Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für A-Steyrermühl / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Hochleistungs-Frästechnologie zur effektiven Bearbeitung von Weichen

Die gezielte Bearbeitung von Weichen mittels Hochleistungs-Frästechnologie liefert einen nachhaltigen Beitrag zur signifikanten Senkung der Lebenszykluskosten.

WALTER KASTINGER | RICHARD STOCK

Die Bearbeitung von Eisenbahnschienen ist bereits seit mehreren Jahrzehnten eine Maßnahme zur Verlängerung der Schienenlebensdauer sowie der Verbesserung des Fahrkomforts und der Fahrsicherheit. Verschiedene Schienenbearbeitungsverfahren haben in den vergangenen 60 Jahren sowohl im stationären als auch im mobilen Bereich ein breites Anwendungsspektrum erreicht und sind in der modernen Gleisinstandhaltung nicht mehr wegzudenken. Besonders Weichen müssen gezielt instandgehalten werden, da ein vorzeitiges Versagen dieser sicherheitsrelevanten Komponente weitreichende Auswirkungen haben kann. Die Hochleistungs-Frästechnologie, entwickelt von der Firma Linsinger Maschinenbau GmbH, kann wirtschaftlich und nachhaltig zur Verlängerung der Lebensdauer dieses kritischen Bauteils beitragen.

Abb. 1: Linsinger Fräsrad auf einer Hochleistungsfräse des Typs MG31. Das Fräsraddesign ist optimiert hinsichtlich Produktivität und Werkzeuglebensdauer.

Schädigung im System

Durch die Belastungen im Rad / Schiene-Kontakt entstehen verschiedene Verschleißmerkmale am Schienenkopf bzw. treten unterschiedliche Rollkontaktermüdungserscheinungen auf. Es handelt sich dabei um Querprofilverformungen, Längsprofilabweichungen, wie kurze Wellen oder Riffel, sowie Rollkontaktermüdungsschäden, wie Headchecks, Spalling, Squats/"Squat type defects" oder Belgrospis [1 bis 4]. Aber auch andere aus dem Fahrbetrieb resultierende Erscheinungen, wie „weiße Schichten" (WEL – white etching layers) oder Schleuderstellen können auftreten. Jedoch sind diese Erscheinungen nicht nur auf den „normalen" Fahrweg beschränkt, sondern können auch in speziellen Komponenten wie Weichen, Kreuzungen oder Bahnübergängen auftreten. Diese Schienenfehler, wenn nicht entsprechend behandelt, haben weitreichende, negative Auswirkungen auf Schienenlebensdauer, Fahrkomfort und Fahrsicherheit und schlagen sich folglich auch bei den Lebenszykluskosten von Schienen, Komponenten und dem gesamten Fahrweg nieder.

Hochleistungs-Frästechnologie

Die Firma Linsinger aus Österreich hat bereits im Jahr 1959 die erste stationäre Schienenfräsmaschine auf den Markt gebracht und baut seit der Mitte der 1990er Jahre stationäre und mobile Schienenbearbeitungsmaschinen für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle.

Die Grundlage der Schienenbearbeitungstechnologie ist das Umfangsfräsen (Abb. 1), ein Verfahren, welches mit einem in Schienenlängsrichtung arbeitenden Fräsrad das Quer- und Längsprofil innerhalb engster Toleranzen wiederherstellt sowie sämtliche Oberflächenfehler in einer Überfahrt eliminieren kann. Das Fräsraddesign der Hochleistungs-Frästechnologie ist optimiert hinsichtlich Produktivität und Werkzeuglebensdauer. Im Anschluss an die Fräsbearbeitung erfolgt im selben Arbeitsgang die optische sowie akustische Anpassung der Oberfläche mittels Umfangsschleifen (Abb. 2). Die Materialabtragsarbeit erfolgt somit durch das Fräsen, das Schleifen ist vergleichbar mit einem Poliervorgang und dient der Erzielung eines optimierten Oberflächenfinish (Abb. 3).

Der große Vorteil der Schienenbearbeitung mittels Fräsen liegt in den flexibel anpassbaren Bearbeitungstiefen von 0,1 bis 5 mm auf der Fahrfläche und 0,1 bis 7 mm an der Fahrkante, sodass sämtliche Schienenfehler in nur einer Überfahrt beseitigt werden können und der Schienenkopf nach Beendigung der Bearbeitung vollständig regeneriert ist. Damit lassen sich sämtliche Instandhaltungsstrategien, wie präventive, zyklische oder korrektive Instandhaltung, abdecken. Aber auch für spezifische Anwendungsfälle, wie Neulagenbearbeitung oder Spurweitenkorrektur, ist die Hochleistungs-Frästechnologie problemlos anwendbar. Aufgrund der erzielbaren Oberflächenqualität (engste Profiltoleranzen, geringste Längswelligkeit und Oberflächenrauheit) erfüllt die fertig bearbeitete Schiene standardmäßig höchste Anforderungen bezüglich Lärmreduktion. Darüber hinaus wird die im Prozess erzeugte Energie hauptsächlich von den Frässpänen und dem Werkzeug aufgenommen, wodurch ein schädigender Temperatureintrag in die Schiene verhindert wird. Der Schienenkopf wird somit thermisch schonend bearbeitet und die Bildung von unerwünschten Materialumwandlungen („weiße Schichten") im oberflächennahen Bereich der Schiene wird vermieden. Solche „weißen Schichten", wie sie beim konventionellen Schleifen auftreten können, werden unter gewissen Rahmenbedingungen als Ausgangspunkt für erneute Schienenschädigung ange-

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für A-Steyrermühl / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

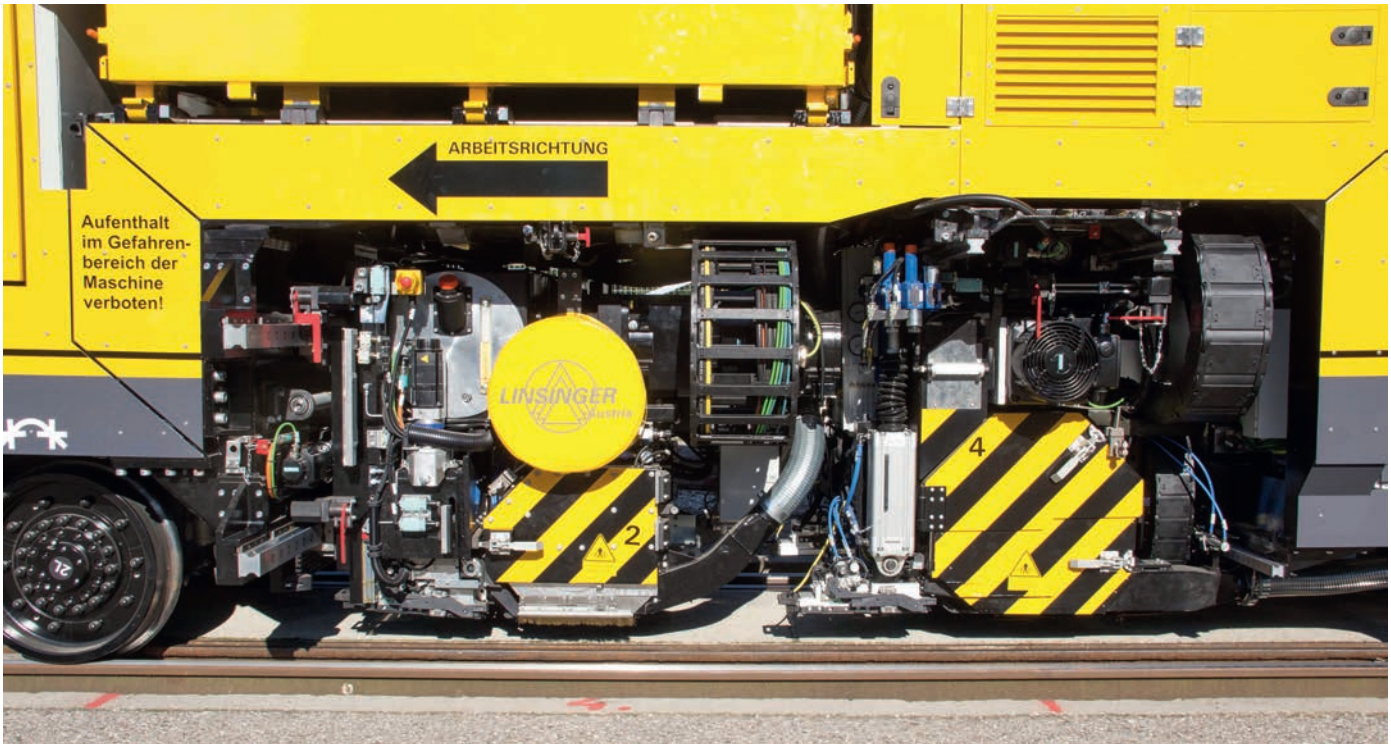

Abb. 2: Fräseinheit mit nachgeschalteter Umfangsschleifeinheit für höchste Oberflächenqualität nach der Bearbeitung

sehen [5]. Im Weiteren spricht auch die geringe Umweltbelastung durch Funkenflug, Schleifstaub und Lärm für dieses Verfahren.

Die Bandbreite der produzierten Schienenbearbeitungsfahrzeuge erstreckt sich vom kompakten Kraftbündel, der „MG11", welches für kleinste Lichtraumprofile bei U-Bahnen verwendet wird und sogar in einem 40-Fuß-Container Platz findet, über das flexible Zweiwegefahrzeug, den Rail-Road-Truck „SF02-FS-Truck", welches besonders für den Einsatz bei Straßenbahnen sowie für kleine Baulose geeignet ist, den Spezialisten für Verkehrsbetriebe, die „SF02T-FS", bis hin zu den äußerst leistungsfähigen Fahrzeugen, die bei Vollbahnen weltweit zum Einsatz kommen und unter den Typenbezeichnungen „SF03-FFS", „SF06-FFS plus" und „MG31" bekannt sind. Diese verschiedenen Fahrzeugtypen verfügen über eine für den jeweiligen Einsatzfall optimierte Bearbeitungsleistung und erreichen – je nach Maschinentyp und Anwendungsfall – bis zu 2 km/h Bearbeitungsgeschwindigkeit.

Sämtliche Schienenbearbeitungsfahrzeuge sind mit modernster Messtechnik ausgestattet, die Längs- und Querprofil sowie die Schädigungsfreiheit der regenerierten Schienenoberfläche überwacht und dokumentiert. Diese Messdaten werden nicht nur zur Steuerung des Bearbeitungsprozesses und zur Qualitätskontrolle verwendet, sondern können auch als Ausgangspunkt für die Implementierung einer zustandsorientierten Instandhaltungsstrategie („predictive maintenance strategy") verwendet werden.

AUSTROROLL®
Weichenzungen-Rollvorrichtung

- stoßunempfindlich durch dauerhaft elastische Lagerung
- 60% Stellkraftreduktion über gesamten Stellweg
- für Neubau und Nachrüstung
- 5 Jahre Gewährleistung
- DB - Oberbaustandard
- über 25 Jahre Erfahrung und zufriedene Kunden
- nun auch für federnd bewegliche Herzstückspitzen
- Instandhaltungsarbeiten am Oberbau ohne Einschränkung möglich

buntmetall Werk Enzesfeld-Caro
2551 Enzesfeld | Fabrikstraße 2 | Austria | Tel. +43 (0) 2256 / 81145 | e-Mail: austroroll@buntmetall.at

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für A-Steyrermühl / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Entwicklung der Weichenbearbeitung

Durch die Erfahrungen mit der Schienenfrästechnologie bei der Deutschen Bahn (DB) seit 1995 und der Tatsache, dass in Weichen im Grunde die gleichen Verschleißerscheinungen auftreten wie im normalen Gleis, wurden die Bearbeitungseinheiten dahingehend optimiert und weiterentwickelt, die Bearbeitung von Weichen zu ermöglichen (Abb. 4). Als Grundlage für die Auslegung und Entwicklung der Weichenbearbeitungsfunktion wurde die DB-Richtlinie 824.4016 herangezogen.

Das erste Schienenbearbeitungsfahrzeug mit Weichenfunktion wurde im Jahr 2008 an die DB geliefert. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang, dass im Gegensatz zur konventionellen Schleiftechnologie kein eigenständiger Fahrzeugtyp für die Weichenbearbeitung entwickelt werden musste. Die Weichenbearbeitung kann als zusätzliches Funktionsmodul in jedem Fahrzeugtyp des Linsinger-Portfolios eingebaut und jedes bestehende Schienenbearbeitungsfahrzeug damit nachgerüstet werden.

Um die Weichenbearbeitungsfunktion sicherstellen zu können war es notwendig, eine Reihe von Anpassungen an den ursprünglichen Bearbeitungseinheiten der Standardmaschinen durchzuführen:

- An allen Bearbeitungseinheiten wurden zusätzlich zu den bereits bestehenden Schienenkopiersystemen, welche zur horizontalen Positionierung der Fräseinheit verwendet werden, weitere Kopiersysteme für die Weichenbearbeitung aufgebaut. Dadurch wird eine korrekte, laterale Positionierung speziell im Bereich der Backenschiene erreicht und eine kontinuierliche Bearbeitung der Weiche gewährleistet.
- Alle Kopiersysteme wurden mit einer entsprechenden Steuerung ausgestattet, um sie bei Bedarf (zum Beispiel in der Herzstücklücke) von der Schiene abheben zu können.
- Ein Erkennungssystem zur Feststellung der Position des Fahrzeugs in der Weiche wurde installiert, um die spezifischen Bearbeitungsbereiche der Weiche an die Maschine punktgenau weiterzuleiten.
- Diverse erweiterte Softwareanpassungen wurden in die Maschinensteuerung implementiert, um einerseits alle für die Weichenbearbeitung notwendigen Grundfunktionen einzubinden und um andererseits den korrekten Signalaustausch mit der Maschine sicherzustellen, welcher die Schaltstellung (gerader Zweig oder gebogener Zweig) sowie die Bearbeitungsrichtung der Weiche (spitz oder stumpf) erfasst und berücksichtigt.

Beim ersten von Linsinger mit Weichenfunktion ausgerüsteten Schienenbearbeitungsfahrzeug war es noch erforderlich, insgesamt acht Überfahrten durchzuführen, um eine Weiche vollständig zu bearbeiten. Es wurden dabei in Geradeausfahrtstellung die durchgehende, außenliegende Schiene und danach die dazugehörige unterbrochene innenliegende Schiene in jeweils einer Überfahrt mittels Fräsen bearbeitet.

Abb. 3: Beispiel einer vollständig wiederhergestellten Schienenoberfläche nach der Bearbeitung mit der Linsinger Hochleistungs-Frästechnologie

LINSINGER
DER ERFINDER DES SCHIENENFRÄSENS
MODERN, SCHNELL, SAUBER UND IN HÖCHSTER QUALITÄT

LINSINGER SCHIENENFRÄSTECHNOLOGIE, die modernste und kosteneffizienteste Art der Schienenpflege. Eine perfekte und fehlerfreie Oberfläche nach der Bearbeitung ohne thermische Beeinträchtigung wie bei konventionellen Bearbeitungsmethoden bedeutet zusätzlich eine deutliche Reduzierung der Lärmemission. Durch das exakt wiederhergestellte Schienenprofil ist ebenso eine signifikante Erhöhung des Fahrkomforts erzielbar. Auch Weichen und Bahnübergänge können ohne aufwändiger Demontage von Gleisschaltmitteln bearbeitet werden.

LINSINGER

WWW.LINSINGER.COM

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für A-Steyrermühl / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Abb. 4: Oberflächenschädigung und Profilverschleiß im Schienenstrang des abbiegenden Zweigs einer Weiche (ARTC, Australien)

Danach erfolgte die Fräsbearbeitung in Abbiegestellung ebenfalls getrennt nach durchgehender außenliegender Schiene und dazugehöriger unterbrochener innenliegender Schiene. Im Anschluss daran musste der gesamte Vorgang mittels Umfangsschleifen wiederholt werden.

In einem weiteren Entwicklungsschritt im Jahr 2010 konnte die Anzahl der Überfahrten halbiert werden, indem das Fräsen und das nachfolgende Schleifen, auch für die Weichenbearbeitung, in einem Arbeitsgang zusammengefasst werden konnte. Ein Jahr später gelang es, sowohl die durchgehende außenliegende Schiene als auch die dazugehörige unterbrochene innenliegende Schiene in einer kontinuierlichen Überfahrt zu bearbeiten, sodass insgesamt nur mehr zwei Überfahrten, eine Überfahrt in Geradeausfahrtstellung und eine Überfahrt in Abbiegestellung der Weiche, notwendig waren. Durch die oben beschriebenen Entwicklungsschritte konnte die Bearbeitungszeit für eine Weiche von 3,5 Stunden auf mittlerweile 45 Minuten reduziert werden.

Frästechnologie in der Anwendung

Die Firma Linmag Australia Pty. Ltd betreibt seit mehreren Jahren zwei Fräsfahrzeuge vom Typ Rail-Road-Truck SF02W-FS Truck in „Down Under". Ein Fokus liegt dabei auch auf der Bearbei-

Abb. 5: Das Linmag Zwei-Wege-Fahrzeug „SF02W-FS Truck" bei der Bearbeitung einer Weiche im Netzwerk von ARTC in Australien

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für A-Steyrermühl / Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten genehmigt von DVV Media Group, 2018.

tung von Weichen beim Kunden Australian Rail Track Corporation (ARTC) in New South Wales. ARTC betreibt hier das „Hunter Valley Coal Network" und transportiert vorwiegend Kohle von den Mienen im Landesinneren zum Hafen der Stadt Newcastle. Aufgrund der Belastung von 45 MGT bis über 100 MGT (Million Gros Tons) pro Jahr auf manchen Streckenabschnitten kommt es zu beschleunigtem Profilverschleiß und zur Ausbildung von RCF-Defekten (RCF – rolling contact fatigue), wie Head Checks oder Squats. Obwohl ARTC ein präventives Schleifprogramm implementiert hat, ist es aufgrund der hohen Belastung und/oder aufgrund von operativen Beschränkungen nicht möglich, Schädigung und Verschleiß von Schienen mittels konventionellem Schienenschleifen alleine unter Kontrolle zu halten. Linmag bearbeitet nun schon mehrere Jahre diese Problemstellen und vor allem Weichen, indem Defekte bis 3 mm Tiefe komplett entfernt werden und das Zielprofil zu 100 % wiederhergestellt wird (Abb. 5). Aber auch bei neu installierten Weichen führt Linmag die Neulagenbearbeitung (Entfernung der entkohlten Randschicht, Beseitigung von Profilabweichungen und Kaltverletzungen) effizient und mit höchster Qualität durch. Mithilfe der gezielten Anwendung der Hochleistungs-Frästechnologie kann der ungeplante, vorzeitige Ausbau von Weichen vermieden und der Lebenszyklus der Weichen und Schienen deutlich verlängert werden. Aufgrund der bisherigen positiven Erfahrungen wird die Weichenbearbeitung mittels Fräsen bei ARTC in diesem Jahr noch weiter intensiviert. Aber auch im europäischen Raum wird die Weichenbearbeitung mit Linsinger Schienenbearbeitungsmaschinen bei einer Vielzahl von Eisenbahnen und Verkehrsbetrieben erfolgreich zur Anwendung gebracht.

Zielgerichtete Innovation

Die neuesten Entwicklungstrends bei der Weichenbearbeitung gehen in Richtung Herzstückbearbeitung sowie weitere Automatisierung des Weichenbearbeitungsprozesses, insbesondere im Bereich der Verringerung von Rüstzeiten, Bearbeitungszeiten und kontinuierlicher Bearbeitung beim Übergang von geradem Gleis in Weichen sowie die Bearbeitung mehrerer Weichen hintereinander in einem Durchgang. Aber auch bei der Frästechnologie selber arbeitet Linsinger unter anderem mit lokalen Universitäten zusammen, um mithilfe modernster Simulations- und Virtualisierungsmethoden Entwicklungszeiten zu reduzieren und um die Effizienz sowie Kosteneffektivität dieser innovativen Bearbeitungsmethode weiter zu steigern. ■

QUELLEN

[1] Heyder, R.: Die wichtigsten Schienenfehler, in: Eisenbahn Ingenieur Kalender 2002 – Jahrbuch für Schienenverkehr und Technik. Tetzlaff Verlag, Hamburg, S. 177–205

[2] Grassie, S. L.: Traction, curving and surface damage of rails, Part 2: Rail damage, in: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. Vol 226, Issue 3, 2012, S. 235–242

[3] Grassie, S. L.: Rail corrugation: Characteristics, causes, and treatments, in: Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit. Vol 223, Issue 6, 2009, S. 581-596

[4] Grassie, S. L.: Studs and Squats: the evolving story, in: Wear Volumes 366-367, November 2016, S. 194–199

[5] Steenbergen, M.: Rolling contact fatigue in relation to rail grinding, in: Wear Volumes 356-357, 2016, S. 110–121

DI (FH) Walter Kastinger
Head of Sales Rail Milling Department
Linsinger Maschinenbau GmbH,
A-Steyrermühl
w.kastinger@linsinger.com

Dipl.-Ing. Dr. mont. Richard Stock
Milling Technology Manager für die österreichischen Firmen Linsinger und Linmag GmbH in Vancouver/Kanada
r.stock@linmag.com

We set priorities.
Together for safety.

SCHALTBAU
PINTSCH BAMAG
www.pintschbamag.de

SCHALTBAU
PINTSCH ABEN
www.pintschaben.com

SCHALTBAU
PINTSCH TIEFENBACH
www.pintschtiefenbach.de