

Maschinen für Fahrleitungsbau und -instandhaltung

Wie im Gleisbau, setzen sich auch im Fahrleitungsbau kontinuierlich arbeitende Technologien immer mehr durch. Ganze Sektionen können damit in einer Sperrpause von weniger als fünf Stunden umgebaut und dem Betrieb sofort für volle Fahrgeschwindigkeit übergeben werden. Mit derartigen Verfahren lassen sich nicht nur Betriebsbehinderungen in Folge von Fahrleitungsbau reduzieren, auch die Einbauqualität steigt wesentlich. Die dadurch erzielbare höherer Lebensdauer der Fahrleitungskette bedeutet bessere Verfügbarkeit des Fahrwegs und Reduktion der Lebenszykluskosten. In der Fahrleitungsinspektion und -erhaltung sind ebenfalls Verfahren gefragt, die rasche und hochwertige Diagnose und Reparatur ermöglichen, wobei auch die Sicherheit der Arbeitskräfte optimal gegeben sein muss. Die konsequente Anwendung moderner Hydraulik und Elektronik ist der Schlüssel für die wirtschaftliche Durchführung dieser Arbeiten, wobei gleisgebundenen Maschinen wesentliche Vorteile in der Standsicherheit und der Arbeitsschwindigkeit bieten.

1 Einleitung

Die Entwicklung von mechanisierten Maschinensystemen im Gleisbau hat bereits Anfang der 50er-Jahre die Arbeit wesentlich erleichtert und den Eisenbahnen vor allem bedeutende Einsparungen gebracht.

Doch während im Gleisbau das von Plasser & Theurer entwickelte Gleisumbauverfahren in Fließbandtechnik bereits ab dem Jahre 1968 zum Standardverfahren avancierte und schon bald erste Nachahmer fand, hielt man im Fahrleitungsbau noch lange Zeit keine vergleichbare Technologie für möglich.

1990 gelang Plasser & Theurer bei Banverket (Schweden) der entscheidende Durchbruch auch im Bereich des Fahrleitungsbaus. Während es bis dahin üblich war, dass Fahrdraht und Trageil zunächst provisorisch montiert wurden und erst nach einer längeren Ruhepause endgültig nachgespannt und fixiert werden konnten, um somit dem elastischen System der Fahrleitungskette die erforderliche Zeit für den gleichmäßi-

gen Längenausgleich zu geben, sah das neue Verfahren die Verlegung mit bereits endgültiger Seilspannung vor.

Der Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass das Fahrleitungssystem unmittelbar nach dem Arbeitseinsatz mit der zulässigen Streckenhöchstgeschwindigkeit befahren werden kann.

2 Fahrleitungsbau

Seit Einführung des ersten kontinuierlichen Fahrleitungsumbausystems in Schweden hat es wesentliche Weiterentwicklungen zu Steigerung der Verlegegeschwindigkeit und der Einbauqualität gegeben:

2.1 Voraussetzungen für die Verlegetechnologie mit endgültiger Seilspannung

Seilspannungssteuerung

Wesentliches Merkmal der Plasser & Theurer-Technologie zum Fahrleitungs-

Ingenieur (Ing.) Rainer Wenty

Leiter für technischen Verkauf und Marketing bei Plasser & Theurer, Wien, Österreich. Ausbildung als Maschinenbauingenieur an der HTL Wien 4. Seit 1967 bei Plasser & Theurer. —

Anschrift: Plasser & Theurer, Johannesgasse 3, A 1010 Wien.



um- bzw. -neubau ist die Verlegung der Seile und Drähte mit der endgültigen Seilspannung. Verantwortlich für die Einhaltung der vorgegebenen Spannung, und zwar unabhängig von der Bewegung der Maschine, ist das Zusammenwirken hydraulischer und mechanischer Kräfte sowie elektronischer Regel- und Steuerelemente. Je nach Art des zu verlegenden Fahrleitungssystems können Seilspannungen von ca. 3 kN bis 20 kN, bei Spezialausführungen auch bis 30 kN stufenlos und getrennt für jeden Draht vorgewählt werden.

Die Drähte werden von Standard-Seiltrommeln abgerollt, die in speziellen Wiegen auf der Maschine eingehängt werden. Von dort läuft der Draht über zwei Friktionswinden und dann weiter zum Teleskop-Führungsarm mit den Leitrollen zum Positionieren des Drahtes.

Bild 1 veranschaulicht das feinfühliges System der Seilspannungssteuerung. Über die Bedieneinheit im Maschinenführerstand werden die gewünschten Seilspannungen eingegeben (1) und an die Zentralelektronik weitergeleitet. Die Erfassung des Istwertes erfolgt unmittelbar am Seilauflauf nach den Umlenkrollen (2). Dieser Wert wird an die Zentralelektronik geleitet und dort mit dem Sollwert verglichen. Über eine Steuerkarte wird der erforderliche Wert zum Ausgleich der so ermittelten Differenz errechnet und an die Ventilsteuerung des Hydraulikmotors der Friktionswinde geleitet.

Der Istwert der Seilspannung wird auf eine Großanzeigetafel an der Maschinenaußenseite und auf die Kontrollinstrumente in der Maschine ausgegeben und kann somit laufend auch optisch überwacht werden.

Ein weiterer Sensor misst laufend die Wickeldicke auf der Speichertrommel und gibt über eine Steuerkarte die erforderlichen Impulse an die Ventilsteuerung des Hydraulikmotors der Speichertrommel damit das Seil immer mit einer konstanten Vorspannung von der Speichertrommel läuft. Ohne eine derartige Vorspannung könnte es zum Durchsacken der Drähte während des Ausrollens kommen. Der Sensor meldet auch das Unterschreiten der Minimalwicklung vor Seilende, was einen sofortigen Arbeitsstopp bewirkt; die Trommel ist dann zu tauschen.

Sicherheitseinrichtung

Um die Funktionalität und Sicherheit auch bei nicht vorhersehbaren Ereignissen zu gewährleisten, werden in der Zentralelektronik bestimmte Grenzwerte überwacht, die bei Überschreitung Zwangsmaßnahmen einleiten. So werden z.B. bei Abfallen des Hydraulikdruckes unter einen vorgewählten Wert (z. B. Drahtbruch) die Bremsen der Friktionswinde und des Fahrwerkes automatisch aktiviert. Bei Überschreitung der Seilspannung wird zuerst ein Warnsignal ausgegeben, das eine manuelle Reaktion des Bedieners erlaubt, bei einem weiteren Anstieg jedoch ebenfalls das Einfallen aller Bremsen und damit einen Arbeitsstopp bewirkt.

Seilführung innerhalb der Maschine

Für Seilwerke und im speziellen Fahrdrähte müssen definierte Grenzwerte hinsichtlich einer Überbeanspruchung auf Knickung eingehalten werden. Des weiteren erlauben Doppelbordrollen nur gewisse Winkelabweichungen des Seiles von der optimalen Einlaufrichtung, ohne dass dieses aus seiner Führung springt. Maßgeblich für einen reibungslosen Arbeitsablauf sowie

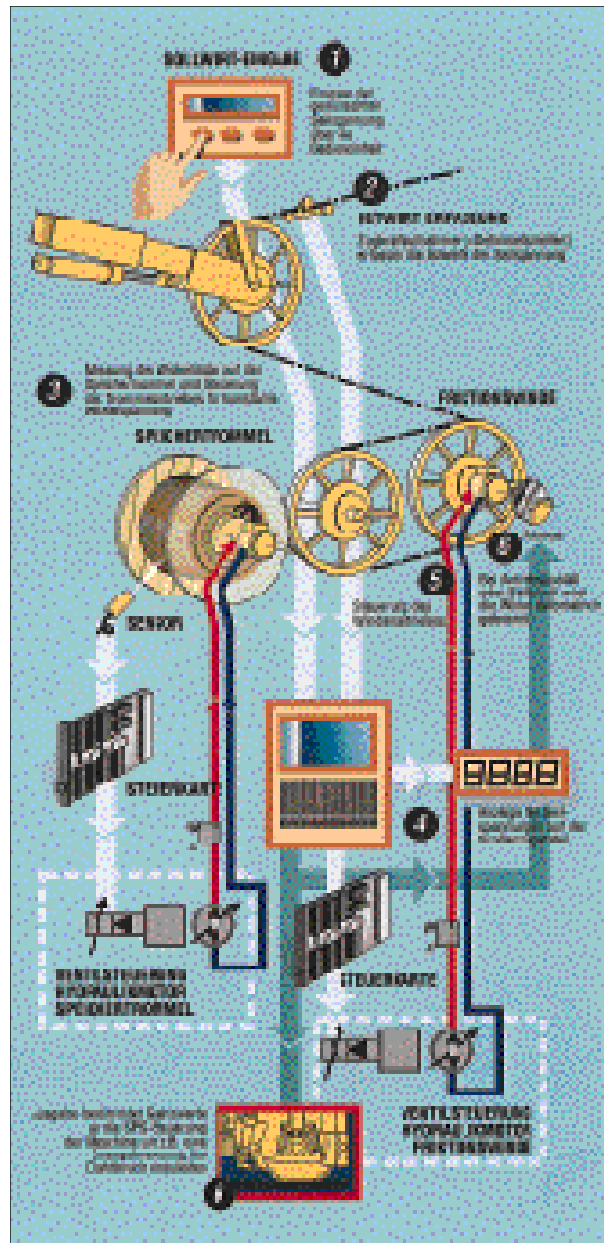


Bild 1: Schema der Seilspannungssteuerung

hochqualitative Arbeitsergebnisse ist deshalb auch die exakte Seilführung.

Die Maschinen sind daher mit einer hohen relativen Beweglichkeit der Drahtführungskomponenten zueinander ausgestattet um eine Seilführung ohne Knickung zu ermöglichen.

Verantwortlich für die erforderlichen Bewegungen und Nachführungen der Arbeitsaggregate in Richtung des Seilverlaufes sind eine Reihe von Richtungsgebern, die an den strategischen Positionen unmittelbar beim Seilein- bzw. -auslauf bei den Trommeln und Umlenkrollen angebracht sind. Potenziometer geben bei einer Abweichung von der optimalen Seilführungslinie eine elektrische Spannung an die Steuerung aus; die erforderliche Bewegung wird einge-

leitet, bis wieder Nullspannung erreicht ist.

Die Seiltrommeln sind seitenverschiebbar in Wiegen gelagert, eine Voraussetzung für das Abwickeln, ohne Knickbeanspruchung.

Anfahrregelung

Die Verlegung von Fahrdraht und Tragseil mit der exakt richtigen und endgültigen Seilspannung ist auch dann gewährleistet, wenn das Fahrzeug anhält, hält oder rückwärts fährt.

Damit bei der Anfahrt keine ruckartigen und überproportionale Spannungsspitzen auftreten, wird die Anfahrt der Maschine elektronisch geregelt. Der Bediener löst z.B. die Anfahrt funkgesteuert aus. Dies bewirkt, dass sich der Hydraulikdruck des Fahrtriebess zwar aufbaut, aber alle Bremsen weiterhin in Eingriff bleiben, und zwar so lange, bis der Druck erreicht ist, der zur Überwindung der Summe der Kräfte benötigt wird, die sich aus dem Anfahrwiderstand, sowie den Seilzugkräften ergeben. Erst dann werden die Bremsen des Fahrwerkes bzw. der Friktionswinden automatisch gelöst und die Maschine setzt sich ruckfrei in Bewegung.

2.2 Fahrleitungsumbausystem der ÖBB

Die Österreichischen Bundesbahnen ÖBB verwenden auf ihren Hochleistungsstrecken ein 16,7 Hz System mit Verstärkerleitung an den Mastspitzen und Stromrückleitung an der Außenseite der Maste. Zum Umbau der bestehenden Anlagen und für den Neubau von Fahrleitungssystemen auf den Hochleistungsstrecken setzen die ÖBB ein komplettes Maschinensystem ein. In einem ersten Arbeitsgang wird das alte Fahrdraht-System inklusive der Ausleger abgebaut und die Verstärkungs- und Rückleitung werden mit kontrollierter Zugspannung verlegt. In einem zweiten Arbeitsgang werden die neuen Ausleger sowie Fahrdraht und Tragseil — ebenfalls mit endgültiger Zugspannung — verlegt. Bei Bedarf wird in die Maschi-

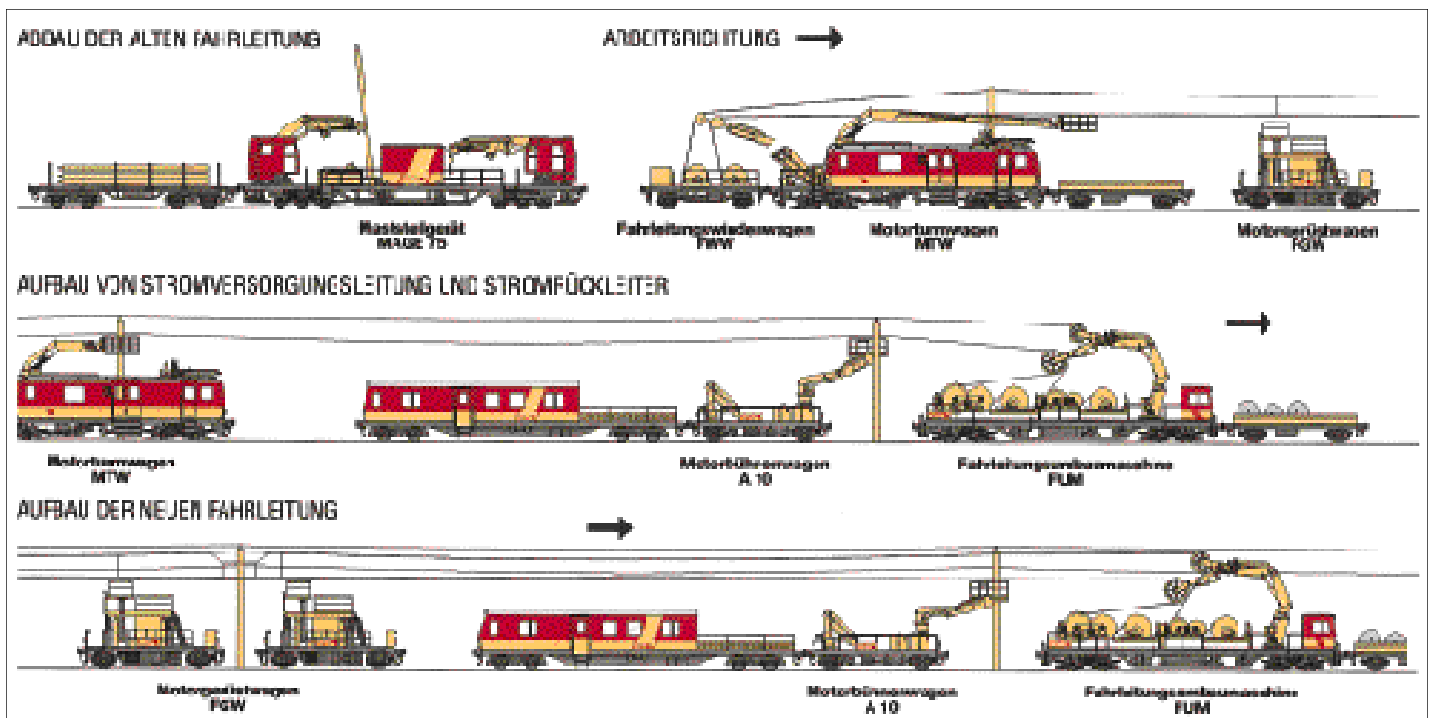


Bild 2: Maschinenkette zum Oberleitungsumbau bei den ÖBB

nengruppe auch ein Mastsetzkran eingereiht. Wesentliche Maschinen in Reihenfolge des Arbeitsablaufs sind (Bild 2):

- ▷ Zweiachsige hydraulische Motorgerüstwagen mit dreigeteilter hydraulischer Hebebühne, davon sind zwei Arbeitsplattformen unabhängig voneinander höhen- und seitenverstellbar, einer für den Abbau und zwei für den Aufbau der Hänger. Die Arbeiter können jede Stelle der Oberleitung von den Arbeitbühnen aus erreichen. Zusätzlich stehen eine mechanische Fahrdrabt-Höhenmessenrichtung sowie eine elektronische Längenmessenrichtung zur Verfügung.
- ▷ Ein Standard-Turmwagen mit einem hydraulischer Kran mit Umlenkrollen und einem Anhänger mit Speichertrommel und Wickelvorrichtungen für Fahrdrabt und Tragseil. Mit Hilfe der Hebebühne der Maschine werden die Ausleger demontiert oder Fahrdrabt und Tragseil von den Auslegern gelöst.
- ▷ Zentrale Einheit ist die Fahrleitungsumbaumaschine FUM 100.046 für den Aufbau von Fahrdrabt und Tragseil in einem Arbeitsgang.
- ▷ Ein Motorbühnenwagen A 10 mit freischwenkbarer Hubarbeitsbühne für Auslegermontage und Befestigen der Oberleitung. Die Teleskopbühne kann auch Seitenkräfte bis 400 daN aufnehmen, dadurch können die unter Zugspannung stehenden Drähte

bei Arbeitsanfang und -ende gut manövriert werden.

- ▷ Ein Mastsetzkran zum Aus- und Einbau der Elektrifizierungsmasten (nur fallweise).

Die Maschinen sind zwar Einzelmaschinen, jedoch in Arbeitsweise und Leistung aneinander angepasst. Ein großer Vorteil ist, dass die Reihenfolge der Baugeräte geänderten Einsatzbedingungen angepasst werden kann. Die Bedienung der Fahrtriebe und der Arbeitsvorrichtungen erfolgt über Funkfernsteuerung.

2.3 Gleichzeitiger Umbau von drei Fahrdrähten

Die Polnische Bahn PKP hat Gleichstromelektrifizierung mit zwei Fahrdrähten. Im Rahmen einer internationalen Ausschreibung wurde bei Plasser & Theurer ein Fahrleitungsumbauzug für den Ausbau der Hochleistungsstrecken bestellt. Für Ab- und Aufbau der Hänger wur-

den, ähnlich wie in Schweden, Waggons mit längsverschiebbaren Arbeitsbühnen gebaut, sodass die zyklische Hängermontage trotz kontinuierlicher Fortbewegung des ganzen Umbauzuges möglich ist. Für die Auslegermontage dient wie in Österreich eine eigene Maschine mit frei schwenkbarer Teleskoparbeitsbühne.

Für das Verlegen der Oberleitungen wurde die Fahrdrabtumbaumaschine FUM 100.051 entwickelt, die erste Maschine mit der drei Fahrdrähte gleichzeitig verlegt werden können (Bild 3). Die Einsätze des Fahrleitungsumbauzuges im Jahre 1999 haben die Leistungsfähigkeit des Systems bewiesen.

2.4 Teleskopischer Schwenkturm

Parallel zu diesen Entwicklungen wurde für Italien ein etwas abgeändertes System entworfen. Auf Grund der niedrigeren Fahrleitungsspannung von 3kV Gleichstrom und der hohen Stromstär-



Bild 3: Fahrdrabverlegemaschine für gleichzeitig 3 Fahrdrähte



Bild 4: Fahrleitungs-
umbaumaschine mit
teleskopischem
Richtturm

ken haben die Hochleistungsstrecken der FS je zwei Fahrdrähte und zwei Tragseile pro Gleis, andere Strecken jedoch nur insgesamt drei oder zwei Drähte. Es wurde daher eine Maschine gebaut, mit der man sich flexibel auf die geänderten Anlageverhältnisse einstellen kann, es können alternativ jeweils gleichzeitig

- ▷ zwei Tragseile
- ▷ zwei Fahrdrähte
- ▷ ein Tragseil und ein Fahrdraht

mit den endgültigen Spannkraften verlegt werden, ohne dass Nachjustieren erforderlich ist.

Die Maschine FUM 100.080 verlegt den Fahrdraht und das Tragseil mit einem teleskopischen Richtturm (Bild 4). Der Richtturm, die Führungsrollen, die Friktionswinden und die Speichertrommeln liegen auf einer Wippe und machen alle Bewegungen gemeinsam. Der Draht läuft somit geradlinig bis zu den Befestigungsstellen bei den Masten und es tritt keine Verdrehung des Fahrdrahtes ein. Die vierachsige Maschine hat zwei derartige Verlegeanlagen und dazwischen einen Kran zum Verladen der Seiltrommeln.

Die Ausführung FUM 100.087 (Bild 5) ist eine Variante für das Arbeiten in sehr kurzen Zugpausen. Die Maschine ist mit nur einem Teleskoprichtturm ausgerüstet, der ebenfalls gemeinsam mit den Friktionswinden und den Seiltrommeln auf einer gemeinsamen Wippe montiert ist. Bei Einsatz von je einer Maschine für Fahrdräht und Tragseil verringern sich die Haltezeiten an den Auslegern, da jeweils nur ein Draht angeklemt werden muss (im Gegensatz zu zwei Drähten bei den größeren Maschinen), damit erhöht sich die Arbeitsgeschwindigkeit. Ein weitere Vorteil ist die leichte Anpassung an

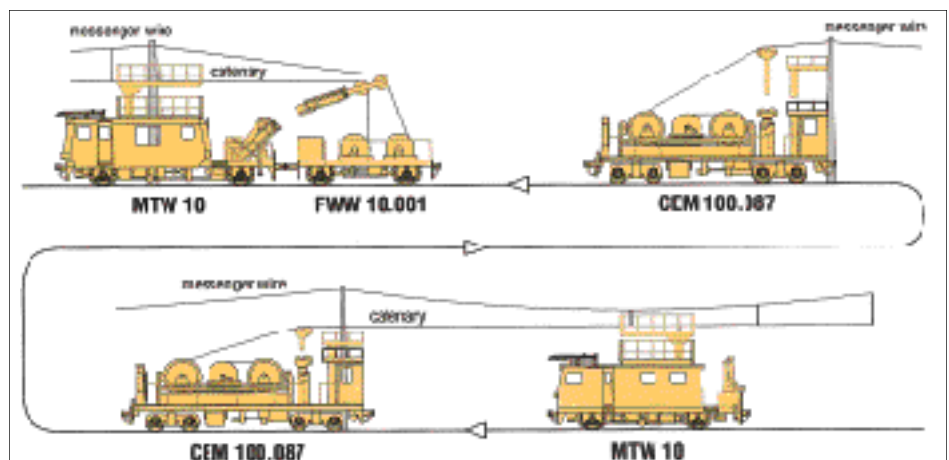


Bild 5: Fahrleitungsombau in kurzen Sperrpausen

geänderte Einsatzbedingungen, es können je nach Bedarf nur eine Maschine allein oder mehrere Maschinen eingesetzt werden. Die Maschine ist des Weiteren mit einer drehbaren Säulenhebebühne und einem Hydraulikkran ausgestattet.

3 Fahrleitungsinstandhaltung

Für die Wartung, die Störungsbehebung und Sicherheitsüberprüfungen werden Turmwagen verwendet. Die Anforderungen nach rascher, kostengünstiger und sicherer Durchführung der Arbeiten haben zur Entwicklung der modernen vollhydraulischen Maschinen mit elektronischer Steuerung geführt.

3.1 Anforderungen an moderne Turmwagen

Sicherheits-Anforderungen

- ▷ Alle Teile der Oberleitungsanlagen müssen von einem sicheren Arbeitsplatz aus erreichbar sein.

- ▷ Der Arbeitsplatz muss optimal gegen Zugfahrten im Nachbargleis abgesichert sein.
- ▷ Hydraulische Kräne und Plattformen müssen besonders gegen Ausfall der Hydraulik abgesichert sein.
- ▷ Standsicherheit bei ausgefahrenen Plattformen und Kränen muss gewährleistet sein.
- ▷ Kräne müssen so gebaut sein, dass die Gefahr einer Fahrdrabtberührung minimiert ist.
- ▷ Die Erdung des Fahrdrabtes muss über die Maschine erfolgen können.

Arbeitsanforderungen

- ▷ Auf Grund der knappen personellen Ressourcen müssen die Maschinen vor allem hohe Produktivität ermöglichen.
- ▷ Alle Bauteile müssen mit Hebehilfen an den Arbeitsplatz gebracht werden können.
- ▷ Die Maschinen müssen mit ausgefahrenen Plattformen und Kränen ruckfrei bewegt werden können.
- ▷ Für die Arbeitsgeräte muss auf den Plattformen eine Energieversorgung (elektrisch oder pneumatisch) vorhanden sein.
- ▷ Ausreichende Beleuchtung für Nachtarbeit ist erforderlich.
- ▷ Während der Reparatur müssen die Drähte horizontal und vertikal in Position gehalten werden können
- ▷ Bedienung aller Maschinenfunktionen durch Fernsteuerung von einem Platz aus ist erforderlich, um unkoordinierte und damit gefährliche Bewegungen zu vermeiden
- ▷ Inspektionssysteme für Kontrolle und Arbeitsabnahme müssen vorhanden sein.



Bild 6: Fahrleitungs-
bau- und Instandhal-
tungsmaschine MTW
100.083/1

3.2 Turmwagen mit frei schwenkbarer Arbeitsbühne

Plasser & Theurer legt bei seinen Konstruktionen auf die Erfüllung dieser Forderungen besonderen Wert. Die Motorturmwagen der Serie MTW 100.013 und MTW 100.083, die bei den Österreichischen Bundesbahnen eingesetzt werden, haben im Praxiseinsatz ihre Produktivität und Wirtschaftlichkeit bewiesen. Der MTW 100.083/1 (Bild 6) stellt den letzten Stand der Entwicklung dar, seine wesentlichen Eigenschaften und Arbeitsgeräte sind im Folgenden kurz beschrieben:

Aufbau

Die vierachsige Maschine ist mit komfortablen Fahrerkabinen an jedem Maschinenende ausgestattet, die alle Steuerungselemente für Überstellfahrten nach den Eisenbahnvorschriften und für die Arbeitsfahrt enthalten. Die Bedienung der Maschine erfolgt mit einer Programmsteuerung, die Fehlbedienungen weitgehend verhindert. Zusätzlich enthalten die Kabinen Werkstatt- und Sozialabteile. In der Mitte der Maschine kann die hydraulische Arbeitsplattform aufgelegt werden, bei Arbeitsbeginn und auch während der Arbeit braucht niemand das Dach der Maschine besteigen.

Alle Antriebsaggregate sind unterflur angeordnet, ein 376 kW Dieselmotor ermöglicht eine Überstellgeschwindigkeit von 120 km/h. Ein zweiter Motor mit 74 kW wird alternativ während der Arbeit als Antriebseinheit verwendet um zu vermeiden, dass der große Motor über lange Zeit bei zu geringer Leistung läuft. Ein hydrostatischer Zusatzantrieb des Kriechgangs ermöglicht exaktes und ruckfreies Positionieren der Maschine bei 0-5 km/h.

Das Fahrwerk ist für Geschwindigkeiten bis 140 km/h ausgelegt.

Frei schwenkbare Arbeitsbühne

Plasser & Theurer stattet seine Maschinen mit frei schwenkbaren Hubarbeitsbühnen aus, für welche die Fahrleitungskette kein Hindernis mehr darstellt. Mit ihnen ist sogar das Hinterfahren der Masten — etwa für die Montage des Erdungsdrahtes — möglich.

Die Bühne ist auf einer neu entwickelten knick- und ausschiebbarer Auslegerkonstruktion angeordnet. Sie ist mit Werkzeugablagen, blendfreier Arbeitsbeleuchtung sowie Steckdosen für elektrische Geräte und Druckluftanschluss ausgestattet. Ihr Schwenkwerk ist so dimensioniert, dass neben einer Tragfähigkeit von 400 daN auch noch Zug- oder Druckkräfte bis zu 350 daN, für die Aufnahme von Eckzügen — insbesondere von Spitzenleitungen (U-, V- und S-Leitungen) — umgesetzt werden können.

Im unabgestützten Zustand können mit dieser Arbeitsbühne Oberleitungsarbeiten bis zu einer Höhe von 15,5 m über Schienenoberkante (SOK) oder bis 4 m unter SOK, sowie bis ca. 4,5 m seitlich der Gleisachse durchgeführt werden. Eine elektro-hydraulische Niveauregelung sorgt für die waagrechte Lage der Plattform. Für das sichere Arbeiten auf Strecken mit befahrenem Nachbargleis wird das Ausschwenken der Bühne in diesen Bereich über eine Gegengleissperre automatisch beschränkt. Muss dennoch in diese Zone eingeschwenkt werden, ist dies nur durch bewusstes Überbrücken der Sicherheitsfunktion möglich, was ein dauerndes, optisches Warnsignal auslöst.

Hydraulik-Ladekran

Mit dem Hydraulik-Ladekran können fast alle herkömmlichen Lastsituationen bei Oberleitungsanlagen abgedeckt werden. Es können Punkte der Oberlei-

tungskette bis zu 22 m über SOK und 16,7 m seitlich der Gleisachse erreicht werden. Sein Zweidruck-System ermöglicht im Niederdruckbereich das punktgenaue Verfahren von Lasten im Kriechgang. Eine Überlastsicherung sorgt für die Standsicherheit.

Bei Bedarf kann ein Arbeitskorb auf den Hydraulik-Ladekran aufgesteckt werden. Er hat eine Ladekapazität von 280 kg — genug um zwei Mitarbeitern mit Werkzeug und leichtem Montage-material einen gesicherten Standort bis 22 m Höhe zu bieten.

Fahrdraht- und Tragseildrücker

Mit den hydraulisch betätigten Drückereinheiten ist es möglich, sämtliche Eckzüge und Lotlasten, die bei Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen auftreten können, zu übernehmen. Beide Drücker sind seitlich verfahrbar. So können sie nach Bedarf links und rechts der Fahrleitungskette positioniert und in Arbeitsstellung gebracht werden. Den klassischen Einsatz stellt der Isolatortausch an Auslegern dar.

Erdungsbügel

Der Erdungsbügel ist isoliert auf dem vorderen Kabinendach angeordnet. Die Erdung erfolgt über einen druckluftgesteuerten Trennschalter aus dem Dach, der über die Programmsteuerung des Fahrzeuges geschaltet wird. Eine bewusste — registrierte — Betätigung des Erdungsschalters ist über einen Schlüsselschalter möglich.

4 Fahrleitungsinspektion

Inspektions- und Messeinrichtungen für die Fahrleitung sind sowohl auf den Motorturmwagen vorgesehen, als auch in eigene Messfahrzeuge eingebaut.

4.1 Inspektionseinrichtungen für Turmwagen

Videoüberwachung

Eine Videoüberwachungsanlage, bestehend aus Videokamera, Aufzeichnungsgerät sowie Dateneinspielung in das Videobild, erlaubt die kontinuierliche Überwachung der Oberleitung während der Inspektionsfahrt.

Dynamischer Mess- und Erdungsbügel

Dieser isolierte Messbügel dient zur Erfassung der Höhenlage des Fahrdrahtes unter dynamischen Bedingungen. Die Messfahrt wird mit einer Geschwindigkeit bis zu 60 km/h bei unter Spannung stehender Fahrleitung durchgeführt. Die Anpresskraft kann stufenlos pneumatisch von 5 daN bis 15 daN eingestellt werden. Die Ergebnisse der Messfahrt sind jederzeit über eine Videoaufzeichnung abrufbar. Die seitliche Auslenkung (Zick-Zack) des Fahrdrahtes ist dabei ebenso ersichtlich. Werden die vor der Messfahrt mittels verstellbarer Druckluftschalter eingestellten Grenzwerte hinsichtlich des seitlichen Verlaufes überschritten, speichern diese ein Überlaufsignal auf die Videoaufzeichnung und können somit leicht wieder lokalisiert werden.

Statischer Messbügel

Dieser Messbügel dient einerseits zur Erfassung der statischen Lage des Fahrdrahtes mit einem Anpressdruck von 5 N bei Kriechgangfahrt, andererseits kann damit eine definierte Fahrdrathöhe über SOK eingestellt werden. In beiden Fällen werden die Achsfedern des Fahrzeuges mittels Hydraulikzylinder blockiert, sodass eine definierte, starre Lage des Messbügels gegenüber der Gleislage hergestellt werden kann. Wie bei der dynamischen Messung, können die Messergebnisse über eine Videoanlage aufgezeichnet werden.

Beobachtungskanzel

Eine nach vier Richtungen verglaste Beobachtungskanzel am Wagendach bietet dem Bediener Platz für die optische Kontrolle der Oberleitung.

4.2 Berührungslose Fahrleitungsmessung

Eine moderne Fahrleitungsinstandhaltung, die den technischen und ökonomischen Forderungen Rechnung trägt, erfordert heute mehr denn je die lückenlose, in regelmäßigen Zeitabständen wiederkehrende Kontrolle und Überwachung. Erst dadurch kann auch die erforderliche Betriebszuverlässigkeit gewährleistet werden. Darüber hinaus ist jedoch für den wirtschaftlichen Einsatz von Instandhaltungsmaschinen die Kenntnis der Veränderungen im Fahrleitungsnetz eine wichtige Voraussetzung. Mit einer zustandsabhängigen Instandhaltung kann wesentlich effektiver gearbeitet werden.

Um klare Entscheidungsgrundlagen für Maschineneinsätze zur Verfügung zu haben, werden heute moderne Messfahrzeuge eingesetzt, die nicht nur grafische Aufzeichnungen vom Zustand der Fahrleitung herstellen, sondern auch sofort Ergebnisse einer Analyse zur Verfügung stellen.

Für die geometrische Erfassung des Fahrdrahtes müssen die Fahrdrathöhe über den Schienenfahrflächen, die Fahrdracht-Seitenlage sowie die Position der Fahrleitungsmasten gemessen werden, dazu noch die Messgeschwindigkeit, die Position der Wegmarkierungen entlang des Gleises sowie die Position von Bauwerken wie z. B. Brücken.

Plasser & Theurer hat in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer Institut für Physikalische Messtechnik für diese Aufgaben Meßsysteme entwickelt, die diesen Bereich optimal abdecken. Diese Systeme können auf eigene Fahrleitungsmesswagen aufgebaut oder in beste-

hende Fahrzeuge integriert werden. Sie eignen sich für Messgeschwindigkeiten bis 300 km/h.

Messen der Fahrdrachtlage

Durch die Weiterentwicklungen in den Bereichen Lasertechnologie und schnelle Rechnersysteme sind berührungslose Messverfahren mit Echtzeit-Auswertungen möglich geworden. Für die Distanzmessung wird ein sinusförmig modulierter Laserstrahl auf ein Objekt gerichtet. Das vom Objekt reflektierte Licht wird von einer Linse fokussiert und mit einem Detektor gemessen. Aus der Phasendifferenz zwischen ausgesendetem und empfangenen Laserstrahl kann die Distanz rechnerisch ermittelt werden. Durch gleichzeitiges Erfassen des Winkels des Ablenkspiegels können Höhe und Seitenlage des Fahrdrahtes errechnet werden (Bild 7).

Zur Identifikation des Fahrdrahtes gegenüber anderen Objekten wird unter anderem die Intensität des reflektierten Laserstrahls in die Auswertung einbezogen. Die Datenverarbeitungssysteme filtert nichtrelevante Elemente aus.

Masterkennung

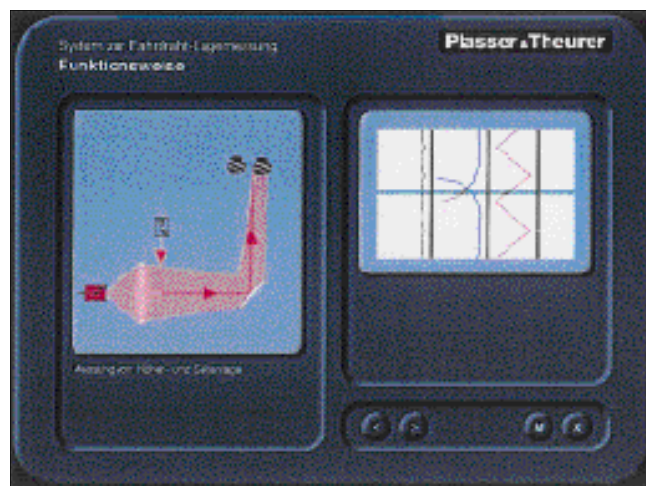
Bei diesem lasergestützten Mastenerkennungssystem erfolgt die Erkennung indirekt durch die Detektion der Seitenhalter. Zu diesem Zweck wird auf beiden Seiten des Daches je ein Gerät mit zwei Lasern angeordnet. Zur Bestimmung der kilometrischen Lage der Masten werden diese während der Messfahrt erfasst und ihre Positionen mit dem Wegmeßsystem verknüpft.

Aufzeichnung und Auswertung

Sämtliche Parameter wie zum Beispiel Geschwindigkeit, Seitenlage, Höhe, Mastposition usw. werden in Echtzeit auf einem Monitor dargestellt, abgespeichert und bei Bedarf auch an einen Messschreiber ausgegeben.

Die mit den Fahrleitungs- und Mastenerkennungssystemen mitgelieferte Software von Plasser & Theurer beinhaltet umfangreiche Auswertemöglichkeiten der Messdaten. Mit Hilfe der entsprechenden Darstellungs- und Auswertemodule kann sofort während der Messfahrt eine Kontrolle der Daten durchgeführt werden. Des weiteren besteht die Möglichkeit, die Messdaten „Off-Board“ einer weiteren Auswertung zuzuführen. Dazu werden die Daten per

Bild 7: Prinzip der berührungslosen Fahrdrachtmessung



Résumé

Machines for contact-line construction and maintenance

Cost pressures and the need to rationalize call for new and innovative solutions for contact-line construction, maintenance and inspection. By using the experience gained with hydraulics and electronics in developing track laying machines, for contact-line construction Plasser & Theurer have made important advances in this sector since the early 1980s.

In contact-line construction the introduction of continuously working repair and conversion procedures has made a mark on developments. In contact-line maintenance the new-generation machines have made possible that all sections of the chain can be reached from safe and sure work platforms and that the necessary material and tools are available at these positions. Inspection and measuring systems on a video and laser basis complete the developments for the rationalization of contact-line maintenance.

Récapitulation

Engins pour la construction et l'entretien des caténaires

La pression exercée par les coûts et les exigences de rationalisation demandent de nouvelles solutions innovantes pour la construction, l'entretien et l'inspection des caténaires. Grâce au transfert, au domaine de la caténaire, de l'expérience acquise dans l'application de l'hydraulique et de l'électronique lors du développement des engins de travaux de voie, Plasser & Theurer a pu donner des impulsions fondamentales dans ce domaine depuis le début des années 1980.

En matière de construction de caténaires, l'introduction de procédés de renouvellement et de pose travaillant en continu caractérise l'évolution.

En matière d'entretien des caténaires, les engins de la nouvelle génération permettent d'atteindre toutes les zones de la caténaire à partir de nacelles sûres où les matériaux et les instruments nécessaires sont aussi disponibles. Des systèmes d'inspection et de mesure basés sur la vidéo et le laser complètent les évolutions visant à rationaliser l'entretien des caténaires.

Resumen

Maquinarias para la construcción y mantenimiento de líneas de conductores eléctricos ferroviarios

La presión en los precios y las necesidades de racionalizar exigen nuevas e innovativas soluciones para la construcción, mantenimiento e inspección de líneas de conductores eléctricos. A través de la transferencia de conocimientos adquiridos con la aplicación de la hidráulica y electrónica en el desarrollo de las máquinas para la construcción de carriles al campo de la construcción del tendido de líneas de conductores eléctricos, la Firma Plasser & Theurer a logrado sentar impulsos esenciales en este terreno desde comienzos de la década del ochenta.

El desarrollo en el tendido de líneas de conductores eléctricos está marcado fundamentalmente por la introducción permanente de reformas y nuevas técnicas de tendido.

En el campo del mantenimiento de las líneas de conductores eléctricos, las máquinas de la nueva generación permiten que todos los elementos de la red conductiva sean accesibles a través de plataformas de trabajo seguras, las cuales a su vez están equipadas con las herramientas y los repuestos necesarios. Sistemas de inspección y medición desarrollados sobre la base de vídeo y láser completan el desarrollo para la racionalización en el mantenimiento de las líneas de conductores eléctricos.

Datenträger auf einen beliebigen PC, auf welchem die Software lauffähig ist, übertragen.

5 Internationaler Einsatz

Banverket, Schweden

Als im Jahre 1990 der Fahrleitungsumbauzug mit der neu entwickelten Umbaummaschine MTW 100.017 an Banverket, Schweden, geliefert wurde, bestanden genau definierte Forderungen an dieses neue System. Zum einen musste eine komplette Fahrleitungssektion (1200 bis 1600 Meter) in einer Sperrpause von 6 Stunden erneuert werden, zum anderen musste der Verkehr unmittelbar nach der Sperrpause mit voller Geschwindigkeit wieder aufgenommen werden können. Des weiteren durften keine bisher üblichen Nachjustierungen der Fahrleitungskette vorgenommen werden. Mit den konventionellen Methoden und Arbeitsgeräten brauchte man bisher für eine Fahrleitungssektion 5 dieser Sperrpausen.

Die Anforderungen konnten im praktischen Einsatz erfüllt werden. Es ergibt sich eine Produktivitätssteigerung im Verhältnis 5:1 bei gleichzeitiger Personaleinsparung von 50 %.

Einen weiteren Faktor für die Wirtschaftlichkeit stellt die hohe Zuverlässigkeit und Arbeitssicherheit des Systems dar. Dies ist umso bedeutender, wenn man bedenkt, dass in Schweden bei Temperaturen bis -27 °C gearbeitet wird.

SBB, Schweiz

Das im Rahmen des Ariane-Systems eingesetzte Fahrleitungsbaufahrzeug bewirkte laut Angaben der SBB folgende Produktivitätsgewinne infolge Personaleinsparung [1]:

- ▷ Bei Fahrdrahtwechsel etwa 40 %
- ▷ Bei Kettenwerksumbau etwa 55 %

ÖBB, Österreich

Die Aufgaben des für die ÖBB entwickelten Systems beinhalten zusätzliche Leistungen wie Verlegen eines Rückleiters unter Zugspannung und einer Stromversorgungsleitung an den Mastspitzen, sowie fallweise das Aufstellen von Betonmasten. Auch hier wurden die ursprünglichen Spezifikationen voll erfüllt.

Die ÖBB stellen die Wirtschaftlichkeit dieses Systems wie folgt dar [2]:

- ▷ Verringerung des Personalaufwandes um den Faktor 6
- ▷ ROI (return on investment) des Umbausystems: 4,5 Jahre
- ▷ Reduzierung der Gleissperren von 8 auf 2 1/3 Stunden
- ▷ Die erwartete Senkung der Arbeitskosten von 40 % wurde mit 60 % sogar bei weitem übertroffen.

Für die Instandhaltungsfahrzeuge errechnen die ÖBB ein ROI von weniger als sechs Jahren, das Personal konnte um 35% reduziert werden.

Insgesamt verringerten sich durch den Einsatz der neuen Bau- und Instandhaltungsmaschinen die Sperrpausen auf ein Drittel, die Arbeitsstunden pro Leistungseinheit sanken auf ungefähr ein Sechstel.

Schrifttum

- [1] Schneider, Bernhard/Wagner, Eric: Mechanisierte Oberleitungsmontage bei den SBB, Der Eisenbahningenieur 2/98.
- [2] Kohel, Johann/Gruber, Leopold: Einsatz von innovativen Arbeitsgeräten, Elektrotechnik und Informationstechnik, Heft 2 1999, S. 133...144.