

Oberleitungen – Neubau, Umbau und Instandhaltung

Manfred Irsigler, Johann Kohel, Wien

Die gestiegenen Forderungen an die Qualität, Zuverlässigkeit, Betriebssicherheit und Verfügbarkeit von Oberleitungen für Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsstrecken veränderten die Planungsparameter und in der Folge die Neubau- und Instandhaltungsstrategien. Auch im Hinblick auf die Verminderung der Kosten und die Verkürzung der Bauzeiten wurden optimierte Arbeitsverfahren für die Montage mit neuen Anforderungsprofilen für moderne Arbeitsmaschinen entwickelt. Es entstanden Oberleitungsumbau- und -neubaumaschinen und multifunktionale Motorturmwagen, die einer komplexen Arbeitstechnologie beim Neubau, Umbau und bei der Instandhaltung angepasst sind.

Overhead contact lines – installation, reconstruction and maintenance

The increasing requirements on quality, reliability, security and availability of overhead contact lines for high-speed and high-performance railways altered the planning parameters and, as a consequence, the strategies for installation and maintenance. Also in view of cost reductions and shortenings of installation periods optimised working procedures were developed resulting in new requirement profiles for up-to-date working machinery. Special contact line installation and reconstruction machines and multi-purpose platform motor coaches were created, which are adjusted to the integrated working procedures for installation, reconstruction and maintenance of overhead contact lines.

Lignes aériennes de contact - installation, reconstruction et maintenance

Les exigences croissantes concernant la qualité, la fiabilité, la sécurité, et la disponibilité des lignes aériennes de contact des lignes à grande vitesse et de celles supportant un trafic élevé ont modifié les paramètres de planification et, en conséquence, les stratégies pour l'installation et la maintenance. De même, dans le but de réduction des coûts et de la durée des périodes de travaux, des procédures de travail optimisées ont été développées résultant dans de nouvelles exigences de profil pour des machines modernes. Des machines particulières d'installation et de reconstruction de ligne de contact et des véhicules motorisés multifonctions avec plateforme ont été créés, ils sont adaptés aux procédures complexes d'exécution des travaux pour l'installation, la reconstruction et la maintenance des lignes aériennes de contact.

1 Einführung

Mit dem verschärften Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern haben sich auch die Rahmenbedingungen und Märkte für die Bahnen stark verändert. Die Notwendigkeit, die Kosten zu begrenzen, erfordert es, alle Rationalisierungspotenziale zu nutzen. In Verbindung mit gestiegenen Anforderungen an die Betriebssicherheit, Qualität, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit von Oberleitungen – insbesondere für Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsstrecken – werden die Neubau- und Instandhaltungsstrategien angepasst. Erhebliche Leistungssteigerungen werden mit Oberleitungsumbau- und -neubaumaschinen (FUM) und Motorturmwagen (MTW) mit einer innovativen Arbeitstechnologie beim Neubau, bei der Erneuerung und Ertüchtigung bestehender Anlagen für höhere Anforderungen und beim Fahrdrachtwechsel erreicht.

Bei herkömmlichen Montagethoden wurde mit einfachen Geräten, viel Personal, großem Zeitaufwand und langen Sperrzeiten gearbeitet. Mit modernen Arbeitsverfahren mit Spezialgeräten, die an alle Einsatzzwecke angepasst werden können, lassen sich optimale Produktionsleistungen erzielen und die geforderten Güte- und Arbeitssicherheitskriterien zuverlässig einhalten.

2 Rahmenbedingungen für Arbeitsmaschinen zum Errichten von Oberleitungen

2.1 Sachstand

Für neue Oberleitungsbauarten – insbesondere für Neubau- und Ausbaustrecken im transeuropäischen Bahnnetz nach den Plänen der EG [1] – gelten neue Planungs-, Di-



Bild 1: Herkömmliche Oberleitungsmontage.

- Eine feinfühligere Steuerung der Nennzugkraft über mehrere Windenräder ist notwendig, insbesondere auch bei den hohen Zugkräften für Hochgeschwindigkeitsoberleitungen.
- Die Nennzugkräfte müssen in engen Toleranzgrenzen auch in den sensiblen Arbeitsphasen beim Start und Stopp der Verlegung eingehalten werden.
- Wegen der Fahrdrähte mit 120 bis 150 mm² Querschnitt und den hochfesten Legierungen sind die Ansprüche an die Verlegequalität nur mit mechanisierten Verfahren und komplexer Arbeitstechnologie wirtschaftlich zu erfüllen.

mensionierungs- und Qualitätsanforderungen nach der Richtlinie 2004/50/EG [2], den zugehörigen Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität [3], den neuen Europeanormen EN 50367 [4] und EN 50388 [5], der Norm EN 50116 [6] und den UIC-Empfehlungen. Die geforderte Ausbaugeschwindigkeit bestimmt die Bauart der Oberleitungen, wobei hohe Zugspannungen, gleichmäßige Elastizität und geringe Toleranzen bei der Fahrdrähtlage, bei Neigungswechsel und bei den Zugkräften notwendig sind. Des Weiteren sind die Vorgaben für die Kontaktkräfte zwischen Fahrdrähten und Stromabnehmer bei einem oder mehreren anliegenden Stromabnehmern einzuhalten.

Hohe Betriebssicherheit, lange Lebensdauer und somit möglichst niedrige Lebenszykluskosten sind anzustreben. Von wesentlichem Einfluss auf diese Parameter ist die Genauigkeit bei der Montage, damit eine gleich bleibend hohe Qualität sichergestellt wird. Die Qualität wird durch montage- und instandhaltungsfreundliche Oberleitungen, angepasste Montagetechnologien mit entsprechenden Arbeitsgeräten und -maschinen sowie durch das Können der Montageteams erreicht.

2.2 Anforderungen an das Verlegen der Drähte und Seile

Aus den Vorgaben leiten sich die Anforderungen an das Verlegen der Drähte und Seile ab:

- Der Fahrdraht muss von den Trommeln unbeschädigt, nicht verdreht und nicht verformt mit der Nennzugkraft der Bauart abgewickelt und den Einbaupunkten an den Auslegern zugeführt werden.
- Dies erfordert eine exakte Steuerung der Trommeln hinsichtlich Drehmoment und Seitenlage und die Führung des Fahrdrahts und der Seile durch die Verlegemaschinen.

3 Entwicklungsschritte bei den Montageverfahren

3.1 UIC-Merkblatt 793 E

Das UIC-Merkblatt 793E [7] „Arbeitsverfahren zur mechanisierten Oberleitungsmontage“ fasst grundlegend die verschiedenen, bei den Bahnen gebräuchlichen Verfahren, die Zielsetzungen, die Vergleichs- und Bewertungsmethoden, die Richtwerte und die Maschinenteknologie zusammen. Damit wird eine Entscheidungshilfe über Investitionen in die Maschinenteknologie, die Auswahl der Verfahren und der Arbeitsgeräte entsprechend den unternehmensspezifischen Zielen und den infrastrukturellen Rahmenbedingungen angeboten. Die Arbeitsverfahren sind nach der Montagesituation – wie Fahrdrähttausch, Fahrdraht- und Tragseiltausch, Verlegen von Leitern für die Stromversorgung oder für die Rückstromführung – gegliedert und ermöglichen deren Bewertung.

3.2 Herkömmliche Baumethoden

Oberleitungen werden vielfach mit Bauzügen bestehend aus angepassten Güterwagen und Leitern montiert oder erneuert. Dabei werden Tragseile und Fahrdrähte von den Speichertrommeln weg nicht kontrolliert geführt und mit einer undefinierten Zugkraft verlegt. Nach dem Verlegen müssen die Zugkräfte zum Ausrichten über die Nennwerte hinaus erhöht werden. Erst nach einer „Reckpause“ können die Ausleger, Hänger und Stromverbinder positioniert werden. Dass dabei eine Vielzahl von Mitarbeitern (Bild 1) und Hilfsgeräten erforderlich ist, ergibt sich aus den erforderlichen Arbeitsschritten. Bei dieser Arbeitsmethode mit durchwegs schwerer manueller Belastung ist ständig eine hohe Aufmerksamkeit notwendig, um den Arbeitssicherheitsregeln gerecht zu werden.

3.3 Technik kontinuierlicher Montageverfahren

Ziel eines kontinuierlichen Verfahrens ist es, Neubauten, Umbauten und Fahrdrachtwechsel zeit- und kostengünstig durchzuführen sowie eine hohe Verlege- und Arbeitsqualität durch eine Art Fließbandarbeit mit Hilfe eines Oberleitungsbauzuges zu erreichen. Die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM) stellt dabei die zentrale Einheit dar.

Der gesamte Montagevorgang wird in sich wiederholende Schritte geteilt, die für sich optimiert werden. Die aufeinander abgestimmten Maschinengruppen werden geringfügig zeit- und/oder wegversetzt gefahren.

Für alle Maschinengruppen in einem Nachspannabschnitt ist der gleiche Arbeitsfortschritt eingeplant, den die Oberleitungsbaumaschine mit kontinuierlich 5 bis 15 km/h Montagegeschwindigkeit vorgibt.

Die Arbeitsfahrten der vorauslaufenden Motorturmwagen oder Montageturmwagen zur Demontage von Hängern, Einspeisungen, Seitenhaltern, Stromausgleichsverbindern und so weiter sowie der nachlaufenden Maschinen zur Herstellung der Befahrbarkeit der neu verlegten Oberleitungen sind getaktet.

3.4 Anwendung dieses neuen Montageverfahrens

Die Schwedischen Staatsbahnen (Banverket) realisierten gemeinsam mit Plasser & Theurer, Österreich, erstmalig das technische Konzept für eine Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM) [8; 9; 10; 11]. Der Bauzug von Banverket, bestehend aus zwei FUM-Einheiten und zwei auf den Dächern von Bahnfahrzeugen verfahrbaren Montagebühnen, trägt in einem Arbeitsgang Fahrdracht und Tragseil ab und verlegt die neue Oberleitung mit der auf die jeweilige Bauart abgestimmten Nennzugkraft.

Während des Verlegevorganges werden die Ausleger von der Arbeitsbühne eines FUM aus montiert und die vorgefertigten Hänger von den getrennt verfahrbaren Montagebühnen aus eingebaut. Nach Abschluss der Arbeiten können die Züge im Allgemeinen wieder mit der Streckengeschwindigkeit fahren.

4 Aktuelle Ausführung der Arbeitsmaschinen

4.1 Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine früherer Bauart

Bild 2 zeigt eine frühere Ausführung einer Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM) [8].

Die selbst fahrende Drehgestellmaschine hat einen hydraulischen Verlegekran mit Umlenkrollen für Fahrdrähte und Seile sowie zwei Schwenkrahmen mit Friktionswinden, die auch die Fahrdracht- und Seiltrommeln aufnehmen. Mit den Umlenkrollen des Verlegekranes werden

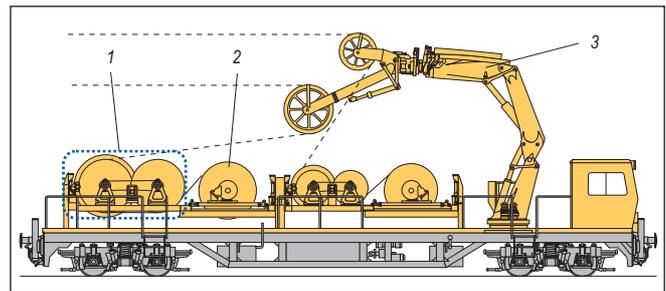


Bild 2: Prinzipbild der Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine mit hydraulischem Verlegekran.

- 1 Friktionswinde
- 2 Speichertrommel
- 3 Verlegekran mit Umlenkrollen

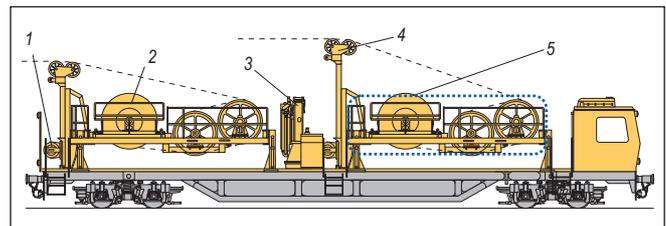


Bild 3: Prinzipbild der Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine mit teleskopierbaren Hubmasten.

- 1 Seilwinde
- 2 Speichertrommel
- 3 Arbeitskran
- 4 Hubmast mit Rollenköpfen
- 5 Windentisch mit Friktionswinde

Fahrdracht und Tragseil in die jeweilige Montagehöhe und Seitenlage gebracht oder aus der Einbauposition übernommen. Sie werden beim Abtrag der Oberleitung über die Umlenkrollen des Verlegekranes den im Schwenkrahmen eingespannten Speichertrommeln zugeführt, die hydraulisch und elektronisch gesteuert eine geeignete Zugspannung vorgeben. Bei der Verlegung werden diese von den in dem Schwenkrahmen eingespannten Speichertrommeln über die hydraulisch und elektronisch gesteuerten Friktionswinden, die die Nenn-Zugkraft nach der jeweiligen Oberleitungsbauart vorgeben, über die Umlenkrollen des Verlegekranes geführt und in die Endlagen gebracht.

4.2 Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine der neuesten Generation

Die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine der neuesten Generation (Bild 3) besitzt anstelle des hydraulischen Verlegekranes teleskopierbare Hubmasten mit Rollenkopf auf zwei schwenkbaren Windentischen (Bild 4). Die voneinander unabhängig zu steuernden Windentische tragen je vier Friktionswindenräder, wovon mindestens drei hydrostatisch angetrieben sind, und die hydraulisch angetriebenen Speichertrommeln für Fahrdrähte und Seile. Des Weiteren besitzt die Maschine zusätzliche Seilwinden und einen Arbeitskran. Die Seilwinden sind an den Hubmasten angeordnet und werden zum Beispiel zum Abziehen von Fahrdrähten und Seilen von den Speichertrommeln über die Friktionswinden verwendet.



Bild 4: Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine im Einsatz.

Mit den Friktionswinden werden die benötigten Zugkräfte stufenlos eingestellt und konstant gehalten. Von den Speichertrommeln werden Fahrdrähte und Seile über die Friktionswinden und die Rollenköpfe der Hubmasten abgezogen und mit der geforderten Zugkraft in die Montageposition gebracht. Die Hubmasten werden abhängig von der geforderten Seitenlage wegen Zickzack und bei Ab- oder Nachspannungen mit der Drehbewegung der Windentische mitgeschwenkt, um ein Verwinden des Tragseiles oder Fahrdrachts zu vermeiden. Zusätzlich sind die Speichertrommeln im Schwenkrahmen seitlich verschiebbar, damit Fahrdrähte und Seile geradlinig in die Friktionswinden einlaufen können. Dies ergibt die notwendige Montagegenauigkeit und vermeidet bleibende Verformungen des Fahrdrachtes.

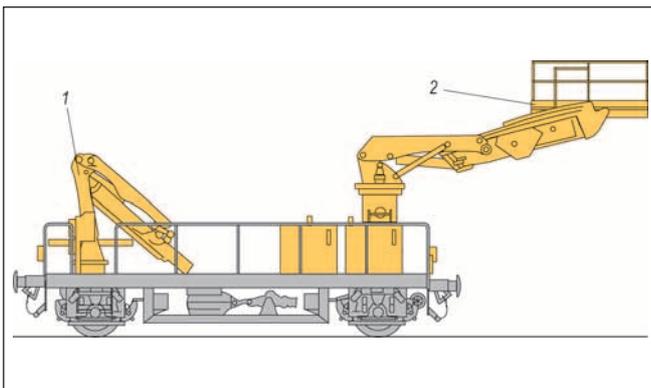


Bild 5: Prinzipbild des Arbeitsbühnenwagens mit frei schwenkbarer Hubarbeitsbühne.

- 1 Ladekran
- 2 Hubarbeitsbühne

Für eine hohe Montagequalität ist ausschlaggebend, dass die gewählte Verlegezugkraft in allen Arbeitssituationen konstant gehalten wird. Kritisch sind dabei die Übergänge vom Stillstand der Einheit auf die Montagegeschwindigkeit und umgekehrt. Die Forderung nach konstanter Verlegezugkraft wird mit den hydrostatischen Antrieben in Verbindung mit der automatischen Anfahrsteuerung erfüllt. Von einem Zentralrechner werden die Fahrzeug- und Friktionswindenbremsen erst gelöst, wenn durch den Antriebsöldruck die eingestellte Zugkraft neutralisiert ist.

Alle Funktionen werden entweder automatisch oder auch manuell über Fernsteuerung gefahren, so dass der Maschinenbediener die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine auch bei außer der Regel liegenden Montagesituationen einsetzen kann.

Mit Hilfe des Zentralrechners werden alle relevanten Maschinen- und Messdaten der Verlegung, so die Soll- und Ist-Zugkräfte, erfasst und als Beleg für die Einhaltung der geforderten Verlegekriterien nachweislich und reproduzierbar sichergestellt.

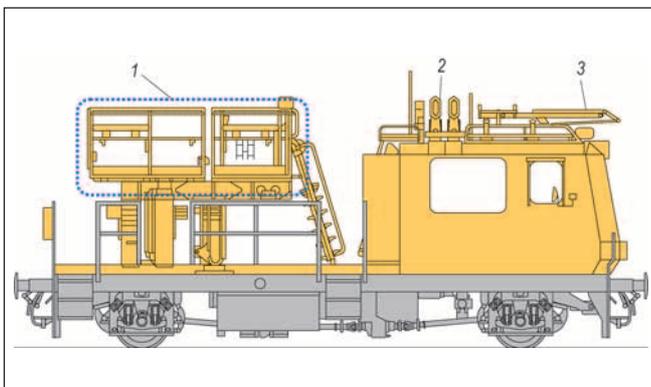


Bild 6: Prinzipbild des Montageturmwagens mit dreigeteilter Säulenhebephöhne.

- 1 Säulenhebephöhne
- 2 Fahrdraht- und Tragseildrückenlage
- 3 Mess- und Erdungsbügel

4.3 Arbeitsbühnenwagen

Als Arbeitseinheit gekuppelt und ferngesteuert mit der Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine wird ein selbstfahrender, hydraulisch angetriebener Arbeitsbühnenwagen (AW, Bild 5) mit einer frei schwenkbaren Hubarbeitsbühne auf einer Endlosdrehsäule und einem Ladekran eingesetzt. Der Arbeitsbereich der Hubarbeitsbühne ermöglicht – von einem gesicherten Standplatz für das Montagepersonal aus – Arbeiten bis 16 m über SOK und 8 m seitlich der Gleisachse ohne zusätzliche Abstützung. Die Arbeitsbühne mit automatischer Nivellierung ist darüber hinaus $\pm 90^\circ$ seitlich schwenkbar, hat 8 kN Tragfäh-

higkeit und kann 3,5kN Eckzüge aufnehmen. Sämtliche Bediensituationen, wie Steuern der Hubarbeitsbühne oder Fahren, werden über Funk ferngesteuert. Im praktischen Betrieb übernehmen nur zwei Mitarbeiter die Verlegearbeiten. Anstelle des Arbeitsbühnenwagens kann auch ein entsprechend ausgestatteter Motorturmwagen eingesetzt werden.

4.4 Montageturmwagen

Für die Vor- und Nacharbeiten beim Abtragen oder bei der Komplettierung der Oberleitungskette haben sich einfachere, zweiachsige und gegenüber einem Motorturmwagen kostengünstigere Montageturmwagen (MGW, Bild 6) bewährt. Diese Maschinen sind mit einer dreigeteilten Säulenhebebühne ausgestattet, deren Teile einzeln steuerbar sind. Die zentrale Arbeitsplattform ist über eine automatisch teleskopierbare Leiter zugänglich.

Der Arbeitsbereich der beiden Seitenbühnen reicht bis 9,0m über Schienenoberkante und seitlich 4,5m von der Gleismitte ohne zusätzliche Abstützung. Die zentrale Arbeitsbühne kann 5kN, die Seitenbühnen können 2,5kN tragen. Die Montageturmwagen sind



Bild 7: Montageturmwagen im Einsatz.

für Arbeiten an den Kettenwerken, zum Beispiel an Hängern und Stromverbindern, und an den Oberleitungsstützpunkten, zum Beispiel an Auslegern, Abspannungen und Erdungen, ausgestattet (Bild 7). Mit einer integrierten Längenmesseinrichtung können die Hänger an den vorgerechneten Positionen exakt montiert werden, mit einer mechanischen Einrichtung lassen sich die statische Fahrdraht Höhen- und -seitenlage messen. Anstelle des Montageturmwagens kann auch ein entsprechend ausgestatteter Motorturmwagen eingesetzt werden.

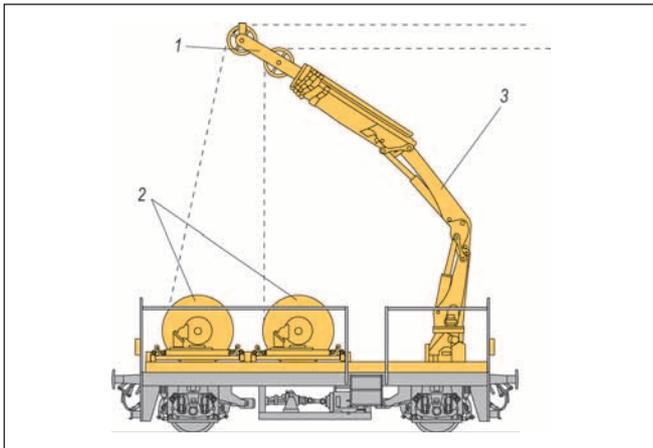


Bild 8: Prinzipbild des Oberleitungswindenwagens.
 1 Rollenkopf
 2 Trommelwinden für Speichertrommeln
 3 Arbeitskran

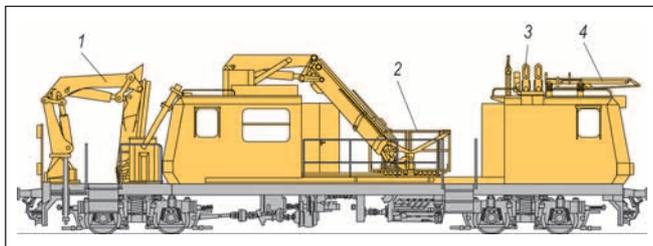


Bild 9: Prinzipbild des Motorturmwagens mit frei schwenkbaren Hubarbeitsbühnen.
 1 Arbeitskran
 2 Hubarbeitsbühne
 3 Fahrdrabt- und Tragseildrückanlage
 4 Mess- und Erdungsbügel



Bild 11: Motorturmwagen im Einsatz.

4.5 Oberleitungswindenwagen

Der hydraulisch angetriebene Oberleitungswindenwagen (FWW, Bild 8) verfügt über zwei hydraulisch angetriebene Trommelwinden und einen Arbeitskran mit dem über einen Rollenkopf die bestehende Oberleitung abgezogen und mit verminderter Zugkraft aufgetrommelt wird (rund 3,0kN). Die Speichertrommeln werden in Achsenrichtung unabhängig so gesteuert, dass Fahrdrabt und Seile Lage an Lage aufgewickelt werden. Der Arbeitskran wird zusätzlich für die Manipulation der Speichertrommeln verwendet.

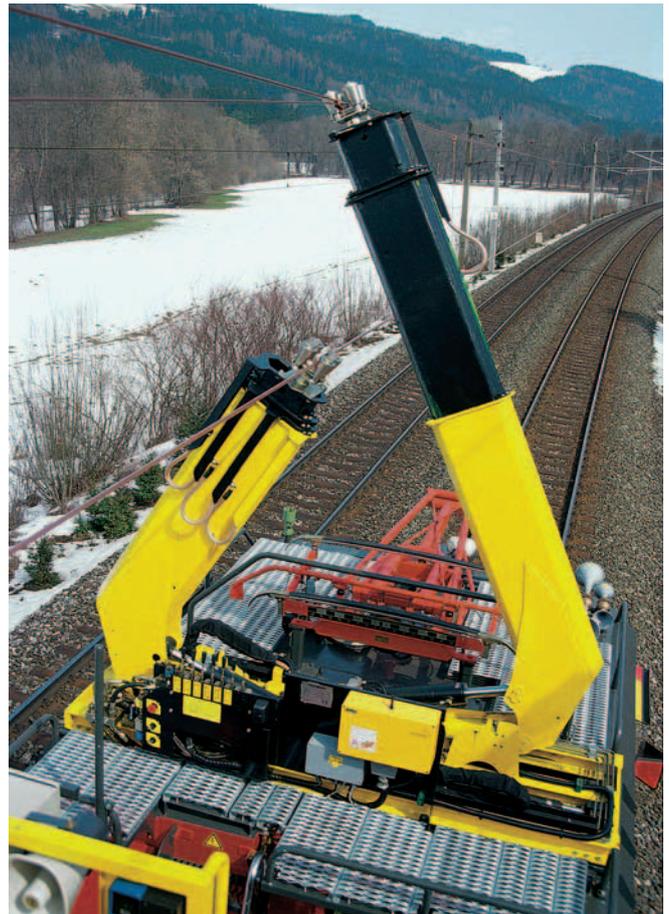


Bild 10: Fahrdrabt- und Tragseildrückanlage.



Bild 12: Messstromabnehmer mit Näherungssensoren.

4.6 Motorturmwagen

Der Motorturmwagen (MTW, Bild 9) ist eine leistungsstarke Drehgestellmaschine mit einer Hubarbeitsbühne, einem Arbeitskran mit Arbeitskorb, einer Fahrdrabt- und Tragseildrückanlage (Bild 10) und einem Fahrdrabtmesssystem. Die frei schwenkbare Hubarbeitsbühne (Bild 11) auf einer Endlosdrehsäule ist seitlich um $\pm 90^\circ$ schwenkbar und besitzt Niveauregelung. Mit dem Arbeitsbereich bis 16m über Schienenoberkante und 8m seitlich der Gleisachse sind alle Arbeitspunkte an einer

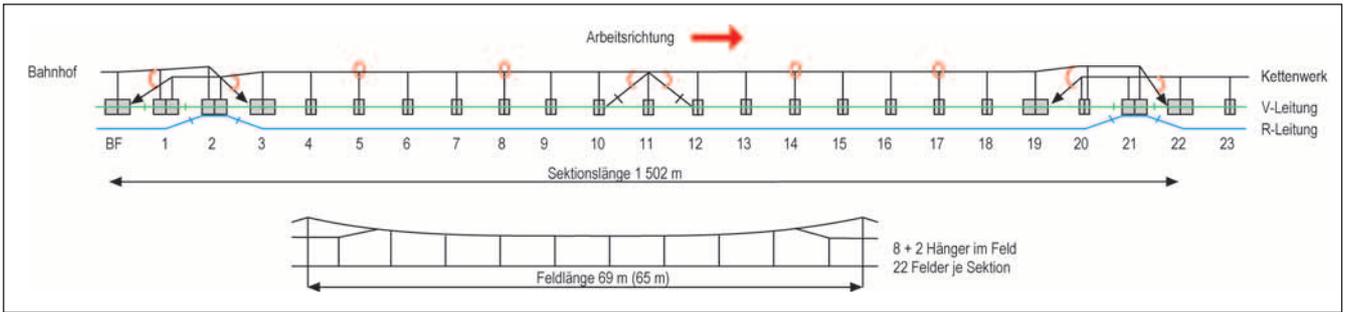


Bild 13: Lageplan des Musterabspannabschnittes einer Oberleitungsanlage.

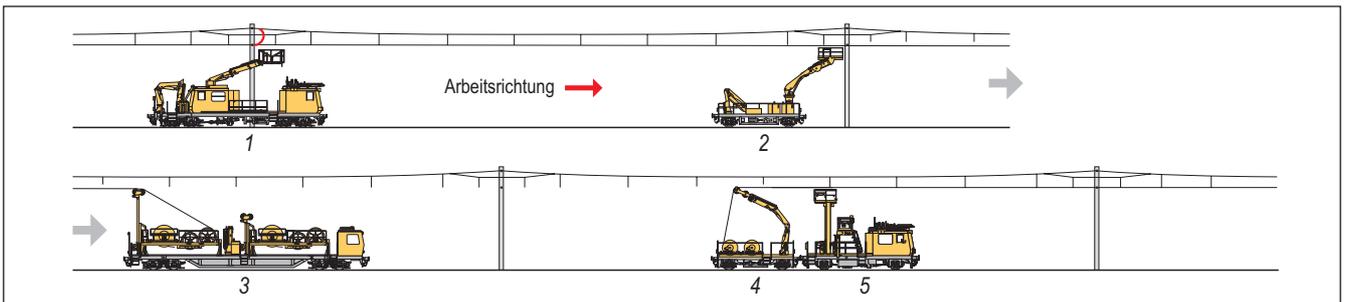


Bild 14: Fahrzeugaufstellung beim Fahrdrabtwechsel.

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 1 Motorturmwagen MTW | 4 Oberleitungswindenwagen FWW |
| 2 Arbeitsbühnenwagen AW | 5 Montageturmwagen MGW |
| 3 Oberleitungsumbaumaschine FUM | |

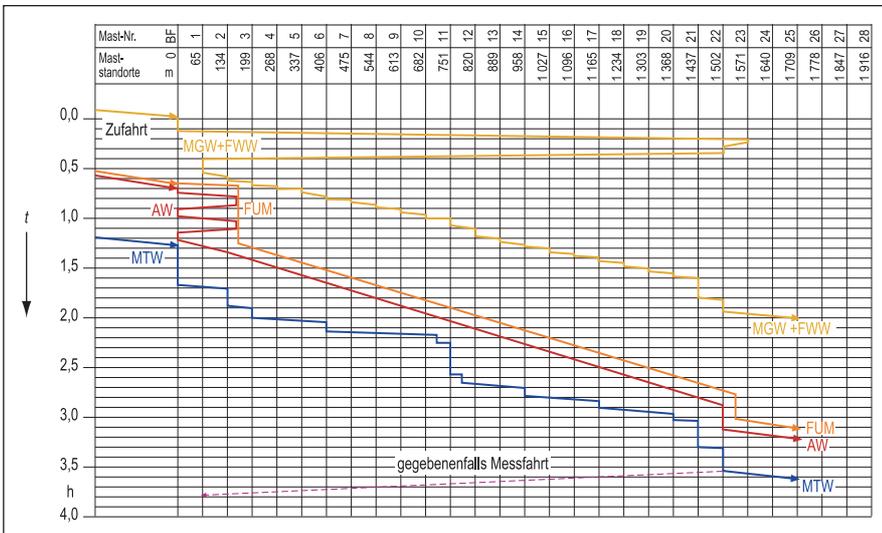


Bild 15: Weg-Zeit-Diagramm für den Fahrdrabtwechsel. Verwendete Abkürzungen sind im Text erläutert.

MGW + FWW Erden und Radspannwerk fixieren, bahnhofs- und streckenseitig; Demontage Hänger, Strom- und Ausgleichverbinder, Festpunktanker; Einbinden Fahrdrabt in FWW, Ausklemmen Fahrdrabt bei den Stützpunkten; Überwachung des Fahrdrabtaufwickelns am FWW

AW Einklemmen des Fahrdrabtes bei den Stützpunkten, Hänger montieren

MTW Strom- und Ausgleichverbinder einpressen, Isolatoren einbinden, Festpunktanker montieren

FUM Auflegen des neuen Fahrdrabtes

Querkräfte von Drähten und Seilen übernehmen und diese in ihrer Lage halten oder in eine neue bringen. Der Arbeitskran zum Bewegen schwerer Lasten wie Leitertrommeln, Armaturen kann auch einen Arbeitskorb aufnehmen.

Die rechnergesteuerte Lastmomentregelung gewährleistet die Standsicherheit der Maschine auch bei ausgefahrter Hubarbeitsbühne und gleichzeitig aktivem Arbeitskran für die meisten Arbeitssituationen ohne zusätzliche Abstützung. Die Montagegeräte und Fahrbewegungen werden im Hinblick auf die Arbeitssicherheit annähernd ruckfrei gesteuert. Die Maschinenfunktionen können entweder von einem Arbeitsplatz aus direkt oder von der Bühne oder von außerhalb des Fahrzeuges ferngesteuert werden.

Mit einem Messstromabnehmer (Bild 12) kann die Fahrdrabtlage annähernd unbelastet und auch unter der Einwirkung einstellbarer Kontaktkräfte gemessen und aufgezeichnet werden. Die Ruhelage wird mit 5 N bis 10 N Kontaktkraft bei höchstens 5 km/h Fahrgeschwindigkeit gemessen. Um den Stromabnehmerdurchgang im Re-

Oberleitung von einem sicheren Standplatz aus erreichbar. In allen üblichen Montagesituationen kann die Fahrdrabt- und Trageiseldrückenanlage die Vertikal- und

gezeichnet werden. Die Ruhelage wird mit 5 N bis 10 N Kontaktkraft bei höchstens 5 km/h Fahrgeschwindigkeit gemessen. Um den Stromabnehmerdurchgang im Re-

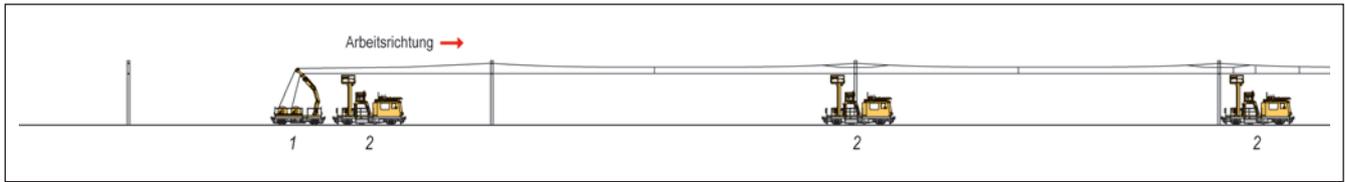


Bild 16: Fahrzeugaufstellung beim Abbau des Oberleitungskettenwerkes.

- 1 Oberleitungswindenwagen FWW
- 2 Montageturmwagen MGW

gelbetrieb zu simulieren und den Anhub an kritischen Stellen wie Seitenhaltern, Weichenverbindungen, Überlappungen zu prüfen, kann die Kontaktkraft bis 250 N eingestellt werden. Näherungssensoren am Messstromabnehmer erfassen die Fahrdrachtseitenlage.

Von den Stützpunkten der Infrastruktur aus eingesetzt, ermöglichen Motorturmwagen Rationalisierungen und Qualitätsverbesserungen bei der Instandhaltung und Störungsbehebung. Sie können dann auch beim Neubau und bei der Erneuerung verwendet werden.

5 Beispiele für die neue Montagetechnologie

5.1 Vorgaben

Die Arbeitsabläufe der neuen Montagetechnologie werden an einem Musterabspannabschnitt (Bild 13) beschrieben. Aus Weg-Zeit-Diagrammen sind die einzelnen Arbeitsschritte, die mit den eingesetzten Fahrzeugen durchgeführt werden, und der Zeitbedarf ablesbar. Die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM) wird

für Vor- und Nacharbeiten durch Arbeitsbühnenwagen (AW), Montageturmwagen (MGW), Motorturmwagen (MTW) sowie Oberleitungswindenwagen (FWW) ergänzt.

5.2 Fahrdrachtwechsel

Bild 14 zeigt die Aufstellung der Geräte beim Fahrdrachtwechsel, der in einer Betriebspause durchgeführt wird. Die einzelnen Arbeitsschritte sind im Weg-Zeit-Diagramm enthalten (Bild 15):

- Ein Montageturmwagen (MGW) besetzt mit zwei Mitarbeitern und ein Oberleitungswindenwagen (FWW) mit einem Mitarbeiter bauen Hänger, Verbinder, Festpunktanker aus und wickeln den auszuwechselnden Fahrdracht auf.
- Die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM), besetzt mit einem Mitarbeiter und ein Arbeitsbühnenwagen mit zwei Mitarbeitern, legt den neuen Fahrdracht mit der Nennzugkraft auf und klemmt diesen an den Stützpunkten und den Hängern ein. Diese Arbeiten beginnen bereits während des Abbaues des abgenutzten Fahrdrachtes. Beschädigte Bauteile können ersetzt werden. Damit der Fahrdracht in den Nachspanneinrichtungen eingeklemmt werden kann, wird

er mit einem Vorseil mit Hilfe einer Seilwinde von der Fahrdrachttrammel abgezogen, zum Abspannmast gezogen und von dort über eine Arbeitsumlenkrolle zurückgeführt. Dann zieht die Seilwinde den Fahrdracht mit dem Vorseil zum Abspannmast, wo er eingebunden wird.

- Von einem Motorturmwagen (MTW) aus führen zwei Mitarbeiter Abschlussarbeiten wie Verpressen der Strom- und Ausgleichsverbinder, Einschneiden der Isolatoren, Ersetzen fehlerhafter Teile, Einbauen der Festpunktanker, Überprüfen der Fahrdrachtlage durch. Diese Arbeiten können beginnen, sobald der Arbeitsbühnenwagen im dritten Feld arbeitet.

- Nach Abschluss der Arbeiten am Ende des Nachspannabschnittes kann auf der Rückfahrt die Lage des neuen Fahrdrachtes gemessen und aufgezeichnet werden.

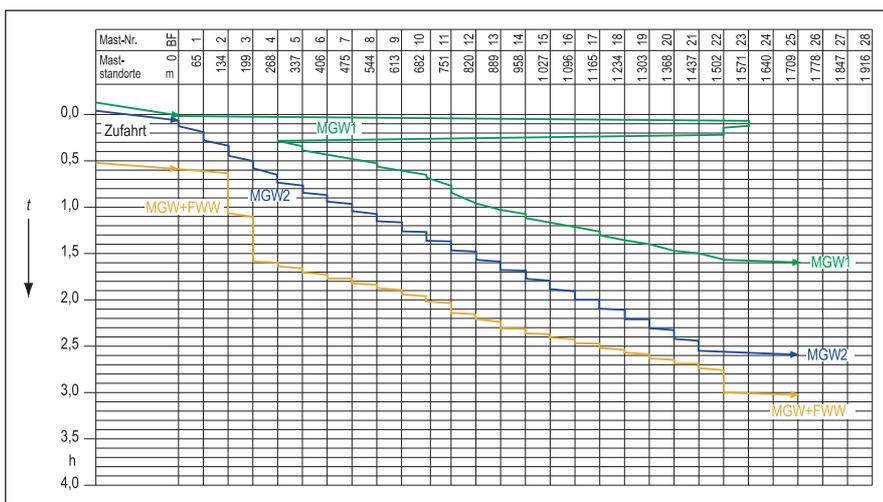


Bild 17: Weg-Zeit-Diagramm für den Abbau des Oberleitungskettenwerkes. Verwendete Abkürzungen sind im Text erläutert.

- MGW 1 Erden streckenseitig, Sperren Radspannwerk, Ausbau Hänger, Strom- und Ausgleichsverbinder, Festpunktanker
- MGW 2 Erden bahnhofsseitig, Sperren Radspannwerk, Öffnen Trageilhalter und Ausklemmen Fahrdracht; Ausklemmen Y-Beiseile und Stromverbinder
- MGW 3 + FWW Abbau der Oberleitungskette und Festpunktseil

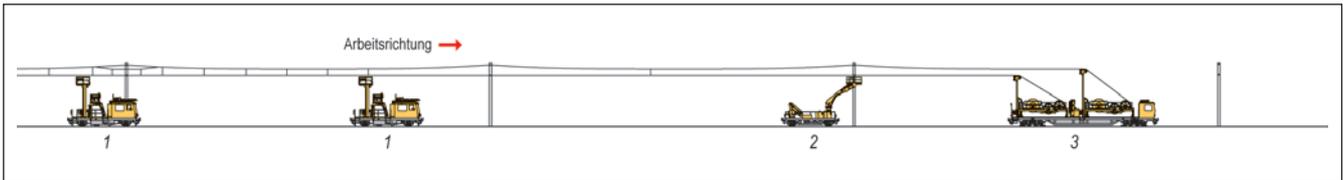


Bild 18: Fahrzeugaufstellung beim Aufbau des Oberleitungskettenwerkes.

- 1 Montageturmwagen MGW 2 Arbeitsbühnenwagen AW
3 Oberleitungsumbaumaschine FUM

Nach rund 3,5 Stunden Arbeitszeit ist der Fahrdrachtwechsel abgeschlossen und die Strecke kann für den Zugbetrieb wieder freigegeben werden.

5.3 Oberleitungserneuerung

Bei der Oberleitungserneuerung wird zunächst das vorhandene Kettenwerk abgebaut und anschließend das neue Kettenwerk montiert. Bild 16 zeigt die Aufstellung der Geräte beim Abbau des Kettenwerkes; die einzelnen Arbeitsschritte beim Abbau sind im Weg-Zeit-Diagramm enthalten (Bild 17). Bild 18 zeigt die Aufstellung der

Geräte bei der Montage des neuen Kettenwerkes und das Bild 19 die einzelnen Arbeitsschritte im Weg-Zeit-Diagramm. Es werden insgesamt drei Montageturmwagen (MGW) mit je zwei Mitarbeitern, eine Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine (FUM) mit einem Mitarbeiter, ein Arbeitsbühnenwagen (AW) mit zwei Mitarbeitern und einem Oberleitungswindenwagen eingesetzt. Werden beim Kettenwerkswechsel auch die Ausleger getauscht, sind zusätzlich ein Motorturmwagen (MTW) mit Hubarbeitsbühne, ein Materialwagen sowie ein Montageturmwagen (MGW) mit Arbeitswagen erforderlich.

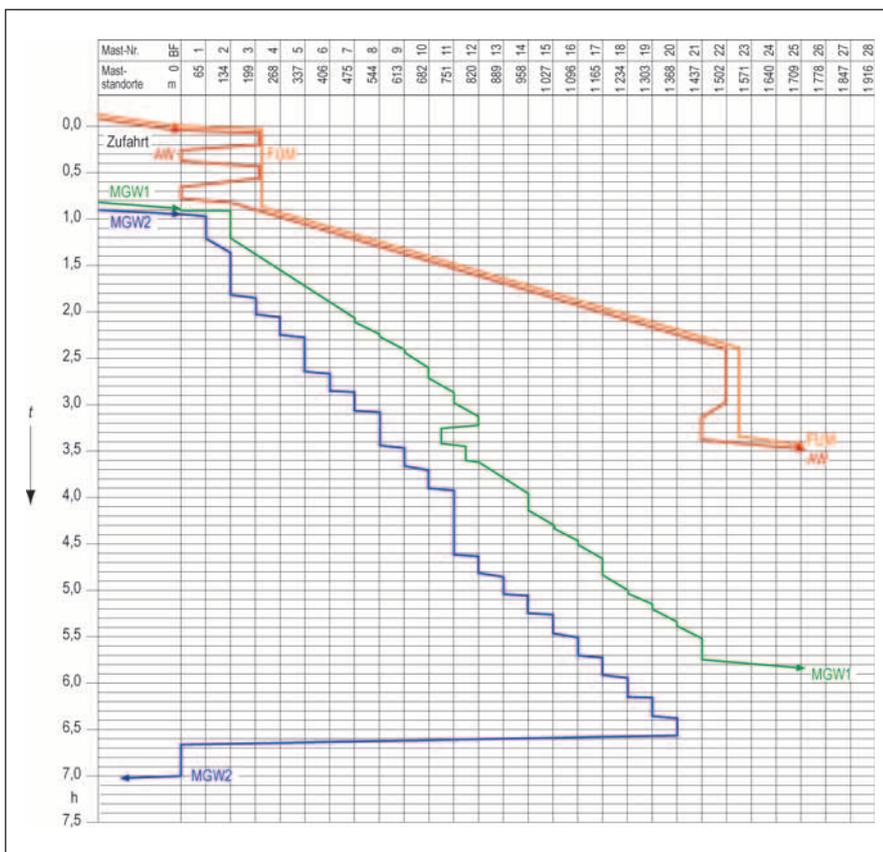


Bild 19: Weg-Zeit-Diagramm für den Aufbau des Oberleitungskettenwerkes. Verwendete Abkürzungen sind im Text erläutert.

- FUM Auflegen von Tragseil und Fahrdracht
AW Positionieren von Tragseil und Fahrdracht an den Stützpunkten, Radspannwerk streckenseitig einbinden, teilweise Stromverbinder montieren
MGW 1 Ausleger einrichten; Montieren Hänger, Festpunktseil, Festpunktanker, Stromverbinder teilweise
MGW 2 Einbau der Y-Beiseile; Montieren Einspeisung, Stromverbinder teilweise; Radspannwerk bahnhofseitig einbinden

- Beim Abbau besorgt der erste Montageturmwagen das Erden, das Sperren der Nachspanneinrichtungen sowie den Ausbau der Hänger, Verbinder und Anker. Der zweite Montageturmwagen klemmt Fahrdracht und Tragseil aus und entfernt die Y-Beiseile. Der dritte Montageturmwagen und der Oberleitungswindenwagen (FWW) baut das Kettenwerk ab (Bild 16).
- Die Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine verlegt gleichzeitig den neuen Fahrdracht und das neue Tragseil. Vom Arbeitsbühnenwagen aus werden diese an den Stützpunkten fixiert. Der nachfolgende Montageturmwagen richtet die Ausleger ein und installiert die Hänger, Festpunkte und Stromverbinder. Der zweite Montageturmwagen baut die Y-Beiseile und Einspeisungen ein und justiert die Nachspanneinrichtungen (Bild 19).
- Wie beim Fahrdrachtwechsel kann auf der Rückfahrt die Lage des neuen Fahrdrachts gemessen und aufgezeichnet werden.

Zum Abbau der Oberleitung werden rund drei Stunden benötigt, zum Aufbau rund sieben. Werden die Abbau- und Montagearbeiten durch Verbinden der Arbeitsvorgänge gestrafft, kann das Gleis bereits

nach rund 8,5 Stunden für den Zugbetrieb wieder freigegeben werden.

5.4 Erfahrungen, weitere Anwendungen

Die Installation eines Kettenwerkes mit Nennzugkraft mit der Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine in einem Arbeitsgang verkürzt die Montagedauer und damit die Streckenbelegung bedeutend.

Die Maschinen können auch drei Leiter, zum Beispiel zwei Fahrdrähte und ein Tragseil bei Gleichstromoberleitungen gleichzeitig verlegen. Auch Verstärkungs-, Speise- und Rückleitungen können damit – mit der auch von der Montagetemperatur abhängigen Zugkraft – montiert werden.

Je größer die Anzahl der nacheinander zu bearbeitenden Abspannabschnitte ist, umso effektiver ist der Einsatz der mechanisierten Arbeitsverfahren. Sie sind insbesondere auf freien Strecken vorteilhaft.

Entscheidend für den Erfolg ist die professionelle Teamarbeit mit längerfristigem, ausschließlichem Einsatz des Stammpersonals für mechanisierte Arbeitsverfahren. Das Team muss autark agieren können und hat auch die Akquisition, die Vorbereitung der Arbeitseinsätze, die Jahresauslastungsplanung und Disposition des Maschinenparks, die Materialdisposition, die Entsorgung des Rückbaumaterials und die Organisation der betrieblichen Aufgaben für Überstellungen zu übernehmen. Das Anforderungsprofil für die Mitarbeiter im Team umfasst auch die Schaltantragstellung und Schaltauftragsberechtigung, eine Berechtigung für das Führen und Fahren der Arbeitsmaschinen, die Nebenfahrleitung sowie die gesetzlichen Bestimmungen für Arbeitsverantwortliche und Sicherheitsbeauftragte.

6 Auswirkungen auf Kosten und Betrieb

Die weiterentwickelten Arbeitsverfahren mit modernen Baumaschinen können die Kosten reduzieren und die Nutzungsdauern erhöhen.

• *Verringerte Baukosten*

Die kontinuierliche Arbeitsweise erlaubt hohe Arbeitsgeschwindigkeiten. Durch die Maschinentechologie, die Automatisierung und die Fernsteuerung werden nur mehr wenige Spezialisten für die Bedienung benötigt, was die Montagekosten mindert. Eine vorausschauende Einsatzplanung und Baustellenvorbereitung sowie kurze Rüstzeiten und eine rasche Überstellung der Maschinen verringern die Einsatznebenkosten.

• *Verlängerung der Nutzungsdauer*

Die Installation des Fahrdrahts mit der endgültigen Zugkraft erspart die Phase der Drahtreckung, man erreicht eine hohe Reguliergenauigkeit und es entfallen weitere Einstell- und Nacharbeiten. Das gleichmäßige und beschädigungsfreie Abrollen der Fahrdrähte vermeidet Verformungen und Welligkeiten in der Fahrdrahtlauffläche. Die mechanisierte und kontinuierlich überwachte Verlegung und Positio-

nierung sichert die Qualität der Fahrdraht- und Tragseillage, die anhand der Aufzeichnungen kontrolliert werden kann. Die hohe Verlegequalität erhöht die Nutzungsdauer.

• *Verringerung der Betriebserschwerungskosten*

Mechanisierte Verfahren führen zu kürzeren Streckenbelegungen. Nach Abschluss der Arbeiten kann die Strecke wieder uneingeschränkt befahren werden. Kosten für Fahrzeitverluste, Langsamfahrstellen, Bremsen und Beschleunigen der Züge und für Zusatzenergiebedarf vermindern sich markant.

• *Verringerung der Sperrpausen*

Mit den neuen Arbeitsmethoden können abhängig von der Zusammensetzung des Bauzuges die Sperrzeiten um rund 50 % und die Anzahl der erforderlichen Mitarbeiter um bis zu 60 % reduziert werden. Damit verringern sich auch die Arbeitskosten gegenüber den herkömmlichen Baumethoden erheblich.

• *Amortisation*

Die Investitionen für ein abgestimmtes Maschinenprogramm, das alle Aufgaben des Neu- und Umbaus, der Instandhaltung und des Störungsmanagements abdeckt, rechnen sich in Abhängigkeit der Jahresauslastung und der auszustattenden Flächenorganisation in fünf bis sieben Jahren. Sofern bereits ein moderner Maschinenpark mit Motorturmwagen besteht, ist für die Ergänzung mit einer Oberleitungsumbau- und -neubaumaschine ein Return of Investment in drei bis vier Jahren möglich.

Literatur

- [1] Entscheidung 2004/884/EG: Entscheidung zur Änderung der Entscheidung Nr. 1692/96/EG über gemeinschaftliche Leitlinien für den Aufbau eines transeuropäischen Verkehrswezens. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 2004, DE S. L167/1–L167/38.
- [2] Richtlinie 2004/50/EG: Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 96/48/EG über die Interoperabilität des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems und der Richtlinie 01/16/EG über die Interoperabilität des konventionellen transeuropäischen Eisenbahnsystems. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 2004, DE S. L220/40–L220/57.
- [3] Entscheidung 2002/733/EG: Technische Spezifikationen für Interoperabilität (TSI) des Teilsystems Energie des transeuropäischen Hochgeschwindigkeitsbahnsystems gemäß Artikel 6 Absatz 1 der Richtlinie 96/48/EG. In: Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften 2002, DE S. L245/280–L245/369.
- [4] EN 50367:2005: Bahnanwendungen – Stromabnahmesysteme – Technische Kriterien für das Zusammenwirken zwischen Stromabnehmern und Oberleitungen zum Erreichen der Interoperabilität.
- [5] EN 50388:2005: Bahnanwendungen – Bahnenergieversorgung und Bahnfahrzeuge – Technische Kriterien für die Koordination zwischen Anlagen der Bahnenergieversorgung und Bahnfahrzeuge zum Erreichen der Interoperabilität.
- [6] EN 50119:2001: Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Oberleitungen für den elektrischen Zugbetrieb.
- [7] UIC 793 E: 1995: Merkblatt Arbeitsverfahren zur mechanisierten Oberleitungsmontage. UIC, Paris.
- [8] *Fels, W.*: Fahrleitungsbaufahrzeuge. In: Elektrische Bahnen 96 (1998), H. 12, S. 370–375.

[9] *Schneider, B.; Wagner, E.*: Mechanisierte Oberleitungsmontage bei den SBB. In: *Der Eisenbahningenieur* 49 (1998), H. 2, S. 27–30.



Dipl.-Ing. *Manfred Irsigler* (62), Studium Starkstromtechnik an der HTL Wien I und Energietechnik an der Technischen Universität Wien bis 1966; Projekte bei Siemens AG Österreich; bis 1999 Leiter des Geschäftsbereiches Energie bei den Österreichischen Bundesbahnen; bis 2004 Technischer Vorstand bei der Salzburg AG (Energie- und Infrastrukturdienstleistungsunternehmen); seit 1993 Lehraufträge an den Technischen Universitäten Wien und Graz.

Adresse: Grinzinger Str. 19/4/7, 1190 Wien, Österreich;
Fon: +43 650 3288551;
E-Mail: manfred.irsigler@telering.at

[10] *Wentz, R.*: Maschinen für Fahrleitungsbau und -instandhaltung. In: *Eisenbahntechnische Rundschau* 49 (2000), H.1-2, S. 69–76.

[11] *König, W.; Michalski, U.; Strehl, B.*: Innovation in der Oberleitungsmontage bei DB Bahnbau. In: *Der Eisenbahningenieur* 54 (2003), H. 2, S. 39–41.



Ing. *Johann Kohel* (63), Absolvent der HTBLA für Berufstätige, Fachrichtung Elektrotechnik in Wien I; seit 1957 bei den ÖBB und dort von 1963 bis 1993 unter anderem zuständig für die Instandhaltung, Planung und Errichtung von Oberleitungsanlagen; seit 1993 bis Ende 1999 verantwortlich für die Entwicklung und Beschaffung von Oberleitungsbau- und -instandhaltungsfahrzeugen.

Adresse: Puffergasse 1–3/11/5, 1210 Wien, Österreich;
Fon/Fax: +43 1 9473500;
E-Mail: johann.kohel@chello.at