

High Performance Milling: Mobiles Schienenfräsen der nächsten Generation

Kontinuierlich wachsende Metropolen erheben immer höhere Ansprüche an ihre Metrosysteme.

PETER MOSER | RICHARD STOCK

Konstant wachsende Fahrgastzahlen führen bei vielen Metrobetreibern zu einer kontinuierlichen Verringerung der Taktzeiten der Züge, in Folge führt dies zu einer zunehmenden Belastung des Schienennetzes. Konventionelle Schieneninstandhaltungskonzepte stoßen in diesem Fall zusehends an ihre Grenzen. Demzufolge sucht die Metropole New York nachhaltige Alternativen zu herkömmlichen Instandhaltungskonzepten. Speziell für die Anwendung in Metrotunneln entwickelte die Firma Linsinger die mobile Hochleistungsfräsmaschine MG11, die sich für den Einsatz in engsten Lichtraumprofilen hervorragend eignet. Die Fräsmaschine verfügt über die seit Jahren bewährte Hochleistungsfrästechnologie, kombiniert mit neuen, innovativen Ansätzen. Die MG11 trägt so entscheidend zur Verlängerung der Schienenlebensdauer bei und kann die Lifecyclecosts erheblich reduzieren.

Anforderungen der Metros

In den Metros steigen permanent die Fahrgastzahlen. Um diesem stetig wachsenden Bedarf gerecht zu werden, müssen die Taktzeiten immer kürzer werden, was zu einem erhöhten Verschleiß am Gleiskörper führt. Die daraus resultierende Mehrbelastung der Schienen verursacht Fehlererscheinungen wie Schlupfwellen, Riffel, Squats/ Studs, plastische Verformungen des Schienenkopfes sowie Head Checks. Wartungsarbeiten am Gleiskörper sind daher so zu gestalten, dass es zu keinerlei Einschränkungen für die Fahrgäste kommt. Speziell lange Sperrzeiten, Verschmutzungen sowie Geruchsbelästigungen in Tunneln nach Instandhaltungsarbeiten bilden dabei die Hauptproblemfaktoren.

Strategien zur Instandhaltung

Um die Schienenschädigung und Geräuschentwicklung in den Griff zu bekommen bzw. unter Kontrolle zu haben, stehen dem Infrastrukturbesitzer verschiedene optimierte und angepasste Instandhaltungskonzepte zur Verfügung.

- Eine präventive Instandhaltungsstrategie zielt darauf ab, Schädigung kurz nach der Entstehung mit geringem Materialabtrag zu entfernen und so die Schienenoberfläche in einem nahezu schädigungsfreien Zustand zu halten. Hierzu ist es nötig, den Schädigungszustand der Schienen messtechnisch erfassen zu können.
- Steht eine solche messtechnische Beurteilung des Schädigungszustandes jedoch nicht zur Verfügung, kann eine Abwandlung des präventiven Ansatzes angewendet werden – die zyklische Instandhaltungsstrategie. Hier wird die Instandhaltung nicht aufgrund des tatsächlichen Schädigungszustandes, sondern basierend auf betrieblichen Erfahrungswerten bezüglich Schädigung und /oder Verschleiß in einem festgelegten Zeit- oder Lastintervall durchgeführt.
- Für Fehler mit mittlerer bis hoher Fehlertiefe eignet sich eine korrektive Instandhaltungsstrategie. Sobald die korrektive Instandhaltungsschwelle bezüglich der Fehlertiefe erreicht ist, muss die Schiene instandgehalten oder getauscht werden. Die Lage dieser Eingriffsschwelle hängt von sicherheitsrelevanten Vorgaben und den lokalen Wartungsmöglichkeiten ab.
- Eine regenerative Instandhaltungsstrategie stellt eine neue Erweiterung der korrektiven Strategie dar. Dabei wird, beinahe unabhängig vom Ausgangszustand (Schädigung, Verschleiß), die Oberfläche der Schiene schonend regeneriert (Einstellung eines Neuzustandes). Darüber hinaus wird auch vermieden, neuen Störstellen bzw. Ausgangspunkte für Schädigung in die Schienenoberfläche einzubringen.

Da aufgrund der zuvor beschriebenen Umstände (höhere Belastungen, dichte Zugfrequenz) Schienenfehler innerhalb kürzester Zeit signifikante Tiefen erreichen können und da andererseits die Zeitfenster zur Instandhaltung immer kürzer werden, sind Infrastrukturbesitzer immer öfter gezwungen, von den bisher angewandten und bewährten Strategien abzuweichen. Mit der Hochleistungsfrästechnologie ist eine flexible und zuverlässige Instandhaltungstechnologie zur Hand, die sämtliche Instandhaltungsstrategien inklusive der regenerativen Strategie abdecken kann.

Hochleistungsfräsen mit der MG11

Mit der mobilen Hochleistungsfräsmaschine MG11 ist es erstmals möglich, die Technologie des SchienenfräSENS in engsten Lichtraumprofilen einzusetzen. Mit dem Hochleistungsfräsen kann mittels Umfangsfräsen das Schienenprofil innerhalb engster Toleranzen wiederhergestellt werden. Das Beseitigen der Oberflächenfehler kann in einer Überfahrt erfolgen und die gesammelten Späne werden nach der Bearbeitungsschicht recycelt. Da es sich beim Hochleistungsfräsen um eine staubfreie Bearbeitung handelt, sind nach der Reprofilierung keine Reinigungsarbeiten nötig. Gerade in Metrotunneln ist dies ein entscheidender Vorteil, da aufwendige und kostenintensive Nacharbeiten entfallen.

Mit der mobilen Hochleistungsfräsmaschine ist es möglich, die Bearbeitungstiefe variabel von 0,1 mm bis 1,2 mm einzustellen. Dadurch wird individuell auf Schienenfehler eingegangen und ein unnötiger Materialabtrag am Schienenkopf kann vermieden werden. Da bei der Metro in New York weite Teile oberirdisch als Hochbahn geführt werden, sind erhöhte Lärmemissionen nach der Instandhaltung ein besonders kritisches Thema. Durch den Poliervorgang nach dem Fräsvorgang ist es aber möglich, die Geräuschentwicklung der Züge deutlich zu minimieren und künftige Schienenfehler zu vermeiden.

Die mobile Hochleistungsfräsmaschine MG11 wurde speziell für den Einsatz im innerstädtischen Betrieb konzipiert, mit einer Baugröße, die selbst für engste Lichtraumprofile geeignet ist. Somit ist es erstmals möglich, die Hochleistungsfrästechnologie in Metrotunneln einzusetzen. Diese Baugröße ermöglicht auch den einfachen Transport der Maschine auf einem Tieflader oder in einem 40 Fuß-Standardcontainer, was eine Überstellung der Maschine wesentlich erleichtert und die Flexibilität bezüglich verschiedener Einsatzorte maßgeblich erhöht. Die MG11 ist mit je einer Fräs- und Poliereinheit pro Schienenstrang ausgerüstet und kann mit einer Überfahrt bis zu 1,2 mm Schienenmaterial in Schienenkopfmittle abtragen. An der Fahrkante sind gleichzeitig bis zu 5 mm Materialabtrag erzielbar, abhängig vom Schädigungszustand der Schienen. Je nach Bedarf ist es mit der mobilen Hochleistungs-



Abb. 1: Anlieferung der MG11 im Container zu einem Depot der NYCTA (MTA New York City Subway)

fräsmaschine MG11 möglich, Vignolschienen, Rillenschienen und auch Weichen zu bearbeiten. Damit können mit einer Maschine alle Einsatzgebiete der Schienenreprofilierung abgedeckt werden. Für die Bearbeitung mit der MG11 müssen weder Gleisschaltmittel oder Komponenten der Weiche ausgebaut werden, noch sind nach der Bearbeitung Reinigungsarbeiten oder Brandschutzmaßnahmen nötig. Dieser Umstand führt zu einer Steigerung der Produktivität und zu einer deutlichen Reduktion der Gesamtkosten beim Reprofilieren der Schienen.

Hochleistungsfrästechnologie in New York

Die Metro in New York City (MTA New York City Subway) wurde Ende 1904 eröffnet und zählt zu den ältesten U-Bahnen der Welt. Der größte Teil des heutigen Streckennetzes wurde von Anfang bis Mitte des letzten Jahrhunderts gebaut. Die Metro besitzt 25 Linien, 472 Bahnhöfe sowie 380 Streckenkilometer. MTA New York City Subway befördert täglich fast 5 Mio. Fahrgäste und gehört zu den längsten und komplexesten Metronetzen der Welt. Obwohl NYCTA (New York City Transit Authority, der Be-

treiber des Netzwerkes von MTA New York City Subway) über Jahrzehnte mit konventionellen Instandhaltungsmethoden die Gleise bearbeitet hat, war es aufgrund der hohen Belastungen in diesem System nicht möglich, mit der Schädigung der Schienen Schritt zu halten.

Zum einen ist NYCTA an einem Verfahren interessiert, dass die Schienenfehler effektiver als bisher beseitigt, da durch immer kürzere Takt- und Sperrzeiten konventionelle Instandhaltungsmethoden mit ihrer geringen Abtragsleistung die Grenzen des Möglichen erreicht haben. Zum anderen wird ein Verfahren gesucht, das keine Reinigungsarbeiten in den Bahnhöfen oder im Tunnel erforderlich macht, da diese Reinigungsarbeiten sehr kosten- und zeitintensiv sind. Zusätzlich ist es durch die Linsinger Hochleistungsfrästechnologie auch möglich, gleichzeitig andere Instandhaltungstätigkeiten im Tunnel durchzuführen, da eine Umweltbelastung durch Staub und Rauch entfällt.

Im Jahr 2018 bot sich die Möglichkeit, die mobile Hochleistungsfräsmaschine MG11 im Metronetz von NYCTA zu Präsentationszwecken einzusetzen.

Die mobile Hochleistungsfräsmaschine wurde in einem 40 Fuß-Container per Schiff angeliefert (Abb. 1). Da es sich bei dem Container um einen Standardcontainer handelt, war der Transport unkompliziert abzuwickeln. Das Abladen und Eingleisen im Depot von NYCTA in Brooklyn erfolgte per Autokran. Der Eingleisvorgang selbst dauerte dann nur wenige Minuten und erfolgte mittels einer Gleisrampe (Abb. 2).

Die wichtigsten Schienenfehler in der Metro NYCTA sind Schlupfwellen und Schleuderstellen mit teilweise signifikanten Materialaufhärtungen sowie Höhenunterschiede der Gleise im Bereich der Verbindungslaschen der Schienenstöße. Ebenso sind auch klassische Rollkontaktermüdungsschäden (Rolling Contact Fatigue RCF), Profilverschleiß und plastische Materialverformung im gesamten Netz zu finden. Besonders bei Schlupfwellen, Schleuderstellen und deformierten Schienenstößen liefern herkömmliche Wartungsverfahren oft nur unzureichende Ergebnisse. Gesucht wird also ein Verfahren, mit dem einseits möglich ist, die ungewollten (periodischen) Aufhärtungen restlos zu eliminieren (und somit die Schädigung komplett zu beseitigen) und andererseits einen homogen verlaufenden Übergang der Schienen im Bereich der Verbindungslaschen herzustellen. Um dies zu erreichen, ist eine variable Zustellung der Bearbeitungswerkzeuge zwingend erforderlich. Da beim Hochleistungsfräsv erfahren die Zustellung der Bearbeitungstiefe über CNC-Achsen erfolgt, ist es möglich, diese Übergänge zu bearbeiten und zu glätten bzw. die Materialaufhärtungen im Bereich der Schlupfwellen und Schleuderstellen komplett zu entfernen.

Vor der eigentlichen Bearbeitung wurden die Maschinenparameter auf einem Testgleis eingestellt und Probefräsen durchgeführt. Für den



Abb. 2: Fräse MG11 im 40 Fuß-Container kurz vor dem Eingleisen im Depot von NYCTA

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Linsinger Maschinenbau GmbH /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
 genehmigt von DVV Media Group, 2019



Abb. 3: Teilnehmer der Demonstration bei NYCTA besichtigen das Ergebnis der Demofräsung.

Präsentationseinsatz selbst wurden Streckenabschnitte gewählt, die unter anderem auch massive Schleuderstellen aufweisen. Gefräst wurde zum einen oberirdisch, um das Bearbeitungsergebnis besser evaluieren zu können, zum anderen im Tunnel, um die reale Emissionsentwicklung, eventuellen Funkenflug und Schmutzentwicklung unter tatsächlichen Einsatzbedingungen besser bewerten zu können. Am Tag des Präsentationseinsatzes reisten Vertreter aus den wichtigsten Großstädten der USA an, um erstmals in Nordamerika die Hochleistungsfrästechnologie zu sehen.

Bearbeitung im oberirdischen Gleisabschnitt

Bei der Bearbeitung im oberirdischen Gleisabschnitt wurde im Bereich der massiven Schleuderstellen der Materialabtrag so gewählt, dass auch das deformierte Gefüge unter den Schleuderstellen entfernt werden konnte. Eine weitere Aufgabe war es, in einer Überfahrt alle Schienenfehler zu entfernen und das Sollprofil wiederherzustellen. Darüber hinaus befanden sich in dem Abschnitt mehrere verlaschte Schienenstöße, die unterschiedliche Schädigungszustände aufwiesen. Da diese Bearbeitungen mit dem derzeit eingesetzten Verfahren nicht realisierbar sind, war das Interesse bei den Besuchern bezüglich der Bearbeitungsergebnisse im oberirdischen Bereich extrem groß (Abb. 3).

Gleich zu Beginn der Bearbeitung überraschte die Besucher die Tatsache, dass sie direkt neben der mobilen Hochleistungsfräsmaschine MG11 hautnah beobachten konnten, wie die Prozessschritte des Schienenfräsens ablaufen. Als Materialabtrag wurden 0,8 mm gewählt, um die Schleuderstellen samt geschädigtem Gefüge zu entfernen. Eine staubfreie Bearbeitung bei dieser Abtragtiefe ist mit herkömmlicher Technologie unmöglich. Umso überras-

schender war die Tatsache für die Besucher, dass nach der Bearbeitung keine Späne oder Verunreinigungen am Gleis zu sehen waren. Die erste visuelle Begutachtung der Schiene zeigte einen perfekt reprofilierten Schienenkopf, die Schleuderstellen wurden in nur einer

Überfahrt entfernt. Die Oberflächen des Schienenkopfes wiesen eine wesentlich geringere Rautiefe im Vergleich zu den bis dato eingesetzten Verfahren auf (Abb. 4). Trotz enger Bogenradien, schlechter Gleislage und einer Vielzahl von Weichen





Abb. 4: Die Schienenoberfläche nach nur einer Überfahrt – vollständige Entfernung der Schädigung und exakt eingestelltes Zielprofil

im Depot von NYCTA gab es aufgrund der kompakten Baugröße der mobilen Hochleistungsfräsmaschine MG11 keine Probleme bei der Überstellfahrt in den U-Bahn-Tunnel zum zweiten Bearbeitungsabschnitt.

Bearbeitung im Tunnel

Da die Verschmutzung der Tunnel nach der Schienenbearbeitung eines der Hauptprobleme der Metro bei NYCTA darstellt, wurde für diesen Abschnitt die Abtragtiefe von 1 mm mit einem Vorschub von 12 m pro Minute gewählt. Bei einem so großen Abtrag sind bei einer konventionellen Reprofilierung,

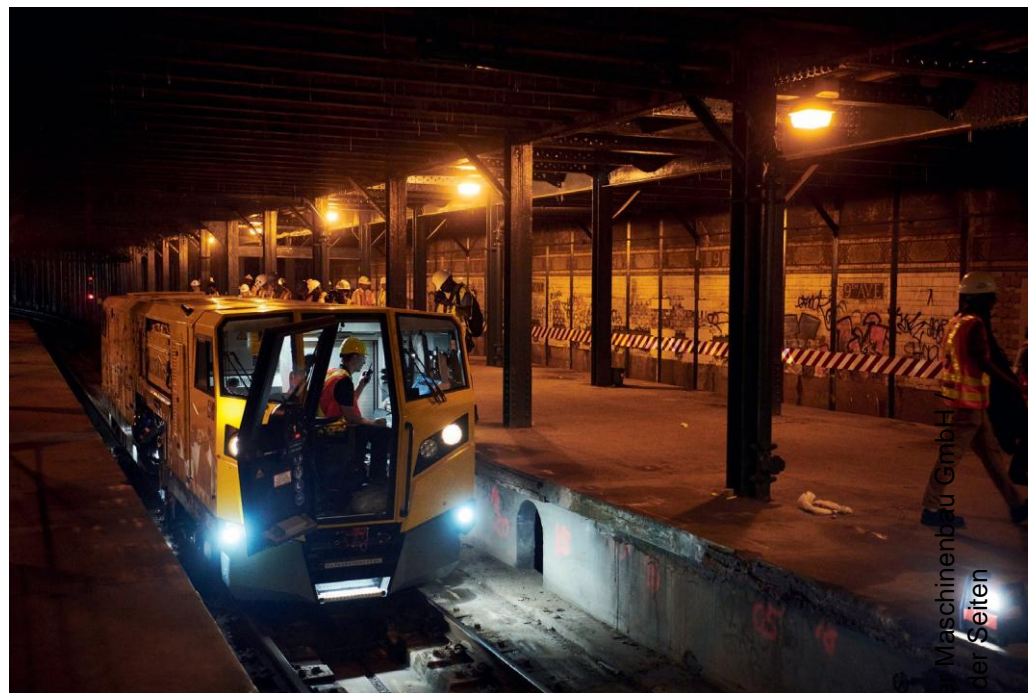


Abb. 5: Die mobile Hochleistungsfräsmaschine im Einsatz in einer Station von NYCTA.

mit mehreren Überfahrten, weitreichende Reinigungs- und Feuerschutzmaßnahmen zu treffen.

Die Tatsache, dass keine erweiterte Schutzausrüstung (z. B. Atemschutzmaßnahmen) beim Einsatz der Maschine im Tunnel nötig war, überraschte alle Teilnehmer. Die Besucher standen in der Metrostation direkt neben dem arbeitenden Schienenfräszug und dank des Linsinger Fräsprozesses, der Absaugung und des Filtersystems der mobilen Hochleistungsfräsmaschine kam es zu keinerlei Staubbelastung. Alles, was die MG11 nach der Bearbeitung hinterließ, war eine perfekt reprofilierte und fehlerfreie Schiene.

Regenerative Instandhaltung zur Verlängerung der Schienenlebensdauer

Mit diesem Einsatz der Hochleistungsfrästechnologie in der New Yorker Subway

konnten die Vorteile dieser innovativen Technologie unter herausfordernden ober- sowie unterirdischen Anwendungsszenarien demonstriert werden. Es konnte damit auch eine weitverbreitete Fehlkonzeption bezüglich des Schienenfräsens ausgeräumt werden. Oft wird korrektive Instandhaltung und der damit verbundene hohe Materialabtrag pauschal mit einer Verkürzung der Schienenlebensdauer in Verbindung gebracht. Jedoch kann mithilfe der Hochleistungsfrästechnologie genau das verhindert werden. Mit der Anwendung einer regenerativen Instandhaltungsstrategie kann durch gezielt angepassten Materialabtrag in spezifischen Bereichen des Schienenkopfes eine maßgebliche Verlängerung der Schienenlebensdauer erreicht und ein vorzeitiger Schienentausch und die damit verbundenen hohen Kosten vermieden werden. ■

ATLAS HANNOVER

Zweiwegebagger
Atlas AB 1604 ZW



- junge Maschinen
- viele Anbaugeräte
z.B. Hammer, Schwellenfach-, Sortiergreifer ...
- regelmäßig gewartet
- Bahnabnahme
- Rückfahrkamera
- Zusatzkreislauf Stopfgerät

Schienenscheren

MFSRC-240
bis 52 kg/mtr. Schiene
Gewicht: 2.500 kg
Trägergerät ab 19to.



2170



**Vermietung,
Verkauf und Service**

ATLAS HANNOVER Baumaschinen GmbH & Co.
Bremer Straße 6
30880 Laatzen
Tel.: 05102/7004-32
Fax: 05102/7004-44
Ansprechpartner: Erik Manowski
E-Mail: manowski@atlas.hannover.de



Dipl.-Ing. (FH) Peter Moser

International Sales Manager
Rail Milling Department Linsinger
p.moser@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

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für Linsinger
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher
genehmigt von DVV Media Group, 2019