridantriebswagen mit durch die Schallabschirmung verdecktem DGS Foto: Plasser & Theurer



8: Prinzipielle Darstellung des hybriden Antriebssystems

Grafik: Plasser & Theurer

tegrierten DGS ist ohnehin ein Anhänger erforderlich (Bild 7). Dieser ist hier zugleich Hybridantriebswagen, trägt das Hochspannungsmodul sowie den Dieselmotor und Elektromotor mit ihren Komponenten.

2.1. Hybridantrieb elektrohydraulisch und dieselhydraulisch

Der Unimat 09-32/4S Dynamic E³ wird entweder klassisch mit einem Dieselmotor oder alternativ elektrisch mit Strom aus dem Fahrdrat angetrieben. Eine Prinzipdarstellung der verbauten Antriebstechnik zeigt Bild 8. Beide Antriebe arbeiten über jeweils eine Gelenkwelle auf die Hydraulikpumpe, die wiederum alle hydraulischen Maschinenkomponenten wie auch den hydrostatischen Fahrtrieb versorgt. Ein Übergang von dieselhydraulischer auf elektrohydraulische Betriebsweise erfolgt fließend und erfordert weder Stillstand noch Arbeitsunterbrechung. Ein separater

kleinerer Diesel arbeitet auf einen E-Generator, damit bei Maschinenstillstand das Niederspannungs-Bordnetz mit Strom versorgt werden kann, ohne den Hauptmotor einschalten zu müssen.

2.2. Rekuperation möglich

Das Hybridsystem mit Elektromotor ermöglicht sowohl die Nutzung des hohen Drehmoments bei Beschleunigung und Abbremsung wie auch eine Rückspeisung der Rekuperationsenergie in das Netz, sofern dort ein anderer Verbraucher aktiv ist. Ansonsten wird die Energie über Bremswiderstände auf dem Dach abgebaut; im Dieselmotorbetrieb gibt es keine Rückgewinnung der Bremsenergie. Die Rekuperationsleistung wurde bislang zwar erfasst, aber in die Energie- und Umweltbilanz nicht einbezogen, da sie in nennenswertem Umfang vorrangig bei den bislang nur selten durchgeführten Überstellfahrten mit Eigenantrieb anfallen würde.

3. Die Serie E³

Bahnbaumaschinen mit elektrischer Betriebsweise sind im Programm des Herstellers Plasser & Theurer mit dem Zusatz E³ gekennzeichnet. Dahinter stehen die drei Begriffe Economic, Ecologic, Ergonomic. E³-Maschinen zeichnen sich aus durch

- geringeren Schadstoffausstoß
- deutliche Lärmreduktion
- verminderte Vibrationen, mehr Arbeitskomfort, attraktiver Arbeitsplatz
- Kostensenkung bei Energie, Logistik und Wartung
- erweiterte Einsetzbarkeit der Maschine in innerstädtischen Bereichen, in Tunneln und bei Nacharbeit
- eventuelle Vorteile bei Vergaben durch „Ökobonus“, Erfüllung erhöhter Umweltauflagen, Vermeidung von Ökopönanalen
- Nachhaltigkeit durch mögliche Nutzung von Ökostrom

3.1. Verschiedene E³-Typen seit 2015

Die ersten zwei E³-Maschinen präsentierte Plasser & Theurer anlässlich der Jahrestagung der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft 2015 in Salzburg, seither sind jährlich neue Varianten hinzugekommen. Der hier vorgestellte Unimat 09-32/4S Dynamic E³ war die dritte gefertigte E³-Maschine.



9: Unimat 09-32/4S Dynamic E³ im Einsatz

Foto: Plasser & Theurer

4. Der Maschinenbetreiber

Eigentümer und Betreiber des hier beschriebenen Unimat 09-32/4S Dynamic E³ (Bild 9) ist das 1932 gegründete, deutsch-schweizerische Unternehmen Krebs Gleisbau, zu dem die Krebs GmbH & Co. KG mit Hauptsitz in Bad Kreuznach und die Krebs Gleisbau AG in Bern gehören. Mit dem umfangreichen, eigenen Maschinenpark werden Kunden wie die Bahngesellschaften Deutschlands, Österreichs, der Schweiz und Luxemburgs, daneben Privatbahnen, kommunale Bahnen und Betriebe des ÖPNV sowie Hafen- und Industriegleisbetreiber betreut. In der Schweiz ist Krebs seit dem Jahr 2000 aktiv. 2011 wurde das Unternehmen – nach diversen anderen Preisen in der langen Geschichte – mit dem Lieferanten-Award der SBB für eine herausragende Leistung in der Kategorie Technologie ausgezeichnet. Aus der Entwicklungsunterstützung für die E³-Maschine resultiert der Innovationspreis 2016 der Deutschen Plasser (München), übergeben zugleich mit der Maschine.

5. Ein Zehn-Jahres-Vertrag in der Schweiz

Ihre erste E³-Hybridmaschine erwarb die Firmengruppe Krebs gezielt für im Februar 2014 ausgeschriebene Arbeitseinsätze in der Schweiz. Ein Jahr später vergaben die Schweizer Bundesbahnen SBB Gleisbaumaschinenleistungen mit Vertragslaufzeiten von fünf und zehn Jahren. Angemietet werden, eine Schweizer Besonderheit, 65 Gleisbaumaschinen verschiedener Betreiber samt Personalgestellung. Die SBB koordiniert die Arbeiten und arbeitet Einsatzpläne aus, disponiert die Maschinen und organisiert die Überführungen. Eines der acht beauftragten Bahnbauunternehmen ist die Krebs Gleisbau AG. Der Hybrid-Pionier Uni-

mat 09-32/4S Dynamic E³ ist vertraglich seit Ende 2016 für zehn Jahre an Arbeitseinsätze in der Schweiz gebunden. Die Hybridmaschine wird von den SBB insbesondere in Agglomerationsgebieten (Ballungsräumen) eingesetzt, weil sie „Unterhaltsarbeiten umweltschonend ohne Abgasausstoß und mit weniger Lärmbelästigung für die Anwohner“ erledigen kann (Bild 10). Eine Forderung der SBB nach alternativen Antrieben gab es nicht, die Maschine wurde seitens Krebs Gleisbau im Rahmen der Offerte angeboten und letztlich ausgewählt.

5.1. Einsatz und Einsatzerfahrungen

Arbeiten mit dem Unimat 09-32/4S Dynamic E³ werden in allen Regionen der Schweiz durchgeführt, wobei Unterhaltsstopfungen über längere Streckenabschnitte überwiegen. Unter Oberleitung kann die elektrische Betriebsweise ihre Vorteile entfalten, was auch für Bahnhofsbereiche mit häufigem Wechsel zwischen Gleis- und Weichenbearbeitung gilt. Nur etwa 10 Prozent der Betriebsstunden entfielen auf Abschnitte ohne oder mit abgeschaltetem Fahrdrat, wurden also im Dieselmotorbetrieb geleistet. Wegen der Verfügbarkeit von Sperrpausen auf dem laut SBB höchstbelasteten Bahnnetz weltweit finden die Einsätze zu rund 70 Prozent nachts statt. Bearbeitet werden sämtliche Weichenbauarten und Oberbauformen, wobei es unerheblich ist, ob Holz-, Stahl- oder Betonschwellen verbaut sind.

Anfangs war nur eine reine E³-Stopfmaschine zur Beschaffung geplant, doch weitere Erwägungen führten zur Kombination mit DGS und Kehranhänger in einer Maschine. Der erfolgreiche Einsatz bestätigt die Richtigkeit dieser Entscheidung. Die SBB forderten eine Verdichtung des Schotterbettes oder eine Stabilisierung



10: Nachts, in urbaner Umgebung und auch in Bahnhöfen kann die Maschine ihre Vorteile voll ausspielen
Foto: Krebs Gleisbau

des Gleises nach den Stopfarbeiten, ließen jedoch das Verfahren offen. Krebs setzte zunächst auf einen Schwellenfachverdichter, doch zeigte sich, dass der Einsatz des DGS bei Gleisen und Weichen zu einer erkennbar längeren Liegedauer führt. Daher arbeitet dieser auf Schnellfahrstrecken oder wo immer sinnvoll grundsätzlich mit.

6. Einsätze und Betriebsergebnisse

Die Maschine arbeitet störungsfrei. Die Elektrotechnik funktioniert im harten Baustelleneinsatz zuverlässig. Gelegentlicher Spannungsabfall in den ersten Monaten führte nicht zu Störungen und trat nach kleinen Änderungen nicht mehr auf. Die auf der Maschine tätigen Mitarbeiter sind auf jedem Arbeitsplatz (Maschinenführer, Stopfer, Bedienung von Pflug oder Kehre) einsetzbar und entsprechend umfassend ausgebildet, E³-qualifiziert und E³-zertifiziert. Die Zusatzqualifikation fand bei Plasser & Theurer in Österreich statt, mit der Maschine auf dem Gleis. Arbeitsanweisungen wurden für den elektrischen Betrieb

erweitert. Auch temporäre Begleiter und Überwacher seitens des Auftraggebers sind entsprechend einzuweisen. Verständlicherweise braucht es wegen der Hochvolttechnik speziell qualifizierte Techniker, eine eventuelle Fehlersuche wird digital vorgenommen.

Eine Besonderheit des Schweizer Vertrages neben Art und Umfang ist, dass Überstellfahrten der Gleisbaumaschinen zwischen den Baustellen und Einsatzorten von der SBB mit ihren eigenen Lokomotiven oder durch andere Eisenbahnverkehrsunternehmen geführt werden, zumeist also elektrisch. Eigenfahrt über längere Distanzen ist folglich die Ausnahme. Das bedeutet im Fall des Unimat 09-32/4S Dynamic E³, dass sich sein elektrischer Betrieb bislang weitgehend auf Arbeitseinsatz und Arbeitsfahrt beschränkt. Aus diesem Grund konnten die durchaus energieintensiven Überstellfahrten (noch) nicht in die Energie- und Umweltbilanz einfließen. Dass hier die Vorteile des Elektromodus sehr groß wären, ist anzunehmen.

Jahr	2017	2018	2019	Einheit
Zeitraum	02 – 12/2017	02 – 12/2018	02 – 12/2019	–
Betriebsstunden	616	500	487	1
Dieseltreib: Dieselverbrauch	15.765	18.001	25.851	l
E-Betrieb: elektr. Energieaufnahme	213.500	165.180	161.174	kWh
Dieseläquivalent (3,4 kWh/l)	62.794	45.582	47.404	l
CO ₂ -Minderung durch E-Betrieb (2,65 kg CO ₂ /l Diesel)	166.404	120.792	125.621	kg

Table 3: Verbrauchsdaten und Umweltentlastung durch E-Betrieb

Quelle: TMC GmbH, jährliche Auswertungen der Maschinendaten; im Restjahr 2016 lag die elektrische Energieaufnahme bei 40.420 kWh, entsprechend 11.888 l Diesel, der vermiedene CO₂-Ausstoß betrug 2016 ca. 31.500 kg

Energiebilanz sowie Hochrechnung vermiedener Dieserverbräuche und Abgasemissionen müssen sich also auf den reinen Arbeitsbetrieb und die damit verbundenen Betriebsstunden stützen. Die anhand der kontinuierlich aufgezeichneten Maschinendaten von der Track Machines Connected Gesellschaft m.b.H. (Hagenberg, Österreich) ermittelten und ausgewerteten Daten sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Dem Ergebnis liegen folgende Überlegungen zugrunde: Arbeitet die Maschine elektrisch, verbrennt sie keinen Diesel. Es kann also pro gemessener, eingesetzter kWh eine Äquivalenzmenge nicht verbrauchten Diesels errechnet werden. Der Ansatz liegt hier bei ca. 3,4 bis 3,6 l Diesel pro elektrischer kWh. Diesel besitzt zwar einen Energieinhalt von rund 9,8 kWh/l, der Dieseltreibstoff ist aber erheblichen Verlusten im Wirkungsgrad unterworfen.

6.1. Vermiedene Verbräuche und Abgasemissionen

Um die Menge aufgrund des elektro-hydraulischen Betriebs unter Oberleitung vermiedener CO₂-Emissionen abzuschätzen, werden je Liter im Motor verbrannten Diesels 2,6 kg CO₂ angesetzt, was sich über die chemische Reaktionsgleichung berechnen lässt. So summiert sich die in den Jahren 2016 bis einschließlich 2019 bei der Arbeit dieser Maschine der Umwelt ersparte CO₂-Belastung auf etwas mehr als 444 t.

6.2. Geringere Lärmemissionen

Direkt zu erleben ist eine erhebliche Minderung der Geräuschemissionen im elektrischen Betrieb um rund 3 bis 5 dbA. Sie fällt spürbar aus, obwohl der Antriebsdiesel im Maschinenraum sehr gut gekapselt ist. Sie verfügt über Schalldämmeinrichtungen insbesondere am DGS, die zur Geräuschminderung im Betrieb beitragen. Markant ist zudem der Unterschied bei Eigenfahrt. Von der hier vorgestellten Maschine liegen jedoch noch keine Messergebnisse vor.

7. Zugelassen auch in Deutschland

Die Unternehmensgruppe Krebs Gleisbau ist bestrebt, alle Bahnbaumaschinen für Einsätze in Deutschland, Österreich und der Schweiz (D/A/CH-Region) zuzulassen. Dafür sind separate Verfahren in den jeweiligen Staaten erforderlich. Die Zulassung der Maschine für Einsätze in der Schweiz wie

auch für Österreich war schnell erreicht. Nur die Zulassung für Fahrten und Arbeiten in Deutschland stieß mangels Richtlinien und Referenzmaschinen auf unerwartete Schwierigkeiten: Für den Dieselmotor war dies kein Problem, doch die elektrische Betriebsweise dauerte etwas länger. Im Sommer 2020 erhielt die Hybrid-Universalstopfmaschine Unimat 09-32/4S Dynamic E³ die unbeschränkte Zulassung für Einsätze auch in Deutschland. Krebs Gleisbau ist damit erneut Vorreiter: Die E³-Hybridmaschine ist die erste, die im gesamten D/A/CH-Raum elektrisch arbeiten und fahren darf. Die Betriebssicherheit im Elektromodus ist nachgewiesen, sodass schwere Stopfarbeiten nicht länger dieselhydraulischen Maschinen vorbehalten sind. Bedeutend für Energieverbrauch und Betriebskosten ist – ganz abgesehen vom Umweltschutz –, dass seither auch rein elektrische Überführungsfahrten in Deutschland genehmigt sind. Der Unimat 09-32/4S Dynamic E³ und Krebs Gleisbau sind hinsichtlich des erfolgreichen Zulassungsverfahrens erneut Pionier, nun als trinationale Referenz für künftige Maschinen mit E³-Technik.

8. Ausblick

Die Zulassung der Hybridmaschine in D/A/CH war nicht nur für den Betreiber wichtig, sondern ist für die gesamte Bahnbauindustrie in den drei Ländern und darüber hinaus wegweisend. Das unternehmerische Engagement war sowohl seitens des Herstellers als auch des Betreibers umfangreich, die erfolgreiche Zulassung gibt der E³-Technik Rückenwind. Nach Durchlaufen der als sehr anspruchsvoll bekannten und angesehenen Zulassungsverfahren in D/A/CH sollten weitere Zulassungen kein Hindernis sein. Rein elektrischer Arbeitseinsatz und elektrische Überstellfahrten werden betrieblicher Alltag. Geringere Betriebskosten sprechen für sich, stark reduzierte Umweltauswirkungen und bessere Ergonomie sind von großer Bedeutung. In Tunnelstrecken, nachts und in sensibler Umgebung wird die Arbeit anders als bislang aussehen. Zudem kann sich das Image des Bahnbaus verbessern: Der Einsatz elektrischer Maschinen könnte sich positiv auf nächtliche Gleisbaustellen auswirken. Für Krebs Gleisbau steht fest: Bei künftigen Neuinvestitionen wird die elektrische Betriebsweise berücksichtigt, denn nicht nur bei den Stopfmaschinen gibt es vielversprechende Ansätze. ●

Summary

Hybrid tampering machine has proven its worth and delivers impressive operating results

In September 2016, Krebs Gleisbau took over the first universal tampering machine by Plasser&Theurer, the Unimat 09-32/4S Dynamic E³, which can work both diesel-hydraulically and electro-hydraulically. Evaluations show that the operating hour in e-mode with energy from the catenary is significantly more energy-efficient than in conventional diesel operation. Projections show the resulting CO₂ reduction. Since summer 2020, an unrestricted approval has also been available for Germany.