

Schienenfräsen im Fokus

Warum Schienenfräsen an Bedeutung gewinnt und welche Rolle neue Maschinengenerationen dabei spielen

SASCHA REINKOBER | DANNY OHLE |
STEFAN HOFMANN

Im aktuellen Netzzustandsbericht wird das rund 33 000 km lange Streckennetz der Deutschen Bahn AG (DB) mit der Schulnote 3,0 bewertet. Dies deutet auch auf einen weiterhin hohen Instandhaltungsbedarf hin. Verfahren, die eine schnelle, wirtschaftliche und möglichst betriebsschonende Wiederherstellung der Schienenqualität ermöglichen, leisten einen direkten Beitrag zur Erhöhung der Netzverfügbarkeit und zur Reduzierung von Verspätungen.

Behebung von Schienenfehlern

Zu den typischen Schienenfehlern zählen unter anderem Wellenbildung (z.B. Riffel), die sich akustisch und dynamisch bemerkbar macht, sowie Rollkontaktermüdung (RCF – Rolling Contact Fatigue), die sich in Form von Head Checks oder Squats äußert. Hinzu kommen Profilveränderungen, plastische Verformungen und Materialausbrüche, welche die ursprüngliche Geometrie der Schiene verändern und die Interaktion zwischen Rad und Schiene negativ beeinflussen. Zur Behandlung dieser Fehlertypen stehen verschiedene Instandhaltungsverfahren zur

Verfügung. Klassisch wird zwischen präventiven und korrektiven Maßnahmen unterschieden. Zu den wichtigsten Verfahren zählen das Schienenschleifen, das Hochgeschwindigkeitsschleifen, das Fräsen sowie in fortgeschrittenen Schadensstadien der partielle oder vollständige Schienenwechsel. Jedes dieser Verfahren hat seine eigenen Vor- und Nachteile, alle haben ihre Daseinsberechtigung. Das Schienenfräsen zeichnet sich durch seine Fähigkeit aus, größere Materialabträge bei gleichzeitig hoher Profiligenauigkeit zu realisieren. Damit schließt es die Lücke zwischen oberflächennaher Bearbeitung und kostenintensivem Schienenersatz.

Vor dem Hintergrund steigender Anforderungen an Verfügbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit gewinnt die Auswahl des geeigneten Instandhaltungsverfahrens zunehmend an Bedeutung. Insbesondere moderne Frästechnologien bieten hier Potenziale, um die Lebensdauer von Schienen signifikant zu verlängern und den Bedarf an aufwendigen Erneuerungsmaßnahmen zu reduzieren. Bereits heute nutzt die DB bis zu 17 teils unterschiedliche und in Deutschland zugelassene Fräsmaschinen. Dabei sind bis zu elf Maschinen an einem Tag gleichzeitig im Einsatz. Auch wenn der nutzbare Maschinenpark über die verschiedenen Dienstleister und Eigenleistung

damit bereits beachtlich ist, so ist das Ziel, für die nächsten fünf bis zehn Jahre die verfügbare Kapazität im Markt weiter zu erhöhen.

Aus diesem Grund hat die DB bereits Investitionen in den zukünftigen Maschinenpark getätigt. Die DB InfraGO AG (DB InfraGO) hat bereits einen Railmaster 21 der Fa. Linsinger Maschinenbau Gesellschaft m.b.H. (Linsinger) bestellt, der bis 2029 ausgeliefert werden soll. Der dazu geschlossene Rahmenvertrag umfasst eine Option auf bis zu fünf weitere Maschinen. Auch die DB Bahnbau Gruppe GmbH verfügt über einen Vertrag zum Abruf von Maschinen und hat bereits zwei Maschinen bestellt. Sowohl einen Railmaster 31, die leistungstärkste Variante mit drei Fräseinheitenpaaren, und auch einen Railmaster 21. Damit legt die DB einen Grundstein in die sukzessive Verjüngung ihrer Flotte von Schienenbearbeitungsmaschinen.

Der Railmaster von Linsinger bietet eine Vielzahl an innovativen Ansätzen in der Maschinenteknik. Von der Energieversorgung über das Konzept zum Werkzeugwechsel bis hin zur intelligenten Abtragssteuerung.

Railmaster: Energieversorgung mit hohem Wirkungsgrad

Um einen optimalen Mix aus Energieeffizienz, Zuverlässigkeit und Praxistauglichkeit zu erreichen, wurde auf das dieselhydraulische Energieversorgungssystem verzichtet. Der Railmaster setzt dagegen auf ein hybrides Baukastensystem. Dies besteht aus einem Portfolio von verschiedenen Energielieferanten und kombiniert somit die Vorteile im Betrieb. Die Hauptversorgung wird mittels Pantographen von der Oberleitung geführt. Ein Diesellaggregat mit Generator kann zusätzlich die Leistungsverorgung auf nicht elektrifizierten Strecken übernehmen. Ein Batteriepack ist für die unterbrechungsfreie Umschaltung zwischen den Leistungsverorgungen zuständig. Somit ist genügend Zeit für das Hochfahren des Diesellaggregats geboten. Weiterhin können auch Unterbrechungen in der Versorgung über die Oberleitung auch in langsamer Arbeitsfahrt mühelos überwunden werden.

Aktuell ist die Versorgungsdichte für Wasserstoff nicht flächendeckend gegeben, um eine Großmaschine sinnvoll mit Brennstoffzellen betreiben zu können. Gleisbaumaschinen sind jedoch für viele Jahrzehnte konzipiert. Aus diesem Grund wurden bereits jetzt die Weichen gestellt, um später den Diesel gegen eine Brennstoffzelle zu



Abb. 1: Railmaster 21 der Firma Linsinger

Quelle aller Abb.: Linsinger

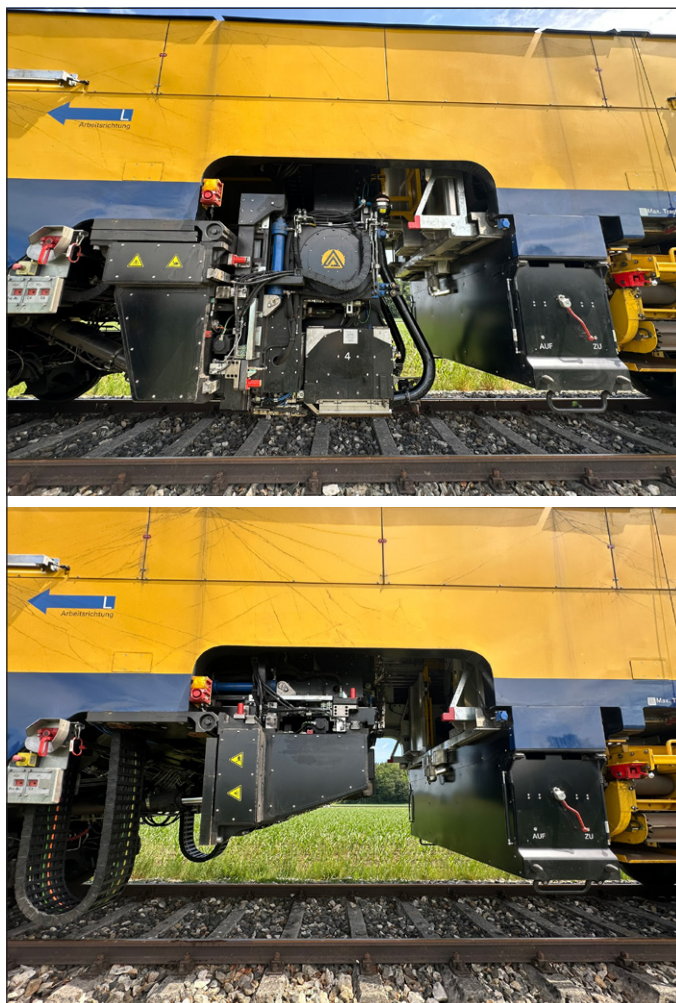


Abb. 2: Nach innen schwenkbare Fräseinheit zur Erhöhung des Arbeitsschutzes

tauschen. Die notwendige Technologie dafür ist seit Jahren vorhanden und im Einsatz.

Das größte Potenzial liegt im Wirkungsgrad der Maschinen und wurde daher stark optimiert. So wurde bewusst auf mechanische bzw. hydraulische Leistungsverteiler verzichtet und konsequent auf elektrische Antriebe gesetzt. Die Energieleitungen können wahlweise von den unterschiedlichen Energiequellen wie Pantograph, Batterie oder Dieselgenerator gespeist werden, und die Verbraucher wie Fahrmotoren oder Arbeitsaggregate beziehen ihre Leistung direkt aus der Bordelektronik. So gelang es, den Wirkungsgrad gegenüber herkömmlichen Maschinen zu maximieren, was auch den Energiebedarf und Wartungsaufwand geringhält.

Hochschwenkbare Einheiten erhöhen Produktivität

Die Werkzeuge, die den hochfesten Schienenstahl auf Genauigkeiten von unter einem hundertstel Millimeter zerspanen, haben in der Regel eine Standzeit von etwa 2000 m, danach muss auf die nächste Schneidkante gewechselt werden. Im Regelfall ist die zu bearbeitende Strecke in einer Bearbeitungsschicht jedoch deutlich größer als 2000 m. Dies bedingt, dass die Werkzeuge während der Schicht zu wechseln sind. Theoretisch wäre es möglich, die mehr als 200 Hartmetalleinsätze pro Messerkopf während der Produktivzeit der Maschine zu drehen, viel effektiver ist es jedoch, einen kompletten Messerkopf zu tauschen und die nötige Aufarbeitung in die unproduktiven Zeiten zu verlagern. Aktuell müssen dazu die Maschinen gestoppt werden und die etwa 170 kg schweren Messerköpfe mittels Krans von beiden Seiten der Maschine gewechselt werden. Bis der Fahrdienstleiter das Nachbargleis dafür

**Be our partner
for the future of
rail infrastructure**



**WE GET TRAINS ON
THE RIGHT TRACK.**

Experienced in more than 40,000 km of railroad track and with a portfolio of over 3,000 railroad superstructure products and high-speed components for more than 450 km/h, Wirthwein products such as dowels, intermediate plates, angled guide plates for rail fastening and cable ducts are used worldwide in the rail transportation of the future.

As a plastics technology expert with 20 companies across Europe, Asia and the USA we ensure the right form.



Wirthwein SE
Walter-Wirthwein-Str. 2-10
97993 Creglingen ■ Germany



+49 7933 702-850
@ bahn@wirthwein.de
cableduct.wirthwein.de/en



Abb. 3: Messsystem LinAnalyzer unter der Maschine (links) und Darstellung der Auswertesoftware (rechts)

gesperrt hat, können bis zu 30 Minuten vergehen, was eine deutliche Einschränkung in der Produktivität und eine weitere Beeinträchtigung des Betriebes darstellt.

Beim Maschinenkonzept des Railmasters können die Arbeitsaggregate ins Innere der Maschine geschwenkt werden. Somit können die Messerköpfe im geschützten Arbeitsbereich ausgewechselt werden. Dies bringt nicht nur den Vorteil, dass das Nachbargleis nicht mehr gesperrt werden muss und das Maschinenpersonal seine Arbeit nicht unter erhöhtem Risiko verrichtet. Es besteht nun die Möglichkeit, einzelne Arbeitsaggregatenpaare aus dem Eingriff zu nehmen und die Werkzeuge zu wechseln, während die restlichen Aggregate mit reduziertem Maschinenvorschub die Arbeit des im Wechsel befindlichen Paares kurzzeitig übernehmen. Aufgrund neuer Sensortechnologie ist es darüber hinaus möglich, die Aggregate – auch während die anderen noch arbeiten – wieder auf die Schiene abzusetzen und wieder in den Eingriff zu bringen. Der kontinuierliche Wechsel ohne Unterbrechung bietet dabei das Maximum an Produktivität und an Arbeitsschutz, auch ein Wechsel des Soll-Querprofils ist somit einfach „on the fly“ zu realisieren.

LinAnalyzer: Vormessen und Abtragsteuerung

Die Planung des korrekten Materialabtrags stellt immer wieder Herausforderungen. Einerseits sollen mit nur einer Überfahrt der Fräsmaschine sowohl das Gleis restlos reprofiliert werden als auch alle oberflächennahen Beschädigungen wie Headchecks restlos entfernt werden, um ungehindertes Risswachstum auszuschließen. Andererseits soll so wenig Material wie möglich abgetragen werden, um eine möglichst lange Liegedauer der Schiene zu gewährleisten. Infolge der Planung der Bearbeitungsschichten kann es vorkommen, dass ent-

weder zu viel Material oder im ersten Schritt zu wenig Material abgetragen wird, sodass in unmittelbarer Folge eine zweite Überfahrt notwendig wird. Dies schmälert die Produktivität der Schicht.

Das neue Messkonzept bietet weiterhin die Möglichkeit, nicht nur nachlaufend das Gleis unmittelbar nach der Bearbeitung zu vermessen. Es bietet auch die Möglichkeit, vorlaufend zu messen. Dies stellt eine komplett neue Option dar. So kann z. B. der aktuelle Gleiszustand hinsichtlich Querprofilverschleiß und Fehler-tiefe beurteilt werden, um daraus Handlungsempfehlungen für den Bediener abzugeben. Des Weiteren kann aufgrund der Messung der Restschienenhöhe abgeschätzt werden, ob eine fehlerfreie Wiederherstellung überhaupt noch möglich ist. Abschließend kann nach wie vor die Bearbeitungsqualität beurteilt und protokolliert werden, wobei nun die Palette der Messgrößen, die erfasst werden können, massiv erweitert wurde. So können neben den

klassischen Größen, wie Längswelligkeit, Querprofil und Wirbelstromprüfung, nun auch der Qualitätskennwert (Qkw) oder Qualitätsindex (QI), wie er international genannt wird, maschinenintegriert erfasst werden. Der „LinAnalyzer“, so der Name des neuen Baukastensystems, ist das erste und bisher einzige Messgerät, das für die kontinuierliche Messung des Qkw eine Zulassung bei der DB erwirkt hat.

Neben weiteren Größen, wie etwa Materialabtrag, Spurweite und Überhöhungsmessung verfügt der LinAnalyzer auch über ein Kamerasystem zur Anomaliedetektion an der Schienenoberfläche. Diese zeichnet kontinuierlich mittels einer Zeilenkamera ein hochauflösendes Endlosbild des Schienenkopfes auf und sucht mittels einer KI nach Anomalien. Diese Bilder werden dann ortsspezifisch abgelegt. In einem weiteren Entwicklungsschritt sollen diese Anomalien dann auch klassifiziert und den jeweiligen Fehlerklassen wie Squat, Schleuderstelle oder Schlupfwelle zugeordnet werden. Es

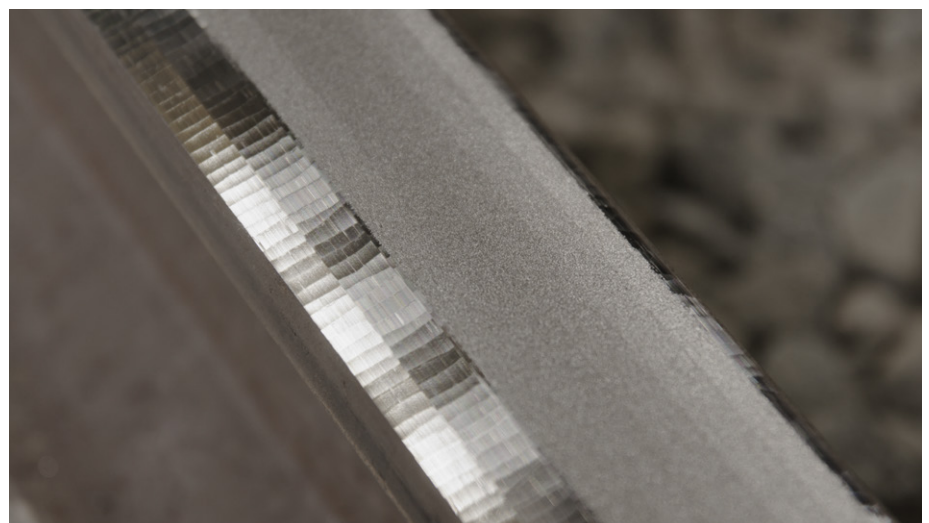


Abb. 4: Schiene nach der Bearbeitung mit Kugelstrahlen

sind jedoch nicht nur Fehlerklassifizierungen möglich. Auch eine Vermessung und Kartographierung von Isolierstößen ist möglich und denkbar.

Möglich gemacht wird diese umfangreiche Messtechnik, neben dem neuen Baukastenkonzept, durch die intuitive Bediensoftware. Waren in der Vergangenheit für jedes Messsystem eine eigene Software und sogar ein eigener Laptop auf der Maschine nötig, so wird nun alles von einem Arbeitsplatz aus mittels einer Software ganz intuitiv mit kaum Bedienergriffen realisiert.

Diese funktioniert auf mehreren Ebenen und beschränkt sich mittels einfacher Farbcodes auf das Wesentliche: OK oder nicht OK. Je nach benötigter Detailtiefe können einzelne Messgrößen bis auf Sensorebene untersucht werden. Mit diesem Konzept können nun die gewaltigen Datenmengen übersichtlich und leicht verständlich dargestellt werden.

Optimal ist hier die Tatsache, dass dieselbe Software sowohl für die maschinenintegrierten Geräte als auch für die handgeführten Linalyzer to go verwendet wird. Dies gilt für die Aufzeichnung während der Messung und auch für die Auswertung im Büro. Alle Messdaten kön-

nen live ausgewertet werden, mögliche Überschreitungen der Grenzwerte sind somit sofort erkennbar.

Shot Peening Kugelstrahlen: die neue Nachbearbeitung

Als weiterer Meilenstein der Railmaster steht die optionale Nachbearbeitung „Linsinger Smart Surface Technology“ (LSST) zur Verfügung. Dieses Kugelstrahlverfahren wird nach dem Fräsprozess auf dem Schienenkopf angewandt und könnte das klassische Schleifverfahren nun komplett verdrängen.

Der Fräsprozess an sich ist ein geometrisch definierter Prozess, welcher, aufgrund eines aufeinanderfolgenden Eingriffes der Hartmetallplatten in den Schienenkopf, eine wabenähnliche, periodische Struktur am Schienenkopf hinterlässt (Fräsfacetten), welche üblicherweise alle Anforderung der Norm EN 13231 erfüllt. Trotz der geringen Restwelligkeit dieser Oberflächenstruktur von wenigen Mikrometern kommt es bei Überrollung durch die nachfolgenden Züge anfänglich zu unangenehmen Geräuschen, die sich in einer Art „Singen“ ausprägen. Unabhängig von Werkzeugdurchmesser und Drehzahl liegt dieses Geräusch stets im

hörbaren Bereich und hält Tage bis Wochen an, bevor genügend Zugüberfahrten dies geglättet haben. Folglich muss eine gefräste Schiene grundsätzlich nachbearbeitet werden.

Bei dem Kugelstrahlverfahren (Shot Peening) werden Metallkugeln mit unter einem Millimeter Durchmesser auf den Schienenkopf mit mehr als 200 km/h beschleunigt, welche winzige, kalottenförmige Eindrückungen in der Schienenoberfläche hinterlassen und so die periodische Struktur der Fräsfacetten egalisieren. Der Effekt dieser Vielzahl an Eindrückungen je Quadratzentimeter bewirkt, neben der sofortigen Lärmreduktion, noch eine Vielzahl an weiteren Vorteilen gegenüber den Schleifverfahren. Diese sind neben der absoluten Funkenfreiheit die Vermeidung von gesundheitsbedenklichem Schleifstaub und keine Gefügeveränderungen in den Randschichten, wie etwa Martensit, welche allgemein als „white edging Layers“ bekannt sind.

Ein weiterer Aspekt ist die aktive Einbringung von Druckeigenspannung in die Schienenoberfläche, welche eine Verlängerung der Lebensdauer bewirken kann, da sie der Entstehung von Rissen entgegenwirkt. Das LSST sollte ursprünglich als gleichwertige Alternative ent-

Visit us
Outdoor Area
South O/320
22.-25. September 2026




LINSINGER



InnoTrans


#TRUSTTHEINVENTOR

WWW.LINSINGER.COM

wickelt werden, weist aber mittlerweile deutlich mehr Vorteile gegenüber dem Schleifen auf.

Fazit

Neben den infrastrukturellen Herausforderungen und den technischen Innovationen der Arbeitstechnik gewinnt die Verfügbarkeit qualifizierten Personals zunehmend an Bedeutung für die Netzinstandhaltung. Der demografische Wandel führt dazu, dass erfahrene Fachkräfte sukzessive aus dem Erwerbsleben ausscheiden, während gleichzeitig weniger Nachwuchskräfte mit den erforderlichen Qualifikationen nachrücken.

Moderne Maschinengenerationen wie der Railmaster von Linsinger greifen diese Herausforderung gezielt auf und leisten einen wichtigen Beitrag zur Entlastung des Personals. Durch umfangreiche technische Innovationen – etwa automatisierte Fräsprozesse, verbesserte Bedien- und Assistenzsysteme sowie eine hohe Prozessstabilität – wird der Bedienaufwand reduziert und die Abhängigkeit von hochspezialisiertem Personal verringert. Gleichzeitig ermöglichen optimierte Arbeitsabläufe und eine höhere Leistungsfähigkeit eine effizientere Nutzung der verfügbaren Einsatzzeiten. Moderne Systeme, die

auf den in Echtzeit gemessenen Fehlerbildern basieren, unterstützen die Bediener bei der effizienten Bearbeitung. Dadurch werden auch aktiv Fehlerquellen minimiert. Darüber hinaus tragen Innovationen wie reduzierter Rüstaufwand, höhere Zuverlässigkeit und damit einhergehend geringere Mannschaftsstärken dazu bei, Montageeinsätze effizienter und planbarer zu gestalten. Damit verbessert sich nicht nur die Wirtschaftlichkeit, sondern auch die Attraktivität der Tätigkeit selbst, da Arbeitsbelastung und organisatorische Komplexität reduziert werden können. ■



Dr. Sascha Reinkober

Leiter Großmaschineninsatz –
Maschinenpool und Fahrwegmessung
DB InfraGO AG, Berlin
sascha.reinkober@deutschebahn.com



Danny Ohle, M. Eng.

Leiter Fräs- und Fließbandtechnik
DB Bahnbaugruppe GmbH,
Königsborn
danny.ohle@deutschebahn.com



Dipl.-Ing. Stefan Hofmann, B.Sc.

Head of Research & Development
Linsinger Maschinenbau
Gesellschaft m.b.H., AT-Steyrermühl
s.hofmann@linsinger.com



IGT

Inbetriebnahme-gesellschaft
Transporttechnik mbH
Test & Transport von Eisenbahnen





Ihr starker Partner für Sicherheit,
Zuverlässigkeit und technische
Expertise im Schienenverkehr.

- Akkreditierte Prüfstelle nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018
- EBA anerkannte Unabhängige Bewertungsstelle (UBS)
- EBA anerkannte Stelle für die Ausbildung gem. § 14 TfV
- EVU mit einheitlicher Sicherheitsbescheinigung (SSC),
speziell für Probe- und Versuchsfahrten
- Spezialist für Eisenbahnfahrzeugtechnik

Telefon: +49 5341 8624-600
E-Mail: vertrieb@igt-bahn.de

www.igt-bahn.eu