

Schienenlogistik auf neuem Sicherheitsniveau

Automatisierte Schienenladezüge steigern Qualität und Effizienz beim Austausch von Langschienen.

JAN FLÄMIG

Schienenladezüge sind seit Jahrzehnten bei Infrastrukturbetreibern und Dienstleistern der Bahnen weltweit erfolgreich im Einsatz. Sie ermöglichen den Transport von Langschienen direkt vom Werk oder Schienenlager an die Baustelle samt Ablage der Profile unmittelbar am Gleis sowie die Aufnahme ausgebafter Altschienen und deren Abtransport zur Weiterverwendung oder zum Recycling. Eine Weiterentwicklung der Ladeprozesse setzt auf die Automatisierung wesentlicher Funktionen, minimiert den Personalbedarf bei maximaler Transportleistung und erhöht so zugleich Effizienz und Arbeitssicherheit.

Einleitung

Modularisierte Schienenladezüge (Abb. 1) dienen dem Transport von Schienenprofilen in teilweise beträchtlicher Länge über große Entfernungen. Robel lieferte bereits 1964 den ersten Schienenladezug an die damalige Deutsche Bundesbahn. Er bedeutete wegen der nun transportierbaren Schienenlängen eine erste technische Evolution in der Schienenlogistik. Das Prinzip wurde in Kooperation mit Kunden über die Jahrzehnte bedarfsbezogen weiterentwickelt [1]. Aktuell in Fertigung ist nun eine stark modifizierte Neuentwicklung als automatisierter Schienenladezug Rorex (Robel Rail Exchange System), der die zweite Evolution der Langschienenlogistik einleiten wird.

Die Grundkomponenten

Ein Schienenladezug setzt sich im Allgemeinen aus wie folgt gereihten Komponenten zusammen: Eine Ladeinheit an der Spitze des Zuges bzw. an der Baustelle gefolgt von einer mehrteiligen Transporteinheit. Der Manipulator bewegt sich über die gesamte Länge des Zuges. Für die Option eines Zweirichtungsbetriebs wird an die letzte Transporteinheit eine weitere Ladeinheit gereiht und die Ladeinheit mit einer Wendevorrichtung versehen. Das neue System ist ein Verband aus mehreren Waggons mit Modul-Aufbauten, dessen Kernkomponenten – Transporteinheit, Manipulator und Ladeinheit – einen neuen Grad der Automatisierung aufweisen.



Abb. 1: Modulares Schienenladesystem mit Manipulator und Transporteinheit

Die Transporteinheit (Rotrans) (Abb. 2) besteht nicht aus Waggons in Sonderbauart, sondern aus Spezialaufbau-Modulen mit 40 Fuß Container-Rahmen, die auf standardisierten Tragwagen mittels Containeraufnahmen befestigt sind. Robel übernimmt die Konstruktion und Fertigung der eigentlichen Arbeitsmodule, die

Lauftechnik in Form der Tragwagen wird von Zulieferern beigesteuert oder ist beim Kunden schon vorhanden.

Der Manipulator (Roman) (Abb. 3) ermöglicht das Schienenladen an der Baustelle, also sowohl das Ablegen der Langschienen als auch die Aufnahme der Altschienen.

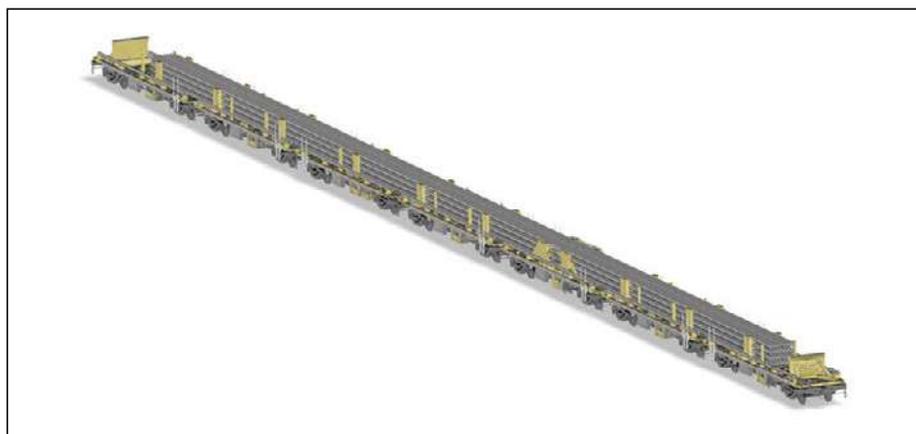


Abb. 2: Die automatisierte Transporteinheit mit schwenkbaren Auflagereihen wird auf Standard-Tragwagen befestigt.

Die vollständig neu entwickelte, ferngesteuerte Ladeinheit (Rochute) (Abb. 4) ist Nachfolger der bisherigen, personalbedienten Rutschenwagengarnituren. Sie erlaubt eine besonders schonende Schienenablage an der Baustelle und aufgrund ihrer ebenfalls auf Container-Rahmenbauweise basierenden Konstruktion mit drei Modulen den Verzicht auf Spezialfahrzeuge.

Automatisierte Transporteinheit steigert Arbeitssicherheit

Hydraulisch schwenkbare Reihenauflegeböcke dienen der sicheren wie schonenden Lagerung der Langschienen auf der Transporteinheit. Sie tragen je nach Bauart bis zu acht oder zehn Schienen nebeneinander und zwei bis fünf Lagen übereinander. Jedes Schienenfach besteht unten aus einer Tragrolle, um die Langschienen möglichst reibungsarm abziehen zu können. Die Lagen werden in Reihen von unten nach oben belegt und von oben nach unten entleert. Die aufrecht stehende Langschiene wird bei Bogenfahrt schonend und sicher geführt, die erforderlichen Freiheitsgrade in Längs- und Querrichtung sind gewährleistet. Neu ist, dass die Auflagerreihen hydraulisch schwenkbar sind. Dies erlaubt den Zugang zu tieferliegenden Lagen zum Be- und Entladen ohne jegliche manuelle Manipulation: Die Transporteinheit muss nicht mehr betreten werden, ein Quantensprung für Bediener-sicherheit. Schwenkvorgang und Verriegelung werden digital per Funkfernbedienung ausgelöst und von Sensoren überwacht. Die Transporteinheit wird vollständig durch die beiden Bediener des Manipulators gesteuert.

Transportsicherung

An einer Stelle – bei sehr langen Langschienen an zwei Stellen – sind die Profile im Interesse der Transportsicherheit in Längsrichtung zu fixieren. Diese Aufgabe übernimmt das Klemmgerüst (Abb. 5) auf einem entsprechend bestückten Spezialmodul. Es fixiert jeden Schienenfuß mittels seitlicher, hydraulisch zu öffnender Federkraft-Klemmen.

Sensoren informieren den Bediener über die erfolgreiche Klemmung jeder einzelnen Schiene am Schienenfuß. Sämtliche bisher üblichen Verschraubungen zum Fixieren fallen weg und somit für die Mannschaft sowohl das riskante Begehen des Ladegutes als auch das kräftezehrende Anziehen der Schrauben (Abb. 6). Ähnlich wie beim Reihenauflegebock sind auch die einzelnen Lagen der Klemmvorrichtung hydraulisch ein- und ausschwenkbar. Jede Klemmung wird erst unmittelbar vor dem Abladen an der Baustelle gelöst, jedes Fach für die Schienenklemmung (Slot) ist sensorüberwacht und an der Fernsteuerung einzeln anwählbar.

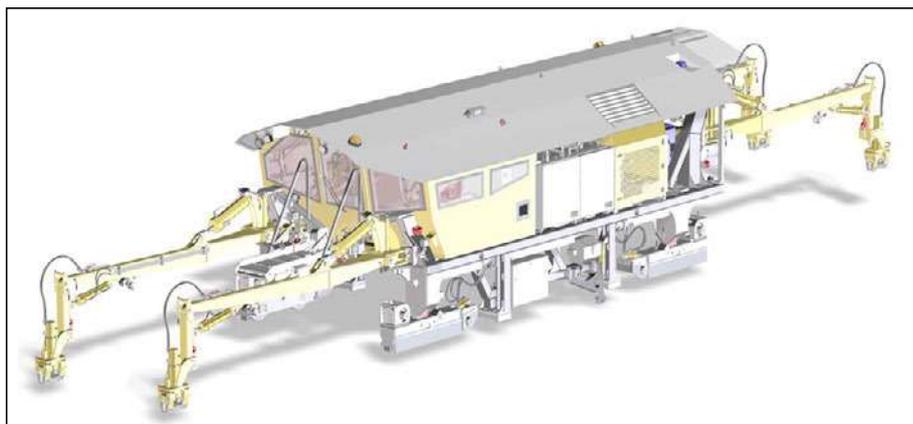


Abb. 3: Gesteuert von zwei Bedienern bewegt sich der Manipulator unabhängig vom System über die gesamte Zuglänge.

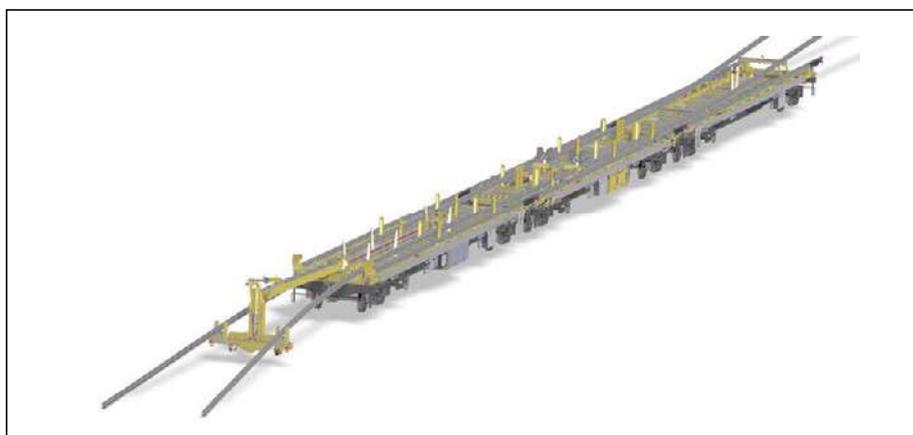


Abb. 4: Die auf drei Tragwagen montierte Ladeinheit ist vollautomatisiert und wird per Fernsteuerung bedient.

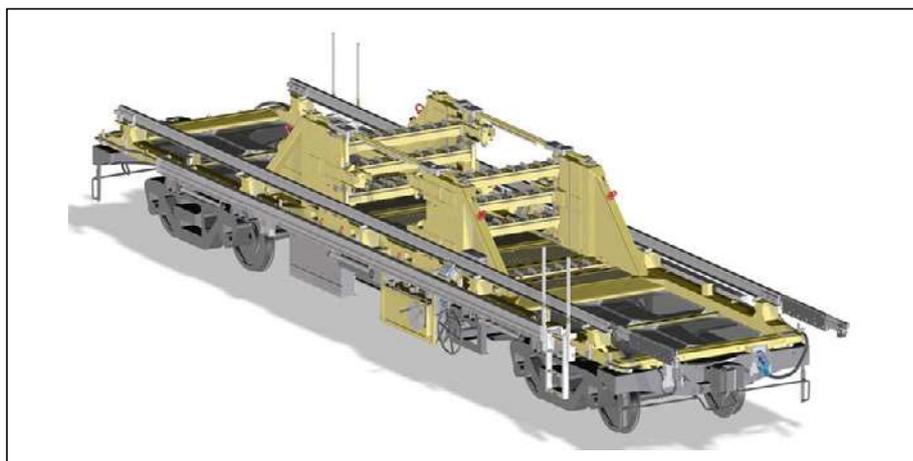


Abb. 5: Das Klemmgerüst fixiert jeden einzelnen Schienenfuß, sensorüberwacht und ferngesteuert.

Zusatzsicherung

Als Rückfallebene für höchste Transportsicherheit verfügt jeder Rorex-Zug an beiden Enden über eine Prallwand (Abb. 2), die für den Ladevorgang hydraulisch um 90 Grad in die Senkrechte absenk- und verriegelbar ist. Alle Bewegungen der Prallwände werden vom Personal funkfern-gesteuert

ausgelöst, digital überwacht und hydraulisch betätigt.

Energieversorgung

Ein Zwischenwagenmodul ist mit allen für die Versorgung des gesamten Systems erforderlichen Aggregaten ausgerüstet. Dazu gehören – alle unterflur am Modulrahmen hängend



Abb. 6: Ein Bild, das bald der Vergangenheit angehört: Das riskante manuelle Verschrauben des Ladegutes entfällt, zu keiner Zeit befinden sich Personen auf der Einheit.

und in entsprechenden Freiräumen des Tragwagens angeordnet – ein Dieselaggregat mit Generator, die elektrische Hydraulikpumpe, Tanks für die Betriebsmittel sowie die elektronischen Steuerelemente, Batterie und alle erforderlichen Leitungsverbindungen. Die Bedienung von dieselektrischem Power Pack und Hydraulikpumpe erfolgt wie die gesamte Fahrzeugsteuerung in der Regel über die Funkfernsteuerung, jedoch ist auch ein klassisches, von einer Seite zugängliches Schaltpult in der Nähe des Power Packs montiert.

Manipulator für sanfte Schienenbewegung

Der auf den Modulen des Zuges in Längsrichtung fahrbare Schienenmanipulator übernimmt das Heranbringen abzuladender Langschienen und das Aufnehmen von Altschienen. Ausgestattet mit einem unabhängigen hydrostatischen Fahrtrieb bewegt sich der Manipulator auf eigenen Fahrschienen über die gesamte Länge des Zuges. Zwei hydraulische Zangen am Ende von frei beweglichen Schwenkarmen führen die Schienen beim Auf- und Abladevorgang. Kameras überwachen den hinteren Ladebereich – der Bediener kontrolliert somit alle Arbeitsprozesse von der Kabine aus.

Automatisierte Ladeeinheit mit Einmann-Bedienung

Bei der Rorex's Neukonstruktion entfallen die bisher üblichen Rutschenwagengarnituren. Ihre Aufgabe übernehmen Modulrahmen mit Spezialaufbauten auf Tragwagen mit einer Länge von 60 Fuß; ein flexibel ausfahrbarer

Ladesatellit am Ablageende (Abb. 7) ersetzt die schrägen Führungskanäle. Der Grundaufbau auf Tragwagen führt zudem zu einem flacheren, für die Schienen noch schonenderen Verlauf. Sämtliche Hydraulikfunktionen sind funkfernsteuerbar. Ein manueller Eingriff ist an keiner Stelle erforderlich, weswegen hier ein Bediener für sämtliche Bedienhandlungen ausreicht.

Neu: Ladesatellit

Der Ladesatellit ist die markanteste Neuerung des automatisierten Schienenladezuges. Er befindet sich am Kopfende von Wagen 1 der Einheit, dort wo die Schienen abgeladen oder aufgenommen werden, und übernimmt die

Führung der Schiene in Längs- und Querrichtung vor der Pufferbrüst. Zudem bietet er die erforderliche Unterstützung des Schienenprofils nach Art eines in drei Dimensionen (links/rechts, hoch/tief, Längenauszug) verstellbaren Rollenauflegers. Bei Transport- und Überstellfahrten ist der Satellit hydraulisch eingezogen, sein Auflageelement um 90 Grad hochgeklappt und fixiert. Satellit und zugehöriger Hydraulikarm finden ihre Ruheposition somit vollständig innerhalb des Modulrahmens. Auf Wagen 2 der dreiteiligen Ladeeinheit kann der Manipulator bei Transport- und Überstellfahrten sicher geparkt werden, Wagen 3 dient der variablen Höheneinstellung der Schienen auf den Ladeebenen.

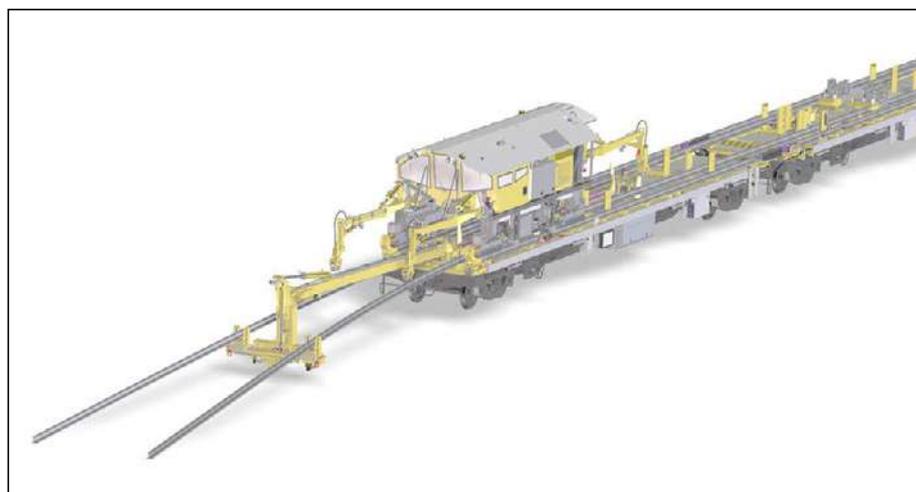


Abb. 7: Spannungsfreies Abladen: Der Manipulator greift das Schienenpaar und führt dieses über die Ladeeinheit bis zum Ladesatelliten.

Besondere Herausforderungen beim Langschienentransport

Schienen sind robuste Walzprofile mit großem Flächenträgheitsmoment bei gleichzeitig hoher Empfindlichkeit. Allerdings sind Langschienen in gewissen Bereichen elastisch biegsam. Nur deshalb ist der Transport von bis zu 500 m Länge messenden Schienenprofilen auf einer Waggonreihe und auch durch Bögen auf der Strecke überhaupt möglich (Abb. 8). Dennoch ist beim Transport darauf zu achten, dass die Langschienen nicht übermäßig beansprucht und nur im Rahmen ihrer technologischen Grenzen und immer aufrecht stehend gebogen werden, sie dürfen nicht verkanten oder umfallen.

Die Rorex-Gesamtkonstruktion wird der Anforderung hoher Sorgfalt in Transport- und Ladesituationen in allen Punkten gerecht. Die Technik des automatisierten Schienenladezuges erlaubt das spannungsarme Ab- und Aufladen von Langschienen [2, 3] jeder Länge. Das hat großen Einfluss auf deren Liegedauer und ist somit ein wesentlicher Nachhaltigkeitsfaktor. Für Altschienen gilt, dass sie durchaus noch für den Einbau auf weniger stark belasteten Strecken geeignet sein können, entsprechend werterhaltend sind auch sie zu laden und zu transportieren.

Arbeitsablauf Langschienenladen im Walz- oder Schweißwerk

Im Werk wird die Transporteinheit von oben beladen, jede Schiene einzeln beispielsweise von mehreren, parallel arbeitenden Portalkränen Slot für Slot auf die Transporteinheit aufgelegt. Seitens Rorex ist dabei nur ein Bediener erforderlich, der neben der Aufsicht das simultane Einschwenken der Ladeebenen aller Reihenauflegeböcke per Fernsteuerung sowie ebenfalls auf Knopfdruck das Fixieren der Schiene im Klemmgerüst übernimmt.

Arbeitsablauf Abladen an der Baustelle

An der Baustelle greift der Manipulator zwei abzulegende Schienen jeweils am Ende und führt sie über die Ladeeinheit hinweg bis zum Ladesatelliten (Abb. 7). Dann fährt er auf die Transporteinheit zurück, greift die Schienen nochmals und schiebt sie nach vorn, bis diese 25 bis 30 m im Gleisbett liegen. Nachfolgend wird der gesamte Zug unter dem sich abladenden Schienenpaar abgezogen.

Kann der Manipulator die Transporteinheit nicht befahren, greift er zunächst mit seinen hinteren Greifarmen ein dort liegendes Schienenpaar und zieht es auf die Ladeeinheit, dann nach Umgreifen mit den vorderen Schienenzangen von dort weiter über den Ladesatelliten zur Ablage auf den Schwellen.

Arbeitsablauf Aufnehmen von Altschienen

Der Manipulator fährt über die Ladeeinheit an die Zugspitze, greift zwei Schienenenden,

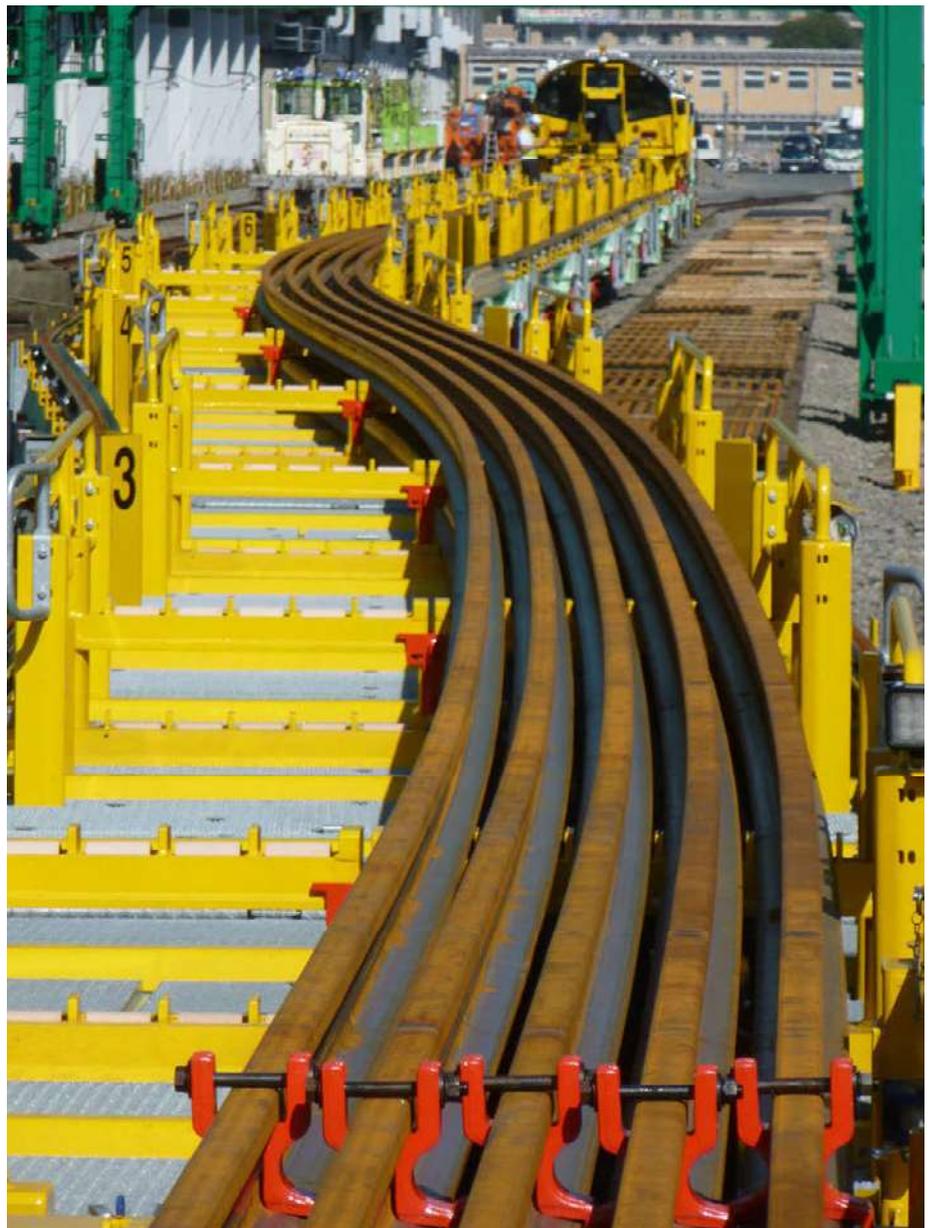


Abb. 8: Hart, biegesteif, hochempfindlich und trotzdem elastisch – der Transport von Langschienen durch Bögen ist eine technologische Herausforderung.

hebt diese an und hält sie, bis die gesamte Ladeeinheit unter der zu verladenden Schiene vorgeschoben ist. Er fährt dabei mit exakt derselben Geschwindigkeit wie der Ladezug in entgegengesetzter Richtung über dessen seitliche Tragschienen, steht also an Ort und Stelle in Relation zur Umgebung.

Konstruktion folgt Gegebenheiten und Aufgabe

Standardmaß der Transport- und Ladeeinheit ist ein dem 40-Fuß-Container entsprechender Aufbauahmen. Dank der Ausführung als Modulaufbau für Tragwagen kann das System konstruktiv aber nicht nur an neu zu beschaffende oder standardisierte Tragwagen, sondern auch an bereits im Fuhrpark vorhandene Containerwaggons angepasst werden.

Anzahl und Masse der Schienenprofile

Die Langschienentransporteinheiten können für eine unterschiedliche Zahl zu verladender Schienenprofile ausgelegt werden. Die Regel sind 30 Schienen in drei Lagen übereinander zu jeweils zehn Stück nebeneinander, die maximale Ladekapazität liegt bei 50 Schienen.

Das Metergewicht der zu transportierenden Schienen darf bis zu 60 kg/m betragen. Durch projektspezifische Anpassungen am System kann das Metergewicht auf 75 kg/m erhöht werden. Da grundsätzlich nur ein Schienenprofil pro Ladefach geladen werden kann, wird die zulässige Gesamtmasse stets eingehalten. Eine Überlastung des Systems ist ausgeschlossen, allenfalls sind die zu befahrenden Streckenklassen und eventuelle weitere äußere Einschränkungen zu beachten.

Länge der Schienenprofile

Die zumeist übliche Standardlänge von Langschienen liegt in Mitteleuropa bei 120 m. Der automatisierte Ladezug kann für kürzere, aber auch für erheblich längere Schienen ausgelegt werden: Die Bandbreite dafür reicht von 60 bis 500 m Länge. Diese Maximallänge erfordert, abgesehen von entsprechend vielen Waggons mit Reihenauflegeböcken, lediglich ein zweites Klemmgerüst.

Art der Schienenprofile

Weltweit sind derzeit rund 120 Schienenprofile im Einsatz. Für alle können die Langschienentransporteinheiten, insbesondere die Klemmgerüste, eingerichtet werden und sind für mehrere Schienentypen zugleich geeignet. In der Praxis werden das drei bis vier unterschiedliche Profile mit ähnlichen Abmessungen des Schienenfußes sein. Das kommt Betreibern entgegen, die ihre Transporteinheiten grenzüberschreitend in mehreren Ländern für möglicherweise unterschiedliche Profile einsetzen.

Maximierte Transportleistung

Wie beschrieben können auch mehrere Module gekuppelt als ein Transportzug eingesetzt werden. So lässt sich die Transportkapazität auf bis zu 50 Stück 330 m langer Schienenprofile oder bis zu 100 Stück 165 m messender Langschienen steigern. Abweichende Längen sind bei Bedarf ebenfalls transportabel.

Weniger Personal, mehr Sicherheit

Gegenüber allen bisher bekannten Langschienentransportzügen kommt der automatisierte Rorex beim Entladevorgang oder der Schienenaufnahme an der Baustelle mit der Mindestanzahl von nur drei Personen aus. Zwei Bediener steuern die Bewegungen jeweils einer Schienenzange am Manipulator und die Funktionalität der Transporteinheit, ein dritter vor Kopf des Zuges im Baugleis das Ab- bzw. Aufladen via Ladeeinheit. Die Fernsteuerung der Reihenauflegeböcke und Klemmen obliegt dabei dem Bediener im Manipulator. Der Fahrstrom in der Oberleitung muss nicht abgeschaltet werden, da sich niemand ungeschützt, also außerhalb der Kabine des Manipulators, auf der Einheit bewegt. Anders als bisher (Abb. 6) hält sich keine Person mehr auf den Ladeeinheiten oder neben dem Schienenladezug auf, ein großes Plus für die Arbeitssicherheit am Gleis. ■

QUELLEN

- [1] Klee, B.: Schienenwechsel als Instandhaltungs-Gradmesser, EISENBAHN INGENIEUR KOMPENDIUM 2018, S. 33–47
- [2] Fischer, F. D.; Schreiner, W.: The Rail Unloading Problem, Technische Mechanik, Band 22, Heft 4 (2002), S. 317–321
- [3] Fischer, F. D.; Schreiner, W.; Pointner, P.: Abladen von sehr langen Schienen, ZEVrail, Glasers Annalen 127, Heft 6/7 (2003)



Dipl.-Ing. Jan Flämig

Leiter Entwicklung und Konstruktion Systeme & Fahrzeuge
Robel Bahnbaumaschinen GmbH, Freilassing
jan.flaemig@robel.com

29. Internationale Ausstellung Fahrwegtechnik (iaf) 20. - 22. Mai 2025 in Münster

- Weltweit größte Messe auf dem Gebiet der Fahrwegtechnik
- Über 200 internationale Aussteller
- Über 15.000 Fachbesucher
- 15.000 m² Hallenfläche, 6.000 m² Freigelände und 3 km Gleise
- Seminare und Workshops im iaf Salon
- Jobbörse und Karrieretag

Weitere
Informationen unter:
www.iaf-messe.com

