

Pawel Koroblowski

# Neue gleisgebundene Fahrleitungsumbautechnologie bei den Polnischen Staatsbahnen

Das Schienennetz der Polnischen Staatsbahnen (PKP) benötigt vor allem eine umfangreiche Sanierung von AGC-Strecken (= Accord Européen sur les Grandes Lignes Internationales de Chemin de Fer), um die wichtigsten Teile der europäischen Korridore auszubauen. Mit dem Ziel, die Produktivität bei der Modernisierung der Hauptstrecken zu verbessern, haben die Polnischen Staatsbahnen den neuen Fahrleitungsumbauzug gekauft, der von der österreichischen Firma Plasser & Theurer gebaut wurde. Der Zug arbeitet seit August 1999 im normalen Betrieb und hat bereits seine vielen Vorteile im Vergleich zu den alten, herkömmlichen Technologien bewiesen.

Die Elektrifizierung der PKP-Strecken begann im Jahre 1936, als die ersten Abschnitte – Warschau-Ottock und Warschau-Pruszków – für die elektrischen Vorortzüge eröffnet wurden. Früher, in den 20er Jahren, wurde das 3 kV Gleichstrom-Versorgungssystem als modern und passend für den leistungsfähigen Betrieb auf kurzen Nahverkehrsstrecken gewählt. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden Wiederaufbauarbeiten und Ausweitung der elektrischen Traktion auf den Hauptstrecken der PKP mit demselben 3 kV DC-System in Angriff genommen. Sehr umfangreiche Elektrifizierungsarbeiten wurden zwischen 1960 und 1988 durchgeführt – als Antwort auf die sehr große Transportnachfrage seitens der polnischen Industrie. Heute beträgt die Gesamtlänge der elektrifizierten Strecken der PKP ca. 11600

km, das sind über 50 % der Strecken, welche für den Zugbetrieb verwendet werden. Elektrisch angetriebene Züge befördern mehr als 92 % des gesamten Personen- und Frachtverkehrs. Während der sogenannten „großen Elektrifizierung“ wurden Energieversorgungssysteme und Fahrleitungen generell für Frachtbetrieb und Personenzüge mit Geschwindigkeiten bis 120 km/h ausgelegt. Angesichts der Tatsache, dass heute elektrische Traktion praktisch auf jeder Hauptstrecke des PKP-Netzes verwendet wird, wurde angenommen, dass der Elektrifizierungsvorgang in Polen abgeschlossen ist.

Nach großen politischen und wirtschaftlichen Veränderungen in Polen wurden in den 90er Jahren Teile der PKP-Hauptstrecken zu wichtigen europäischen Verkehrskorridoren. Um die maximale Geschwindigkeit der Personenzüge (wie z.B. IC, EC, EN usw.) von 160 km/h zu gewährleisten, sind – auf Grund der AGC-Vereinbarung – diese Strecken zu sanieren. 1993 begann die Modernisierung der E-20 Strecke, Abschnitt Warschau – Poznan – Kunowice (deutsche Grenze); 1999 – die Sanierung des östlichen Teils der E-20 (Warschau – Minsk Mazowiecki). Laut den neuesten Plänen wird in diesem Jahr mit der Streckenmodernisierung der E-30 (Abschnitt Wrocław – Opole) begonnen. Die erwähnten Projekte werden mit beträchtlicher Unterstützung der europäischen Finanzinstitutionen wie EIB, EBRD, Phare Fund betrieben. Diese Unterstützung ist sehr wichtig für die Anpassung des polnischen Eisenbahnnetzes für eine

stufenweise Teilnahme an einem wettbewerbsfähigen Verkehrsmarkt im vereinten Europa.

Die Sanierung der polnischen Hauptverkehrskorridore beinhaltet

- Gleiserneuerung mit teilweiser Neutrassierung,
- Brückenerneuerung,
- Umbau von Bahnhöfen und Haltestellen, Signaleinrichtungen und
- Erneuerung des Fahrleitungssystems.

Im allgemeinen besteht die Erneuerung der Fahrleitungssysteme darin, die Zugkräfte in den Drähten zu erhöhen: In Kupferfahrdrähten mit 100 mm<sup>2</sup> Querschnitt zwischen 950 und 1000 daN, in Kupfertragseilen mit 120 mm<sup>2</sup> Querschnitt zwischen 1500 und 1600 daN. Auf den meisten Abschnitten, die umgebaut werden, ist es notwendig, abgenutztes Material (Hänger, Isolatoren, Ausleger) auszutauschen. Bei den anfänglich elektrifizierten Strecken beinhalten die Erneuerungsarbeiten sehr oft den Austausch der Fahrleitungen (sowohl Fahrdrähte als auch Tragseile) und die Errichtung von neuen Masten. Wie bei den früheren Elektrifizierungsarbeiten wurden die ersten Erneuerungsprojekte mit herkömmlichen Montage-Zügen durchgeführt. Diese bestanden aus zwei oder drei alten, ausrangierten Personenzugwaggons, gezogen von Diesellokomotiv-

## Der Autor

Dr.-Ing. Pawel Koroblowski ist Experte für Energetik bei den Polnischen Staatsbahnen (PKP), Warschau



Abb. 1: FUM 100-V im Einsatz



Abb. 2: Umlenkrollen für die Fahrdrabtverlegung

ven. Die Wagen verfügten über lange, auf den Dächern montierten Arbeitsplattformen für Fahrleitungsarbeiten. Das Arbeiten mit dieser Ausstattung erfordert aber große physische Anstrengungen seitens der Mannschaft und ermöglicht nicht die erwartete Leistung.

Mit der herkömmlichen Technologie benötigt eine sogenannte „Wiederelektrifizierung“ der gesamten, fertig verspannten Fahrleitungssektion (d.h. Abbau des alten Systems einschließlich aller auf den Masten montierten Teile, die Masten selbst, Fahrdrähte, Tragseile und Einbau des neuen Systems) mit einer Länge von ca. 1300 m fünf Gleissperrungen, wobei jede einzelne ca. 8 Stunden dauert.

## Forderung nach einer Verbesserung der Fahrleitungsumbautechnologie

Mit dem Ziel, Umbauarbeiten auf den PKP-Strecken leistungsfähiger zu machen, hat sich die Leitung der PKP entschlossen, neue Technologien einzuführen – u.a. eine Technologie für das Auswechseln von Fahrleitungselementen. Um eine geeignete Lösung auszuwählen, holten die PKP-Experten Informationen über die modernsten Fahrleitungsumbauverfahren ein, welche in Schweden, Österreich, Frankreich, Schweiz, Norwegen, Marokko, China und Deutschland eingesetzt werden. Sie beurteilten die 1990 von der schwedischen Firma Banverket eingeführte Lösung als die leistungsfähigste. Die in Schweden verwendete Technologie mit Herstellung der endgültigen Zugspannung bei der Verlegung, ermöglicht Banverket (Swedish National Rail Administration) die Modernisierung einer kompletten Fahrleitungssektion mit einer Länge von ca. 1300 m während einer Gleissperrung von 5 Stunden. Eine so hohe Leistung wurde als ein sehr wichtiger Faktor für den Bedarf der PKP hinsichtlich der Sanierung der Hauptstrecken angesehen.

Die wichtigsten Forderungen für den Einsatz eines Fahrleitungsumbauzuges für die PKP waren:

- Der Austausch der Fahrleitungselemente einer kompletten Sektion sollte in einem Arbeitsgang (1 Gleissperrung von 8 Stunden für 1 Sektion mit einer Länge von 1300 m) durchgeführt werden.
- Umfang dieser Arbeit beinhaltet: Austausch von 1 Tragseil und 2 Fahrdrähten (typisch für das in Polen verwendete Gleichstromsystem), alle Ausleger mit Isolatoren, Spanneinrichtungen, Stromverbinder, Y-Seile usw.
- Der Umbauzug sollte auf der Baustelle aus zwei unabhängigen Teilen (ein Teil für Abbau, der andere für die Neuverlegung) bestehen.

– Die Verlegung der neuen Fahrleitungen sollte mit konstanten, vorgewählten Werten der Zugkräfte für jeden Fahrdrath durchgeführt werden (das gleiche gilt für die Aufwicklung der alten Drähte bei niedrigeren Zugkräften).

– Der Arbeits- und Transportantrieb des Zuges sollte ein Eigenantrieb sein.

Das entsprechende Ausschreibungsverfahren wurde 1997 eingeleitet. Die Finanzierung stammt aus dem vom EIB (European Investment Bank) gewährten Kredit für die Modernisierung der E-20 Strecke. Die Vorschriften hinsichtlich Ausschreibungsverfahren und der Vertrag selbst wurden entsprechend den Bestimmungen der EIB und der Weltbank aufgestellt. Im selben Jahr wurde der Kaufvertrag für den Fahrleitungsumbauzug mit der österreichischen Firma Plasser & Theurer unterzeichnet, welche hinsichtlich der vorgegebenen Auswertungskriterien das zufriedenstellendste Angebot unterbreitete.



**Abb. 3: FKW 2 beim Kontrollieren der Fahrleitungs-Isthöhe**

Der Umbauzug wurde im März 1999 ausgeliefert. Er wird von der mechanisierten Fahrleitungsumbauabteilung in Slotwiny (in der Nähe vom Knotenpunkt Koluszki, ca. 100 km südlich von Warschau) eingesetzt. Die Tätigkeit der Slotwiny-Abteilung erstreckt sich über das ganze Netz der PKP. Diese Abteilung und die 23 Regionalleitungen der Elektrotechnik unterstehen der Elektrotechnikdirektion, welche den elektrischen Dienst der PKP überwacht und direkt dem Verwaltungsvorstand der PKP untersteht. Seit Oktober 1998 ist es die Aufgabe des elektrotechnischen Dienstes, für folgende Bereiche Dienstleistungen zu erbringen: Infrastruktur, Personenverkehr, Frachtgut (gegründet nach der Zusammenlegung des ehe-

maligen Frachtdienstes mit Traktion und Werkstattunterstützung). Der Umfang dieser Dienstleistungen umfasst die Lieferung von Energie für die Traktion und für andere Verbraucher, Wartung der elektrischen Geräte und Installationen (u.a. als wichtigstes: Unterstationen für die Energieversorgung und die Sektionen, Übertragungsleitungen für Traktion und andere Verbraucher, Fahrleitungssysteme) und Durchführung von Erneuerungsarbeiten an den Fahrleitungssystemen.

## Technische Beschreibung des Fahrleitungsumbauzuges MTW 100.051

Der polnische Fahrleitungsumbauzug eignet sich zum kontinuierlichen Umbau von Gleichstromfahrleitungen, d.h. Hängermontage, Abbau von zwei Fahrdrähten, einem Tragseil sowie Auslegerdemontage und gleichzeitigem Aufbau von neuen Auslegern, einem Tragseil, 2 Fahrdrähten sowie Hängermontage. Abbau- und Aufbaueinheit können auch voneinander getrennt eingesetzt werden.

Mit dem Fahrleitungsumbauzug können auch Mastspitzenleitungen sowie Stromrückführungsleitungen abgebaut bzw. verlegt werden.

Das Nachbargleis ist während der Umbauarbeiten uneingeschränkt nutzbar. Während einer 8-stündigen Sperrpause wird eine Gleichstrom-Fahrleitungssektion von ca. 1300 m Länge komplett umgebaut und für den normalen Zugverkehr freigegeben. Die Fahrleitungen werden bereits mit der endgültigen Seilspannung verlegt – eine Nachjustage ist nicht mehr erforderlich.

## Komponenten des Fahrleitungsumbauzuges

Der Fahrleitungsumbauzug (Abb. 4) besteht aus folgenden Einheiten:

Zweiteilige Fahrleitungsabbaumaschine FUM 100.051/3 FWW (Abb. 4, Nr 1) Der zweiachsige Kranwagen ist als Regelfahrzeug mit Puffer- und Zughaken und ohne Kabine ausgeführt. Mit dem luftgekühlten 12-Zylinder Deutz-Dieselmotor sowie Lastschaltgetriebe wird bei Kuppelung mit FUM 100.D.I.WP inkl. Führerstand eine Eigenfahrgeschwindigkeit von 80 km/h ermöglicht.

Der Arbeitsfahrantrieb erfolgt hydrostatisch (0-7 km/h) und kann auch über die Funkfernsteuerung der Hubarbeitsbühnen betrieben werden. Auf der Maschine ist ein Ladekran mit zwei Rollenköpfen zum Umlenken von altem Tragseil und Fahrdrähten sowie zwei seitlichen Abstützbeinen montiert. Die dahinter befindliche

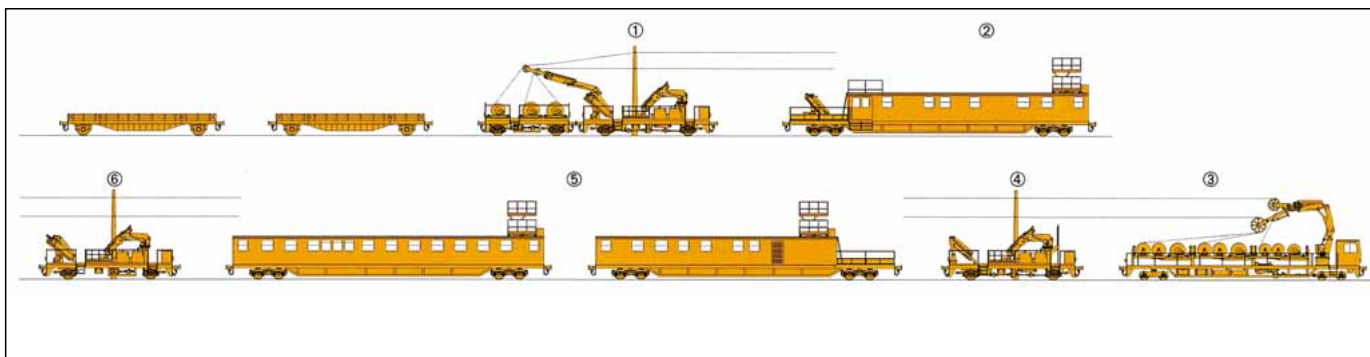


Abb. 4: Der Fahrleitungsumbauzug MTW 100.051

Hubarbeitsbühne, mit einer max. Arbeitshöhe von ca. 15 m, wird zur Auslegerdemontage verwendet und für die Überstellfahrt auf die Fahrzeugplattform abgelegt und verriegelt.

Der über Puffer- und Zugeinrichtungen gekoppelte zweiachsige Fahrleitungswindwagen ist ohne eigenen Fahrtrieb ebenfalls als Regelfahrzeug ausgestattet. Ein luftgekühlter 4-Zylinder Deutz-Dieselmotor dient zum Betrieb der Windeneinheiten. Drei querverschiebbare Friktionswindeneinheiten dienen zur Aufnahme der alten Fahrleitungen. Um ein gleichmäßiges Aufwickeln von Fahrdrabt und Tragseil auf die Speichertrommeln zu ermöglichen, sind die Windeneinheiten auf seitenverschiebbaren Führungsschienen gelagert.

Vierachsiger Werkstatt- und Sozialwaggon FUM 100.D.1.WP zur Hänger-Demontage (Abb. 4, Nr. 2)

Der Waggon ist mit zwei Laufdrehgestellen mit Puffer- und Zugeinrichtungen ausgestattet. Die durchgehende Kabine besteht aus Führerstand, Sozialraum, Waschräume mit Dusche und WC, Materialraum sowie einem Werkstattraum. Am Ende ist eine 5 m lange Ladeplattform mit aufgebautem Kran vorgesehen. Der Kran dient zum Ablegen der alten Ausleger auf die Ladeplattform. Auf dem Kabinendach ist eine über die ganze Kabinenlänge befahrbare, selbstfahrende Scherenhebebühne zur Hänger-Demontage montiert. Der Aufstieg auf das Dach erfolgt von der Ladeplattform aus über eine Leiter.

Weiter ist der Waggon mit einem unterflurig eingebauten Dieselgenerator für Beleuchtung, Heizung und sonstige Elektrogeräte sowie einem Kompressor für Pneumatic-Werkzeuge ausgestattet.

Fahrleitungsaufbaumaschine FUM 100-V (Abb. 4, Nr. 3)

Der FUM 100-V (Abb. 1) stellt das Herzstück des Fahrleitungsumbauzuges dar und dient zur kontinuierlichen Verlegung von Fahrdrähten, Tragseil bzw. Versorgungsleitungen.

Die Maschine ist mit einem Lauf- und einem Triebdrehgestell ausgestattet, wobei

der luftgekühlte 12-Zylinder Deutz-Dieselmotor mit nachgeschaltetem Lastschalt-Verteil- und Achsgetrieben einen Eigenfahrtrieb von 80 km/h gewährleistet.

Der Arbeitsfahrtrieb ist mit einer speziellen Fahrsteuerung ausgestattet, der es ermöglicht, dass bei der Anfahrt keine ruckartigen und überproportionalen Spannungsspitzen bei der Seilverlegung auftreten.

Über den Ladekran werden über die regulierbaren Seilumlenkvorrichtungen (Abb. 2) die Fahrleitungen aufgezogen. Auf der Maschine sind drei schwenkbare Friktionswindeneinheiten aufgebaut, die jeweils aus einer Speichertrommelaufnahme und einem hydraulisch angetriebenen Windenrad auf einem zweiten synchronisierten Windenrad bestehen. Eine Windeneinheit dient zur Tragseilneuerlegung und die beiden anderen Einheiten zur Fahrdrabtneuerlegung. Um einem fluchtenden Einlauf der Drähte in die Umlenkräder des Kranes bzw. zu den Friktionswindenrädern zu ermöglichen, sind die Einheiten sowohl schwenkbar als auch seitenverschiebbar ausgeführt.

Fahrleitungskranwagen FKW 1 (Abb. 4, Nr. 4)

Auf der Maschine befindet sich die frei verschwenkbare Hubarbeitsbühne mit Funkfernsteuerung für den Arbeitsantrieb des FUM 100-V. Mit Hilfe der Hubarbeitsbühne werden die neuen Ausleger montiert. Am Maschinenende befindet sich ein kleiner Ladekran zur Übernahme der auf der Plattform gelagerten neuen Ausleger. Ein luftgekühlter 12-Zylinder Deutz-Dieselmotor dient zum Antrieb für Arbeits- und Überstellfahrt. Weiter ist auf der Maschine eine Fahrdrabt-Höhenmeßanlage installiert. Der FKW 1 wird während der Arbeit vom FUM 100-V abgekoppelt und getrennt betrieben.

Werkstätten- und Sozialwaggons FUM 100 M.1.WP1/WP2 (Abb. 4, Nr. 5)

In den beiden Waggons sind Waschräume mit Dusche und WC, ein Sozialraum, ein Büroraum, ein Werkstättenraum sowie sieben Schlafräume mit Stockbetten vorgesehen. Der hintere Waggon ist weiter

mit einem Führerstand für die Überstellfahrt ausgestattet. Ein Dieselgenerator dient zur Versorgung mit Strom für Beleuchtung, Heizung, Elektrogeräte und der Scherenhebebühne. Die beiden über das Kabinendach längsverfahrbaren Scherenhebebühnen dienen zur Montage der neuen Hänger.

Fahrleitungskranwagen FKW 2 (Abb. 4, Nr. 6)

Der zweiachsige Fahrleitungskranwagen FKW 2 (Abb. 3) ist mit einem hydrostatischen Arbeitsfahrtrieb ausgestattet, der vom luftgekühlten 4-Zylinder Deutz-Dieselmotor gespeist wird. Die Maschine wird unterstützend verwendet, um Restarbeiten nach dem Umbau zu erledigen bzw. die Fahrleitungs-Isthöhe zu kontrollieren. Hierfür ist eine frei verschwenkbare Hubarbeitsbühne, ein Ladekran mit hydraulisch ausfahrbaren Stützbeinen sowie eine Fahrdrabhöhenmeßanlage installiert.

### Erste Erfahrung im Einsatz des Fahrleitungsumbauzuges auf den PKP-Strecken

Nach der Phase der Inbetriebnahme begann die Mannschaft des Zuges im August 1999 mit Fahrleitungsumbauarbeiten auf dem Abschnitt Warschau Rembertów – Minsk Mazowiecki (ca. 48 km östlich der Hauptstadt gelegen) der E-20 Strecke. Diese Arbeit wurde unter der Aufsicht von Plasser & Theurer-Spezialisten durchgeführt. Der Umfang dieser Wieder-Elektrifizierungsarbeiten beinhaltet den Abbau des alten Fahrleitungssystems und die Verlegung eines neuen, welches für 160 km/h ausgelegt ist, einschließlich:

- Abbau der alten Masten mit ihren Fundamenten ,
  - Einbau der neuen Masten,
  - Austausch der Fahrleitungen (2 Fahrdrähte und 1 Tragseil),
  - Austausch des Tragsystems und
  - Einbau der Oberleitungs-Spannsysteme.
- Somit wurden die Maschinen des Umbauzuges für vorgesehene Aufgaben und für einige zusätzliche Hilfsarbeiten ausgelegt. Es muss erwähnt werden, dass während

dieser Arbeit die praktische Schulung für das Personal unter normalen Betriebsbedingungen durchgeführt wurde. Unter Berücksichtigung der erwähnten Umstände wurde die erreichte Leistung (ca. 55 km in 65 Arbeitstagen mit Gleissperren von 24 Stunden) als voll zufriedenstellend betrachtet.

Die Meinung der Mannschaft über den neuen Umbauzug fällt sehr positiv aus – die Möglichkeit, Fahrdrähte und Tragseile mit konstanter mechanischer Spannung aufzubauen und die Verwendung leistungsfähiger, moderner Arbeitsplattformen und Kräne werden als Lösungen begrüßt, welche die physischen Anstrengungen mindern und die Sicherheitsbedingungen verbessern. Im Dezember 1999 bestand der Zug eine Produktivitätsprüfung (eine der wichtigsten Vertragsbedingungen) mit positiven Ergebnissen. Sie wurde zur Zeit der Modernisierungsarbeiten auf dem Abschnitt Koluszki – Rogów (ein Teil der Strecke Warschau – Katowice) durchgeführt.

Bis Ende Januar 2000 wurden ca. 75 km der Fahrleitungssysteme mit Hilfe dieser modernen gleisgebundenen Technologie umgebaut. Für das Jahr 2000 wird die Modernisierung der E-30 Strecke (Abschnitt Wrocław – Opole) als wichtigste Aufgabe betrachtet.

## Fazit

Abschließend muss erwähnt werden, dass die neue Technologie im Vergleich zu den herkömmlichen von PKP verwendeten Technologien ihre vielen Vorteile bewiesen hat. Die polnischen Spezialisten glauben, dass es nach Einführung einiger Veränderungen in der Bauart der Fahrleitungsanlagen und nach Beilegung einiger kleinerer Kinderkrankheiten möglich sein wird, eine noch höhere Leistung als bisher zu erreichen. Dies ist von beachtlicher Wichtigkeit für eine leistungsfähige Modernisierung der PKP-Strecken.

## Summary / Résumé

### ■ Polish State Railways introduces new rail borne overhead line rebuilding technology

PKP's network requires a thorough overhaul of the AGC lines (those covered by the Accord Européen sur les Grandes Lignes Internationales de Chemin de Fer) with a view to upgrading the major parts of the European rail corridors. To improve the productivity of modernisation work on the main lines, PKP purchased a new overhead line conversion train manufactured by the Austrian company Plasser &

Theurer. The train has been in regular service since August 1999 and has already demonstrated its advantages over conventional technologies.

### ■ Les chemins de fer polonais introduisent une technologie de transformation des caténaires basée sur des engins ferroviaires

Le réseau PKP a besoin surtout d'un vaste assainissement des lignes AGC (Accords européen sur les grandes lignes internationales de chemin de fer), afin d'aménager les sections les plus importantes des corridors européens. C'est en vue d'améliorer la productivité de la modernisation des lignes principales que les PKP ont acheté une nouvelle rame de renouvellement des caténaires construite par la société autrichienne Plasser & Theurer. La rame travaille depuis août 1999 en service normal et a déjà démontré ses nombreux avantages par rapport aux technologies traditionnelles.