

# Fahrdrahtmessaanlage FDMA – System Plasser & Theurer

Schon 1903 stellte die Bahn mit elektrischer Traktion einen Geschwindigkeitsweltrekord von 210 km/h auf. Nach stetigen Verbesserungen dieses Weltrekords wurde als bisher letzter Glanzpunkt 2007 auf einer optimierten Oberleitung mit dem TGV der Geschwindigkeitsweltrekord auf 574,8 km/h verbessert.



Die elektrische Oberleitung hat sich in der Geschichte der Bahn bei allen Betriebs- und Witterungsbedingungen als äußerst zuverlässig herausgestellt. Berechnungen, Fahrsimulationen und vorrangig der praktische Betrieb haben nachgewiesen, dass eine betriebssichere und LCC-optimierte (LifeCycleCosts – Lebensdauerkosten) Oberleitung eine gleichmäßige und geringe Elastizität benötigt. Unter diesen Randbedingungen ist ein ruhiger Lauf des Stromabnehmers bei geringer Abnutzung gegeben, wobei die Abnutzung minimiert und die Lebensdauer der Komponenten verlängert wird.

## 1. NEUE RAHMENBEDINGUNGEN DER BAHN

Mit dem verschärften Wettbewerb zwischen den Verkehrsträgern haben sich auch die Rahmenbedingungen und die Märkte für die Bahnen stark verändert. So erhöhten die Eisenbahnen im Personenverkehr die Betriebsgeschwindigkeit auf bis zu 350 km/h, um ihre Marktanteile gegenüber Flugzeug und Straßenverkehr abzusichern. Für eine erhöhte Wirtschaftlichkeit sind dabei alle sich bietenden Rationalisierungspotenziale zu nutzen.

Um die gestiegenen Anforderungen aus Betrieb hinsichtlich Qualität, Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit der Oberleitung zu erfüllen, mussten daher auch Bau- und Instandhaltungsstrategien angepasst und optimiert werden. Erhebliche Leistungssteigerungen und Einsparungen werden durch moderne Motorturmwagen, kombiniert mit innovativen Arbeitstechnologien, beim Neubau und sowohl bei der Ertüchtigung bestehender Anlagen als auch bei der Instandhaltung erreicht. Die neuen Arbeitsverfahren,

kombiniert mit weiter entwickelten Oberleitungsmaschinen, erzielen heute optimale Produktionsleistungen, senken dadurch die Kosten enorm und halten geforderte Güte- und Arbeitssicherheitskriterien zuverlässig ein.

## 2. ANFORDERUNGEN AN DIE QUALITÄT MODERNER OBERLEITUNGEN

Oberleitungen werden nicht redundant ausgeführt, daher ist deren Verfügbarkeit besonders wichtig. Neue Gütekriterien für das Zusammenwirken von Oberleitung und Stromabnehmer stellen sicher, dass der Verschleiß am Fahrdraht gering bleibt. Das dynamische Zusammenwirken zwischen der Oberleitung und den Stromabnehmern erfordert sehr enge Toleranzen hinsichtlich Geometrie und Lage des Fahrdrahtes, um Kraftspitzen zu vermeiden. Die Güte der Stromabnahme hängt besonders von der Qualität der konstanten Fahrdraht Höhenlage gemessen über Schienenoberkante (SOK) ab, das heißt, von den Höhenunterschieden zwischen benachbarten Hängern und zwischen aufeinander folgenden Stützpunkten sowie den Neigungswechseln zwischen den Stützpunkten. Unstetigkeiten führen zu erhöhten Kontaktkräften und in der Folge zu starkem Fahrdrahtverschleiß. Deshalb sind bereits bei der Erstmontage, die in den Technischen Spezifikationen für die Interoperabilität (TSI), den Euronormen (EN) und den Richtlinien der Bahnen festgelegten Toleranzen für die Regulierlage des Fahrdrahtes einzuhalten. Besonderes Augenmerk ist auf die Qualität und Genauigkeit der Montage des Fahrdrahtes zu legen. Die Qualität ist nach der Erstinstallation sowie im Zuge der weiteren Instandhaltung zu überprüfen. Die Einhaltung der Spezifikationen, Normen und Vorschriften



**Robert Fletzer**  
Konstruktion bei Plasser & Theurer  
robert.fletzer@plassertheurer.com



**Manfred Irsigler**  
Technischer Vorstand bei der Salzburg AG i. R., Lehraufträge an den Technischen Universitäten Wien und Graz  
manfred.irsigler@telering.at



**Bernhard Lichtberger**  
Forschungs- & Versuchsabteilung bei Plasser & Theurer  
bernhard.lichtberger@plassertheurer.com



**Bernhard Maier**  
Forschungs- & Versuchsabteilung bei Plasser & Theurer  
bernhard.maier@plassertheurer.com



**Andreas Randacher**  
European Trans Energy GmbH  
andreas.randacher@europten.com



**Paul Rosner**  
Konstruktion bei Plasser & Theurer  
paul.rosner@plassertheurer.com

ist dabei insbesondere messtechnisch nachzuweisen und zu dokumentieren. Für die im modernen Fahrbetrieb erhöhten Betriebsgeschwindigkeiten sind größere Fahrdrabt- und Trageisilzugkräfte Voraussetzung. Dies erfordert natürlich auch neue Materialien mit gegenüber herkömmlichen Werkstoffen gesteigerten mechanischen Festigkeiten. Die hohen Fahrdrabt- und Trageisilzugkräfte gewährleisten die geforderte gleichmäßige und geringe Elastizität der Oberleitungskette und eine um 30% höhere Wellenausbreitungsgeschwindigkeit am Fahrdrabt gegenüber der höchsten Zugbetriebsgeschwindigkeit. Damit wird eines der wichtigsten Qualitätskriterien für die Dynamik zwischen Fahrdrabt und Stromabnehmer – nämlich ein möglichst konstanter Kontaktkraftverlauf – erfüllt.

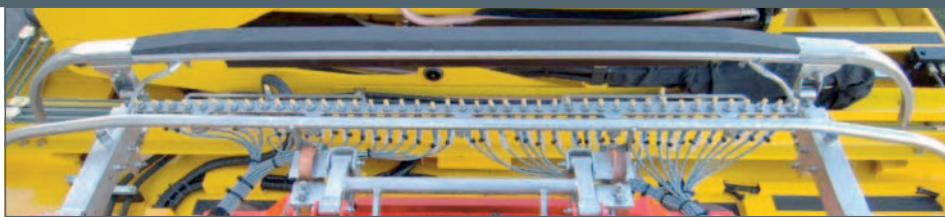
### 3. NORMEN UND RICHTLINIEN FÜR BAU UND INSTANDHALTUNG

Normen und Richtlinien bilden die Basis der Technischen Spezifikation für das Teilsystem „Energie“ des interoperablen europäischen Bahnsystems. Die Normen und Richtlinien betreffen insbesondere die Anforderungen an die geometrischen und dynamischen Eigenschaften, wie sie in den europäischen Normen EN 50367, EN 50317, EN 50318, EN 50149 und EN 50119 im Detail spezifiziert sind. Nach der TSI Energie hat der Hersteller Angaben über die Betriebsgrenzwerte, z.B. über die zulässigen Toleranzen für die Seitenlage, zu machen. Der Infrastrukturbetreiber muss die festgelegten Merkmale der Oberleitung während der Lebensdauer aufrechterhalten und durch Instandhaltungsmaßnahmen und Messungen sicherstellen.

### 4. QUALITÄTSÜBERWACHUNG

Für die Qualitätsüberwachung bestehender und ebenso für die Abnahme neuer, elektrifizierter Eisenbahnstrecken ist es wichtig, insbesondere die Höhen- wie auch die Seitenlage des Fahrdrabtes sowohl in der Ruhelage, also im statischen Zustand, als auch im dynamischen Verhalten während der Befahrung mit Stromabnehmern zu kennen. Für Oberleitungen bis 200 km/h ist z. B. nach EN 50119 ein größter Neigungswechsel von 1‰ zulässig, für Anlagen bis 250 km/h nur noch von 0,5‰.

Mit dem nachstehend beschriebenen Messstromabnehmersystem kann die Fahrdrabtlage annähernd unbelastet, aber auch unter Einwirkung einstellbarer Kontaktkräfte gemessen und aufgezeichnet werden. Die Ruhelage wird nach TSI HG Energie mit 5 N bis 8 N Kontaktkraft bei niedrigen Geschwindigkeiten gemessen.



**BILD 1: Stromabnehmer mit aufgebauten induktiven Näherungssensoren zur Detektion der Fahrdrabtseitenlage**  
(Quelle aller Bilder: Autoren)

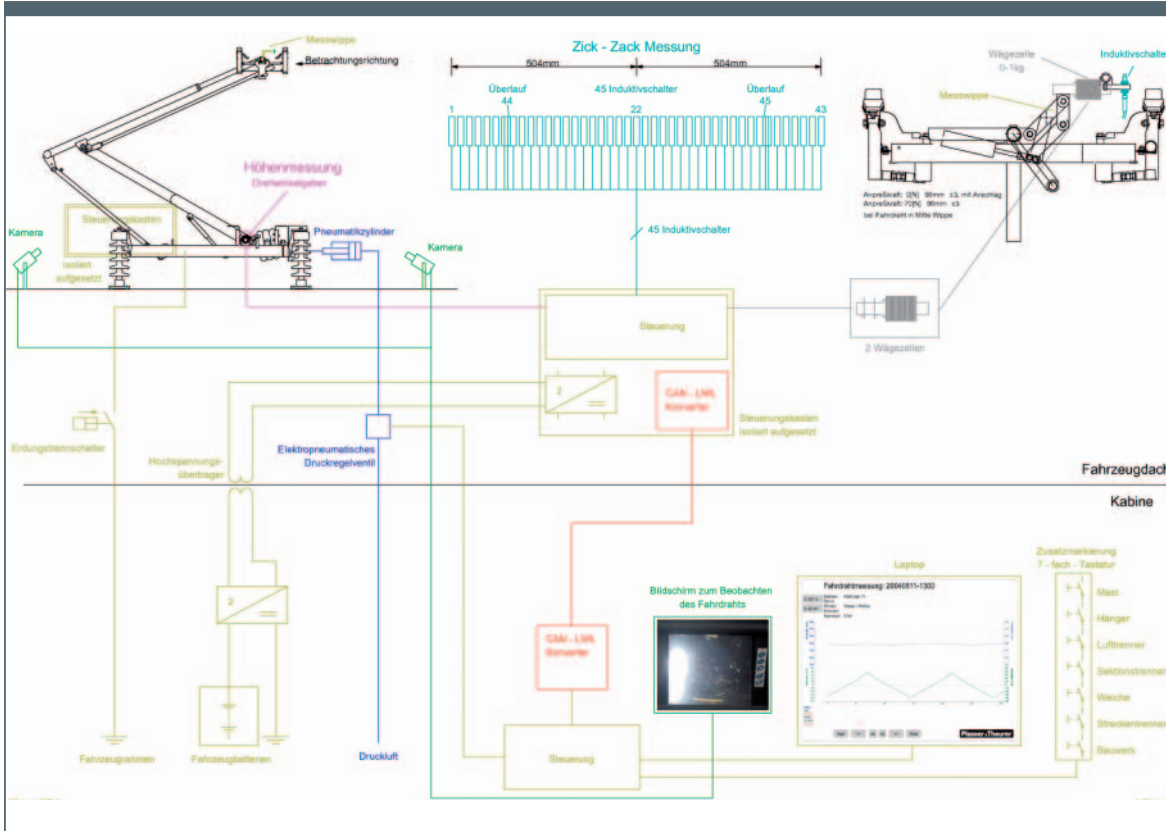
Um den Stromabnehmerdurchhang im Regelbetrieb mit den erhöhten Kontaktkräften zwischen Fahrdrabt und Stromabnehmer nachzubilden und den Anhub an kritischen Stellen, wie Seitenhaltern, Weichenverbindungen, Überlappungen zu prüfen, wird die Kontaktkraft in der Regel auf 150 N eingestellt (in Tunneln und an singulären Stellen wird mit bis zu 250 N gemessen). Gleichzeitig wird über induktive Näherungssensoren am Messstromabnehmer die Fahrdrabtseitenlage gemessen (siehe Bild 1).

Der spezielle, mechanisch-pneumatische Aufbau des Oberleitungsmesssystems, zusammen mit der eigens dazu entwickelten Software (spezielle Kalibrierung und Validierung), ermöglichen Messungen mit höchster Genauigkeit und Präzision. Über eigene Rechenprogramme können aus diesen Messwerten die besonderen statischen und dynamischen Kennwerte ausgewertet werden, wie z. B. die Elastizität der Oberleitungskette („Nachgiebigkeit“).

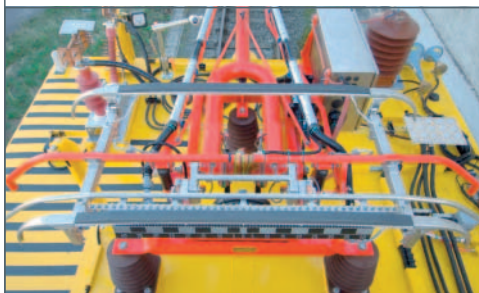
Das weiter unten beschriebene Messsystem erfüllt die entsprechenden Genauigkeitsvorgaben und ist daher nach TSI und EN für die Kontrolle und Abnahme der relevanten Grenzwerte bestens geeignet. Da die Messeinrichtung auf Motorturmwagen fix installiert werden kann, ist eine multifunktionale Verwendung der Motorturmwagen als Arbeitsmaschine und Abnahmemessfahrzeug sichergestellt. Damit können Überprüfungen unmittelbar nach Durchführung der Arbeiten vorgenommen werden, es entfallen zusätzliche spezielle Messfahrzeuge sowie die Anforderung und Überstellung derselben.

### 5. OBERLEITUNGSABNAHME-MESSEINRICHTUNG FDMA

Die von der Fa. Plasser & Theurer mit Unterstützung durch die Fa. European Trans Energy GmbH (EUROPTEN) entwickelte Fahrdrabtmessanlage FDMA dient der Messung und Aufzeichnung der Fahrdrabtlage in Bezug auf SOK und die Gleismitte. Dabei werden sowohl die Parameter Seitenlage als auch die Fahrdrabthöhe ermittelt, gespeichert und in einem Messwert-Weg-Diagramm dargestellt. Auf dem Pantographen ist eine speziell entwickelte Messwippe (eigener Messbügel mit zwei Kraftaufnehmern und induktiven Näherungsschaltern) aufgebaut (siehe Bild 1). Dieser Stahlrohrmessbügel wird für die Messungen über einen Klappmechanismus aktiviert. Sonst wird über die Standardschleifleisten gefahren. Mit Hilfe spezieller, auf der Messwippe montierter induktiver Näherungssensoren (Montagedistanz 2,5 cm), wird die Fahrdrabtseitenlage gemessen. Die Fahrdrabthöhe wird über einen hoch auflösenden Drehwinkelgeber, der den Anhubwinkel ermittelt, bestimmt. Der Pantograph ist auf der Fahrkabine aufgesetzt und kann auch wahlweise elektrisch isoliert montiert werden. Damit sind Messungen unter eingeschalteter Oberleitung (mit Spannungen bis zu 25 kV) ohne betriebliche Einschränkungen möglich. Der Pantograph kann aber auch über einen Erdungstrennschalter geerdet werden und somit Sicherheitsfunktionen übernehmen. Er ist zentriert über dem Drehgestell oder der Achse (bei Einzelachsmaschinen) positioniert, um eine exakte Messung der Seitenlage zur Gleismitte hin zu gewährleisten. »



**BILD 2:** Schema der Oberleitungsmessung



**BILD 3:** Dachaufbau mit Messelektronik

Um eine Beeinflussung der Fahrdrabthöhenmessung durch unterschiedliche Beladung, Einfederung oder Wankbewegungen des Oberleitungsinspektionsfahrzeuges zu kompensieren, werden die Federwege der Primär- und Sekundärfederung der Achsen bzw. der Drehgestelle des Laufwerkes während der Messungen gegenüber dem Wagenkasten blockiert.

Eine exakte Wegmessung wird mit einem direkt auf dem Achsstummel montierten Impulsgeber erreicht. Der Geber kann sehr einfach über das Fahrzeugdisplay im Fahrpult der Maschine kalibriert werden, wodurch die Radabnutzung kompensiert und die Genauigkeit der Wegmessung verbessert wird. Zur Kalibrierung wird eine Normmessstrecke von typisch 50 m im Gleis vorgegeben, welche mit dem Fahrzeug abgefahren und gemessen wird.

Bild 2 zeigt schematisch das aufgebaute Oberleitungsmesssystem. Die Anpresskraft des Pantographen kann stufenlos von 7 bis 150 N (bei Anforderung bis 250 N) eingestellt werden, um sowohl die statische Ruhelage als auch die statische Anhublage der Oberleitung zu messen. Diese neu entwickelte und patentierte präzise Druckregelung sorgt für eine konstant bleibende Anpresskraft der Messeinheit an den Fahrdrabt während der gesamten Messfahrt. Der Pantograph wird

dazu über einen mit Proportionalventil geregelten Luftzylinder nach oben gedrückt. Die Kraft, die auf den Messbügel ausgeübt wird, kann über zwei Kraftaufnehmer gemessen und durch den geschlossenen Regelkreis (PID-Regler) sofort und laufend der gewählten Sollanpresskraft nachgeführt werden. Die durchschnittliche mittlere Abweichung bei der Höhenmessung in Ruhelage zur berührungslosen Messung beträgt etwa 4 mm (einfache Standardabweichung). Die Messdaten werden äquidistant alle 10 cm aufgezeichnet und abgespeichert.

Die Steuerungseinheit mit der Anpresskraftmessung, der Höhenauswertung und der Seitenlagenbestimmung befindet sich direkt auf dem Pantographen (siehe Bild 3). Da die Messanlage auch unter eingeschalteter Oberleitung funktioniert, wird der gesamte Messaufbau über einen speziellen Hochspannungsübertrager vom Fahrzeug aus versorgt. Die kontinuierliche Spannungsversorgung gewährleistet somit durchgehende Messfahrten ohne ein Tauschen und Aufladen von Batterien.

Während der Messung kann der Bediener bequem von der Kabine aus die Messaufzeichnung in Echtzeit mitverfolgen und kontrollieren. Die Datenübertragung von der Steuerungseinheit zur Maschinensteuerung erfolgt mittels Lichtwellenleiter.

Die Oberleitung wird von einem eigens dafür vorgesehenen Messplatz in der Kabine auf einem Flachbildmonitor zur Beobachtung wiedergegeben. Mit je einer Kamera pro Fahrtrichtung am Fahrzeugdach können relevante Ereignisse (z.B. Masten, Streckentrenner, Hänger oder Bauwerke) rechtzeitig

**BILD 4:** Beispiele von Monitorbildern der Bedienerführung

**MTW 10.260**

- DIAGRAMM
- DATEN DER MESSUNG
- SOLLWERTE
- DATEIVERWALTUNG
- ENDE

**DATEN DER MESSUNG**

DATUM: 2006-02-23

BEDIENER: Randaucher

STRECKE: Hamburg - Bremen

TEILSTRECKE: Buchholz - Tostedt

KM BEGINN / ENDE: 316.100 / 320.000

STARTKILOMETER: 319.927 km

Kilometrierung fallend  
 Messung in Anhublage

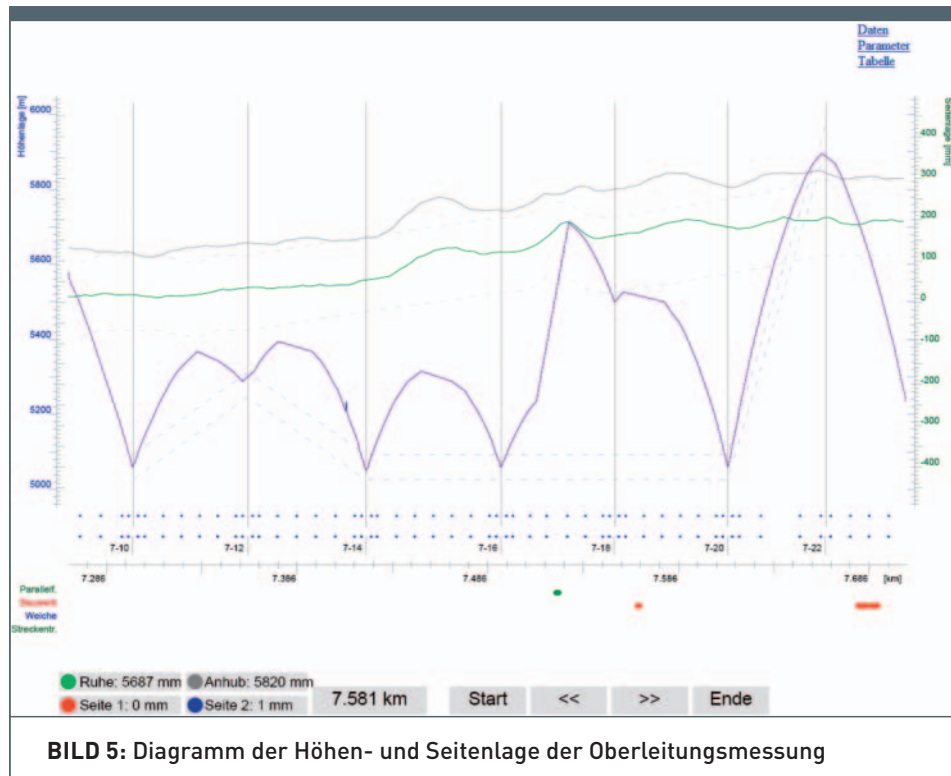
DATEI (\*A\*Z, 0-9, '-', ' ', '\_'): ZulMessung4

ZEILE 1: Richtung Tostedt

ZEILE 2:

ZEILE 3:

ZEILE 4:



**BILD 5:** Diagramm der Höhen- und Seitenlage der Oberleitungsmessung



**BILD 6:** Abnahmemessung der Oberleitung bei einem praktischen Einsatz auf dem Netz der DB AG

erkannt, vom Bediener eingegeben und so deren genaue Lage auf dem Messschrieb markiert werden.

Scheinwerfer am Fahrzeugdach unterstützen die optische Kontrolle bei Messfahrten bei Nacht.

Die Fahrzeuggeschwindigkeit während der Messfahrt beträgt üblicherweise 8 km/h, wobei eine stufenlose Regelung der Geschwindigkeit zwischen 0 bis 8 km/h möglich ist. Bei schlechter Gleisbeschaffenheit oder auf-

grund anderer Umstände (z. B. Windeinflüsse etc.), kann so die Geschwindigkeit optimal angepasst werden.

Die Anbindung der Fahrzeugsteuerung und des Messsystems an das Prozessleitsystem erfolgt über Ethernet. Die Software ist auf einem handelsüblichen Notebook installiert und so konfiguriert, dass nach dem Einschalten automatisch das Prozessleitsystem gestartet wird. Durch die einfache Menüführung fällt es auch unerfahrenen Benutzern leicht, sich einen schnellen Überblick über das System zu verschaffen. Bild 4 zeigt in der linken Abbildung das Hauptmenü und rechts das Monitorbild zur Eingabe der charakteristischen Werte für eine Messung.

In der Aufzeichnung werden die Höhen- und Seitenlage gemeinsam angezeigt. In Bild 5 ist die Seitenlage (lila) und die Höhenlage (grün) bei statischer Messung mit 10 N dargestellt und die Anhublage (grau) wird – bei 150 N gemessen – wiedergegeben. Die Höhen- und Seitenlage können wahlweise in der Bildschirmansicht unabhängig voneinander an- und abgeschaltet werden. Ereignismarkierungen, wie Masten, Streckentrenner, Hänger oder Bauwerke, werden vom Messpersonal durch Drücken der jeweiligen Ereignis-Taster auf der dafür vorgesehenen Bedieneinheit an das

Messsystem übermittelt und in der Aufzeichnung graphisch hinterlegt. Ebenso ist eine automatische, tabellarische Auswertung integriert, die für dieses Beispiel nach den Angaben der Technischen Mitteilung „EM (Eb) AM 003/2005“ der DB Netz AG aufgebaut ist.

Um auf die vielschichtigen Anforderungen einzelner Länder individuell reagieren zu können, sind die technischen Kennwerte von aktuellen Fahrleitungstypen eingespeichert und es gibt auch die Möglichkeit, eigene benutzerdefinierte Oberleitungsketten und deren spezielle Eigenschaften (Steifigkeit, geometrische Grenzwerte) in der Software dauerhaft zu hinterlegen.

Die aufgezeichneten Daten können während der Messung „online“ direkt am Notebook mitverfolgt werden. Nach Beendigung der Messung besteht die Möglichkeit, die gespeicherten SVG-Daten (Skalierbare Vektor Grafik) maßstabsgetreu auszudrucken oder auf USB-Stick zu exportieren. Die Messdaten, inklusive tabellarischer Auswertung, können anschließend auf jedem PC, der mit Internet Explorer (ab Version 6) ausgestattet ist, angezeigt werden.

Die Software erlaubt die gemeinsame Darstellung der Messungen der Ruhelage mit jener der Anhublage. Damit kann der Verlauf der Oberleitung unter verschiedenen Bedingungen in einem Diagramm dargestellt werden. Ein weiterer Vorteil der SVG-Datei besteht in der Interaktivität des Diagramms. Das heißt, jedes Diagramm liefert auch in der Offline-Anzeige durch einfaches Selektieren mit der Maus die Daten zur Ruhe-Anhublage bzw. Seitenlage und die örtliche, kilometrische Lage für den gewählten Punkt.

Der Aufbau des Oberleitungsmesssystems ist auf den meisten 2-achsigen Plasser & Theurer-Motorturmwagen der Typen MTW 10, MGW 10 und auf den Maschinen mit Drehgestellen der Type MTW 100 oder MTC 100 möglich.

Fahrleitungsmessanlagen in beschriebener Ausführung sind derzeit auf von Plasser hergestellten Fahrzeugen in Deutschland, Österreich, Schweiz und Schweden, aber auch in Sonderausführung bei der Metro in Sao Paulo, Brasilien, im Einsatz. Eine Nachrüstung auf bestehende Maschinen lässt sich ebenfalls realisieren. Die technische Freigabe seitens der DB Netz AG wurde erteilt (siehe Technische Mitteilungen TM 2008-2591. NVT 4 (E) und TM 2008-2601.NVT 4 (E) vom 20.11.2008 der DB AG). Baugleiche Systeme können somit durch das vereinfachte Geneh-

Mast Nummer	Strecken-kilometer	Marker	Mast-abstand [m]	Haenger-abstand [m]	Ruhelage zulaessige [m]	Hoehelage zulaessige [m]	Anhub-lage [m]	Fehlercode
319- 29	319.9275				5.727	5.400	5.600	5.782
	Neigungswechsel	zul. >=	1000	Ist	1047			
	Elastizitaet	zul. >	75 %	vor	101 %	nach	100 %	
	Seitenlage	Soll:	-50 mm	Ist:	-71 mm			
	319.9253				2.2	5.726	5.705	5.745
	319.9163				9.0	5.722	5.698	5.738
	319.9082				8.1	5.715	5.694	5.734
	Feldmitte				25.0	5.712		5.810
	319.8979				10.3	5.712	5.692	5.732
	319.8891				8.8	5.716	5.694	5.734
	319.8803				8.8	5.720	5.698	5.738
319- 27	319.8774		50.1	2.9	5.720	5.400	5.600	5.803
	Neigungswechsel	zul. >=	1000	Ist	2080			
	Elastizitaet	zul. >	75 %	vor	100 %	nach	100 %	
	Seitenlage	Soll:	-400 mm	Ist:	-405 mm			
	319.8752				2.2	5.720	5.698	5.738
	319.8678				7.4	5.725	5.692	5.732
	319.8595				8.3	5.722	5.688	5.728
	319.8511				8.4	5.713	5.687	5.727
	Feldmitte				32.2	5.717		5.813
	319.8409				10.2	5.716	5.690	5.730
	319.8327				8.2	5.723	5.696	5.736
	319.8245				8.2	5.732	5.705	5.745
	319.8157				8.8	5.744	5.717	5.757
319- 25	319.8129		64.5	2.8	5.742	5.400	5.600	5.823
	Neigungswechsel	zul. >=	1000	Ist	2129			
	Elastizitaet	zul. >	75 %	vor	100 %	nach	100 %	
	Seitenlage	Soll:	-400 mm	Ist:	-405 mm			
	319.8105				2.4	5.741	5.718	5.758
	319.8016				8.9	5.742	5.706	5.746
	319.7923				9.3	5.726	5.697	5.737
	319.7832				9.1	5.717	5.691	5.731
	Feldmitte				35.0	5.712		5.838

BILD 7: Tabellarische Darstellung der Messergebnisse mit Toleranzüberschreitungen und angegebenem Fehlercode

migungsverfahren (Bau und Prüfung in Konformität) zugelassen werden.

### 6. PRAKTISCHE ERFAHRUNGEN

Es wurden bisher ca. 300 km Fahrleitung auf Gleisen der DB AG durch die Firma vermessen (siehe Bild 6). Dazu zählten unter anderem die 2-gleisigen Strecken:

- Nürnberg – Treuchtlingen
- Bretten – Bruchsal
- Ingolstadt – Pfaffenhofen
- Speyer – Germersheim.

Als Erfahrungswert hat sich eine Schichtleistung von ca. 40 km als realistisch herausgestellt, wobei entweder die Ruhelage oder die statische Anhublage gemessen werden kann. Gleissperren der freien Strecke müssen langfristig vorgeplant und angemeldet werden. Umso wichtiger ist es, diese so effizient wie möglich zu nutzen. Bei einer geschickten Vorplanung ist die Messfahrt über weite Strecken ohne Unterbrechung möglich, da frei gefahrene Streckenabschnitte dem Betrieb wieder unmittelbar zur Verfügung stehen. Durch technische Details, wie isolierter Aufbau und Spannungsversorgung der Rechner über das Bordnetz, ergeben sich sehr günstige Betriebsbedingungen, da es zu keiner Einschränkung der Betriebs- und Messzeit kommt und die Oberleitung nicht mehr frei geschaltet und geredet werden muss. Das hat sich als der größte Vorteil herausgestellt, da dadurch Messungen ohne größere Störungen des laufenden Zugbetriebes durchgeführt werden können. Weiter wird das Potenzial der Messanlage maximal ausgeschöpft, in dem die Fehlerauswertung (siehe Bild 7) automatisiert erstellt wird

und somit nach Beendigung einer Messung sofort zur Verfügung steht, vorausgesetzt die Sollgeometrie des zu messenden Gleises wurde im Vorfeld vorbereitet und vor der Messung in das System eingespielt. Auch Abnahmen von Oberleitungsanlagen lassen sich dadurch in einem engeren zeitlichen Rahmen abwickeln.

Zur Bedienung der Messanlage sind nur der Fahrer und ein eingeschulter Mitarbeiter notwendig. Dadurch kann besonders Ressourcen schonend und vergleichsweise günstig gearbeitet werden. Die einfache Bedienung erleichtert die Einschulung der Mitarbeiter, was wiederum einen flexiblen Einsatz unterstützt. Die Oberleitungsmaschinen von Plasser & Theurer sind mit Fernwartung ausgerüstet. Da die Messanlage voll in das Ferndiagnosesystem der Fahrzeugtechnik und -steuerung integriert ist, kann bei Problemen der Technische Kundendienst der Fa. Plasser & Theurer rasch Unterstützung leisten. Das hat zu einer enormen Qualitätssteigerung geführt, da die Reparatur- und Ausfallzeiten stark reduziert werden konnten. Durch den modularen Aufbau der Anlage können defekte Komponenten einfach gewechselt werden, was ebenfalls der Verfügbarkeit des Systems zugute kommt. Die Motorturmwagen der Type MTW 10 werden für die Errichtung und zur Demontage von Oberleitungsanlagen verwendet. Durch die kompakte Bauweise des Messsystems wurde dessen Einsatz überhaupt erst möglich. Die zusätzlichen Bauteile sind gut geschützt angeordnet, sensible Komponenten, wie z. B. die Kameras, sind über Steckverbindungen leicht zu demontieren. Der durch die Messanlage erzielte Zusatznutzen des MTW's ermöglicht eine erhebliche Effizienzsteigerung in der Errichtung von Oberleitungsanlagen. Dass die vor-

geschriebenen Messungen zur Abnahme von Oberleitungsanlagen nicht mehr zugekauft werden müssen, erleichtert die Abwicklung sehr. Es führte zu einem wichtigen Know-how-Transfer in das ausführende Unternehmen, von dem auch die Kunden profitieren.

### 7. ZUSAMMENFASSUNG

Für die Überwachung der Qualität von bestehenden Oberleitungen und ebenso für die Abnahme neuer Oberleitungen sind die statischen und dynamischen Kennwerte entsprechend den europäischen Normen zu überprüfen. Mit der auf Schienen gebundenen Arbeitsfahrzeuge (Motorturmwagen) montierten Fahrdrahtmessanlage kann die Fahrdrathöhen- und -seitenposition sowohl in der Ruhelage, als auch unter der Einwirkung einstellbarer Kontaktkräfte exakt gemessen und dokumentiert werden. Darüber hinaus werden bereits im Zuge der Messung verschiedene Gütekriterien wie die Elastizität, die Fahrdrathneigung, der Fahrdrathneigungswechsel, eventuelle Grenzwertüberschreitungen berechnet.

Der Messstromabnehmer ist auf der Fahrerkabine isoliert aufgesetzt, und damit sind die Messungen sowohl unter abgeschalteter als auch unter eingeschalteter Oberleitung bei Spannungen bis zu 25 kV – somit ohne betriebliche Einschränkungen – möglich. ←

## SUMMARY

### Plasser & Theurer's "FDMA" system for measuring catenaries

To monitor the quality of existing OHL systems as well as for the acceptance of new OHL systems, it is necessary to inspect the static and dynamic characteristics in compliance with the European standards. Using the contact wire measuring device installed on rail-mounted work vehicles (motor tower car) the height and horizontal position of the contact wire can be measured and documented not only in resting position but also under the influence of adjustable contact forces. Moreover, a variety of quality criteria such as elasticity, contact wire gradient, contact wire change of gradient, possible threshold value exceedances, are calculated in the course of the measurement. The measuring pantograph is mounted on the driver's cabin and insulated so that all measurements can be carried out either under switched-off OHL or under live OHL with voltages up to 25 kV – and therefore without any hindrance to train services.