

Die Umbau-Diesellokomotive Gmf 4/4 90 der Furrer + Frey AG

Jürg Blaser
Technische Dienstleistungen, Furrer + Frey AG
Peter Gerber, dipl. Ing. ETH
Gerber Consulting

Einleitung

Seit mehr als 90 Jahren projiziert und baut die in Bern ansässige Firma Furrer + Frey AG (F+F) Fahrleitungen für normal- und schmalspurige Eisenbahnen, Bergbahnen, Trambahnen und Trolleybusse im In- und Ausland. Das Familienunternehmen wird heute in der dritten und vierten Generation von Beat und Rico Furrer geführt; es beschäftigt gegen 220 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon rund 80 Fahrleitungsmonateure. Seit 25 Jahren erstellt F+F neben Kettenwerk-Oberleitungen erfolgreich Fahrleitungen mit einem Stromschienensystem, das bei beengten und maximal ausgenutzten Lichtraumverhältnissen sowie in schwenkbarer Ausführung in Instandhaltungsanlagen oder auf Brücken höchste Zuverlässigkeit bietet. Stromschienen-Fahrleitungen sind heute mit mehr als 200 km/h befahrbar. Mehr als 500 bisher ausgeführte Anlagen befinden sich in 15 Ländern im Einsatz. Mit einem selber entwickelten Messcontainer können zudem Fahrdrachthöhe, Fahrdrachseitenlage und die Kontaktkraft an den Stromabnehmer-Schleifleisten als Nachweis einer lückenlos und einwandfrei erbrachten Montageleistung ausgemessen werden.

Ausgangslage und Aufgabe

Seit rund 17 Jahren besitzt Furrer + Frey zwei zweiachsige, damals von 1435 auf 1000 mm umgespurte, dieselhydraulische Lokomotiven Tm 50 und 75 mit einer Leistung an der Welle von rund 130 kW, die 1968 von Gmeinder für die U-Bahn der Stadtwerke München gebaut wurden. Diese beiden Diesellokomotiven wurden 1997/1998 im Hinblick auf die beim Bau des Vereinatunnels bei der Rhätischen Bahn (RhB) zu erbringenden Fahrleitungsarbeiten beschafft. Daneben setzt F+F heute als Trak-

tionsmittel auf meterspurigen Arbeitsstellen mehrere Zweigegefahrzeuge des Typs Holder als Kleintraktoren und verschiedene selbstfahrende Zweigegefahrzeuge mit Arbeitsbühnen, zum Teil zusätzlich ausgerüstet mit einem Kran, sowie zwei angetriebene Rollleitern ein. Insgesamt umfasst der meterspurige Triebfahrzeugpark von F+F heute 14 eigene Schienenfahrzeuge.

In den kommenden Jahren stehen bei mehreren Tunnelgewerken schweizerischer Meter-spurbahnen Sanierungen und Arbeiten zur Erhöhung der Sicherheit an, die generell einen grösseren Bedarf an meterspurigen thermischen Diensttriebfahrzeugen auslösen. Im Hinblick auf die damit anstehenden Erneuerungen und Neubauten von Fahrleitungen hat sich F+F deshalb im Herbst 2013 entschieden, eine leistungsfähigere thermische Lokomotive Gmf 4/4 zu beschaffen. Umfangreiche Marktabklärungen zeigten, dass im gewünschten Zeitraum von weniger als einem Jahr einzig die Beschaffung einer gebrauchten und entsprechend den Bedürfnissen von F+F umzubauenden Maschine kostengünstig und erfolgreich umzusetzen war.

Im Herbst 2013 konnte die Tecsol GmbH in Anger (Steiermark) kurzfristig eine vierachsige Umbau-Diesellokomotive rumänischer Herkunft anbieten, die die geforderten Eckwerte erfüllte. Die aus dem Jahr 1969 stammende Lokomotive L45H mit der Fabriknummer 20867 ist eine von insgesamt 334 Exemplaren, die die Firma Faur in Bukarest hergestellt hatte. Sie wurde 2014 in Krieglach (Steiermark) hauptreviviert, remotorisiert und von bosnischer Spurweite (760 mm) auf Meterspur umgebaut. Von der ursprünglichen Lokomotive wurden der Rahmen, die Vorbauten, das Mittelführerhaus, das Verteiltriebe und die beiden kardanisch angetriebenen Drehge-

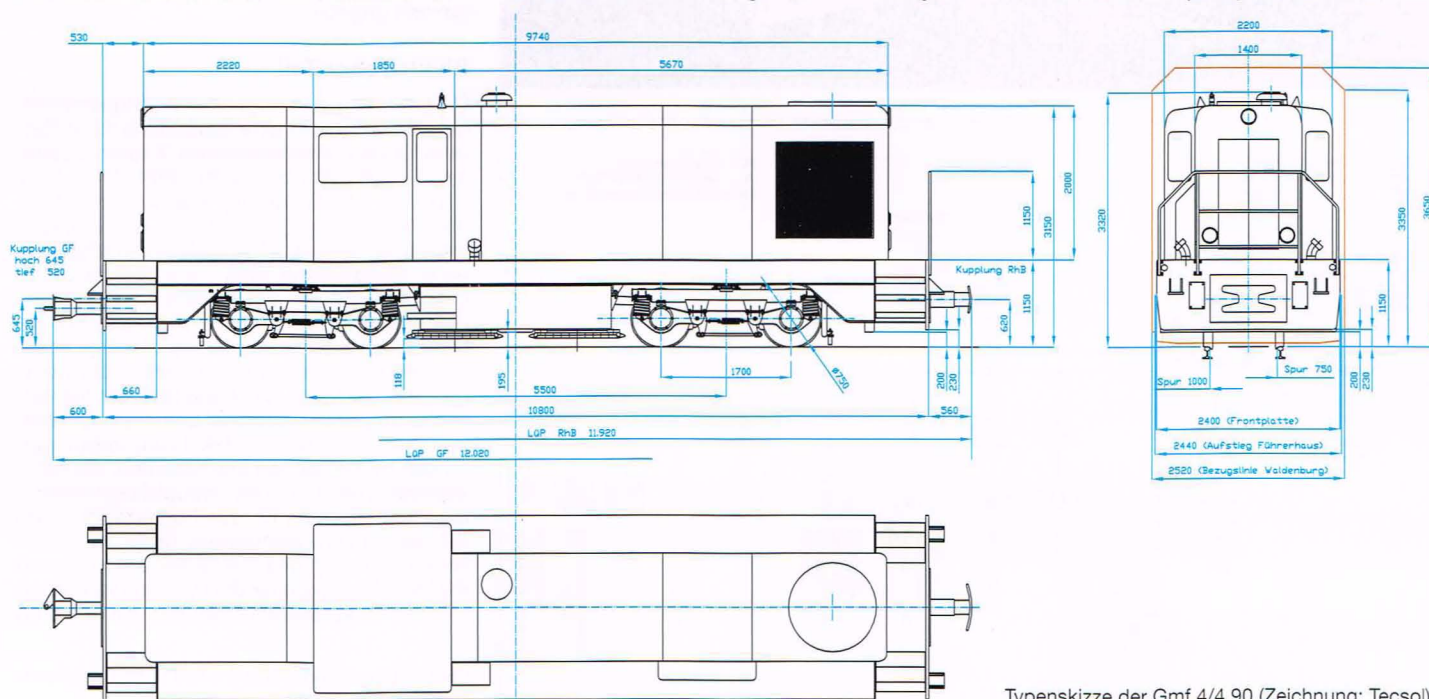
stelle beibehalten. Die übrigen Komponenten, wie Dieselmotor mit Partikelfilter und Generatoren, Kühlanlage inklusive Kühlerventilator, Öl- und Wasserpumpen, Hilfsdieselmotor-Generator-Gruppe mit Partikelfilter, Dieselölbehälter, Bordnetzumrichter, Kompressor, Vakuumpumpe, Druckluftgerüst, Magnetschienenbremsen und die Fahrzeuggestechnik, wurden neu eingebaut.

Mechanischer Teil

Das Untergestell ist eine Schweisskonstruktion aus Walzprofilen, Blechen und Abkantprofilen. Der Rahmen wird gebildet aus je zwei äusseren und inneren Längsträgern, zwei Hauptquerträgern, mehreren diagonal und quer angeordneten Verstärkungsträgern sowie zwei kastenförmig angebauten Endplattform-Vorbauten. Er wurde verstärkt und auf eine Längsdruckfestigkeit von 800 kN ausgelegt. Auf dem Rahmen aufgebaut ist das Mittelführerhaus, an das am Ende I ein langer Vorbau und am Ende II ein kurzer Aufbau angrenzt.

Für Einsätze bei verschiedenen Meterspurbahnen können die modular auf angeschraubten Adapter-Wechselplatten montierten schweizerischen Zug- und Stossvorrichtungen

- Zp1, 500/750 mm über Schienenoberkante (SOK), für Einsatz unter anderem bei der Montreux – Berner Oberland-Bahn (MOB);
- Zp2, 620 mm über SOK, für Einsatz unter anderem bei der Matterhorn – Gotthard-Bahn (MGB) und bei der Rhätischen Bahn (RhB);
- GFN „hoch“, 620/650 mm über SOK, für Einsatz unter anderem bei der Bière – Apples – Morges-Bahn (MBC-BAM), bei den Berner Oberland-Bahnen (BOB), bei der MGB und



Typenskizze der Gmf 4/4 90 (Zeichnung: Tecsol)



Oben: Ausgangsbasis für den Umbau war eine Lokomotive L45H für bosnische Schmalspur von 760 mm wie hier die L45H-091 im Werksgelände von CFI im rumänischen Criscior (Foto: J. Blaser, 12. November 2013).

Mitte: Die Gmf 4/4 90 während des Umbaus am 24. Juli 2014 in der Werkhalle in Krieglach (Foto: P. Gerber).

– GFN „tief“, 500 mm über SOK, für Einsatz unter anderem beim Regionalverkehr Bern – Solothurn (RBS) und bei Aare – Seeland mobil (ASm)

auf einfache Weise mit Hilfe eines Krans oder Gabelstaplers gewechselt werden.

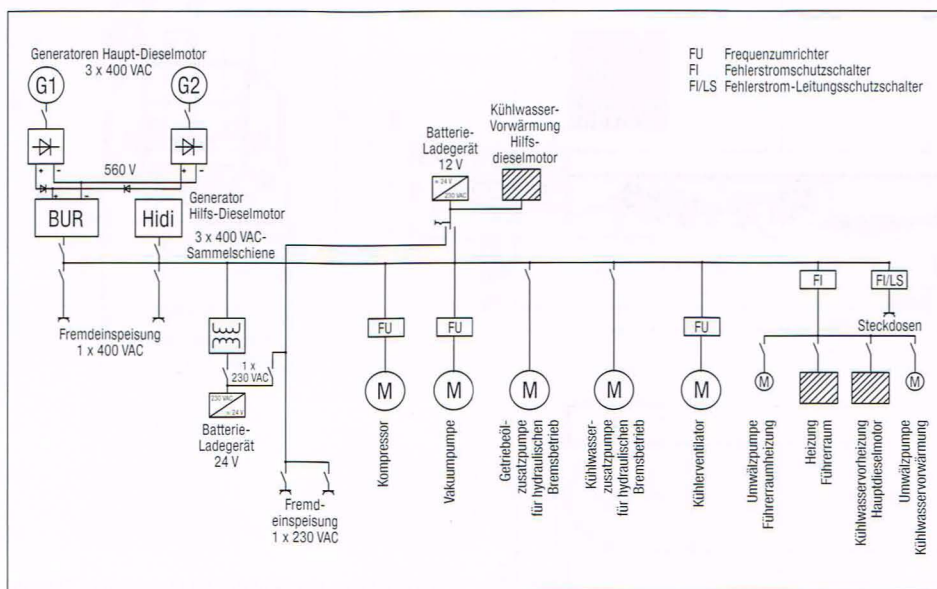
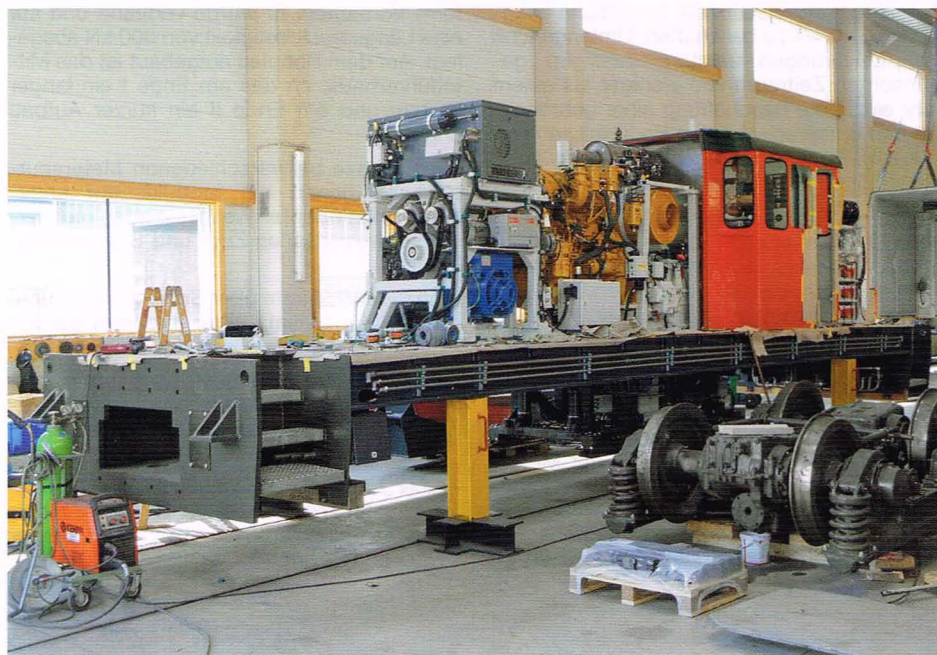
Das Drehmoment des Dieselmotors wird über ein im Rahmen gelagertes hydraulisches Turbogetriebe (Fahrtrichtungswahl und verschleissfreie Bremse) mit darunter angebaute Nachschaltgetriebe (Auswahl Strecken-/Rangiergang) pro Drehgestell über eine Kardanwelle auf die unter sich in den Drehgestellen ebenfalls kardanisch gekuppelten Radsätze übertragen. Das Turbogetriebe lässt dank den pro Fahrtrichtung getrennten Wandlern verschleissfreie Bremsungen zu, womit das Befahren starker Gefälle möglich ist (Steilstreckenfähigkeit). Jedes Drehgestell verfügt über zwei Bremszylinder, die auf die je einseitig pro Rad angeordneten Bremsklötze wirken. Als Feststellbremse wirkt pro Drehgestell je ein Federspeicher-Bremszylinder.

Thermischer Teil

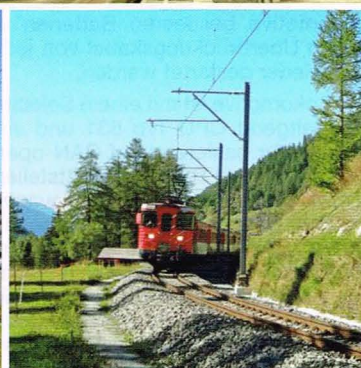
Die Lokomotive ist mit einem im Rahmen gelagerten sechszylindrigen Hauptdieselmotor Caterpillar C18 mit rund 500 kW Leistung an der Welle und einer Dieselpartikelfilter-Anlage ausgerüstet. Weiter ist ein Hilfsdieselmotor-Generator-Aggregat mit einer Leistung von 50 kVA mit Partikelfilter installiert. Damit wird die Energieversorgung 3 x 400 V auch bei abgestelltem Hauptdieselmotor gewährleistet, was bei Arbeitseinsätzen in Talrichtung markante Treibstoff-Einsparungen ermöglicht. Die Lokomotive entspricht den in der Schweiz geltenden Vorschriften für den Gesundheitsschutz auf Untertagebaustellen. Dadurch sind die Voraussetzungen für Einsätze dieser Lokomotive auch bei Arbeiten in allen Bahntunneln gegeben.

Elektrischer Teil

Die Lokomotive verfügt über ein Steuerstromnetz 24 V DC und eine zusätzliche 12-V-Batterie für den Hilfsdieselmotor. Zudem erzeugt ein DC/DC-Wandler aus dem 24-V-Netz 110 V für die Steuerung des Kompressors. Aus Platzgründen speisen zwei kleinere, vom Hauptdieselmotor über Keilriemen angetriebene Generatoren über eine Gleichrichterbrücke direkt den Zwischenkreis des Bordnetzumrichters, der an seinem Ausgang ein Bordnetz 3 x 400 V AC erzeugt. Über je einen eigenen Frequenzumrichter werden der Kompressor, die Vakuumpumpe und der Kühlventilator frequenzvariabel betrieben. Die beiden Zusatzöl- und Zusatzkühlwasserpumpen für den hydraulischen Bremsbetrieb, die Kühlwasservorheizung des Hauptdieselmotors, die Zusatzheizung für den Führerraum sowie die beiden Umwälzpumpen für die Kühlwasservorwärmung des Hauptdieselmotors und die Umwälzpumpe für die Führerraumheizung werden mit konstanter Frequenz von 50 Hz ab



Die Leistungsstromkreise 3 x 400 V der Diesellokomotive (Zeichnung: Tecsol).



Furrer+Frey AG
Ingenieurbüro, Fahrleitungsbau
Thunstrasse 35, Postfach 182
CH-3000 Bern 6

Telefon +41 31 357 61 11
Telefax +41 31 357 61 00

Furrer+Frey[®]
baut Fahrleitungen

www.furrerfrey.ch

Die TecSol GmbH und die TecSol Switzerland AG bieten Ihnen:

- Modernisierung von Schienenfahrzeugen
- Reparatur und Instandhaltung von Schienenfahrzeugen
- Energieverteilungssysteme
- Automatisierungstechnik
- Innovative Elektrotechnik-Lösungen

TecSol
Technical Solutions
www.tecsol.at

TecSol
Technical Solutions
SWITZERLAND



... solutions of a different kind

TecSol GmbH
Baierdorf 159
A-8184 Anger
Tel. +43 3175336220
Fax-DW 19
office@tecsol.at

TecSol Switzerland AG
Industriestrasse 2
CH-4657 Dulliken
Tel. +41 627911246
Fax-DW 47
office@tecsol-switzerland.ch

dem Bordnetz versorgt. Alternativ wird das Bordnetz 3 x 400 V vom Hilfsdieselmotor oder über die Fremdeinspeisungsstecker ortsfest gespeist. Die 24-V-Batterieladung erfolgt von der Lichtmaschine des Hauptdieselmotors, von der Sammelschiene 3 x 400 V über einen Transformator 400 V / 230 V oder über die einphasige Fremdeinspeisung mit 230 V AC. Die 12-V-Batterieladung erfolgt von der Lichtmaschine des Hilfsdieselmotors oder über die 230-V-Fremdeinspeisung. Da der Hilfsdieselmotor mit 12 V angelassen wird, kann die Lokomotive bei leeren Batterien auch mit einem Überbrückungskabel von jedem Auto aus wieder gestartet werden.

Die Lokomotive ist mit einem Selectron-Fahrzeugleitgerät CPU Typ 831 und einer Bus-Architektur basierend auf CAN-open, Ethernet, J1979 und RS485-Schnittstellen ausgerüstet. Sämtliche sicherheitsrelevanten Kreise arbeiten doppelpolig und sind gegen Einfachfehler im Plus- und Minuspfad geschützt. Eine zeitabhängige Sicherheitssteuerung mit Wachsamkeitskontrolle überwacht die Dienstfähigkeit des Lokomotivführers. Stirnseitig ist an beiden Vorbauten je eine Kamera zur besseren Beobachtung des Fahrweges mit Bildübertragung auf einen Monitor pro Führerpult im Führerraum installiert.

Die eingebaute Funkfernsteuerung „LocControl 100“ erlaubt dem Lokomotivführer die Bedienung auch ausserhalb des Führerstandes. Zwei gelbe Leuchten auf dem Dach zeigen den aktiven Funkfernsteuerbetrieb an. Vor Beginn einer Bewegung geben Rückfahrwarner beidseitig in der Gleisachse drei kurze Töne zur Warnung von Personen im Gleisfeld ab. Blaue Leuchten auf dem Dach zeigen zudem Störungen oder zwingend erforder-

liche Handlungen des Lokomotivführers vor der Weiterfahrt an.

Pneumatischer Teil und Bremsen

Die Lokomotive ist grundsätzlich druckluftgebrems; sie kann sowohl mit Vakuum als auch mit Druckluft gebremste Anhängelasten mitführen. Die Druckluftbremse der Lokomotive wirkt über ein Pilotventil auch vakuumgesteuert als automatische Bremse von der Vakuum-Hauptleitung her.

Die Lokomotive verfügt über Klotzbremsen mit zwei Bremszylindern pro Drehgestell und je einer Samson-Bremssohle mit 3 % Phosphorgehalt pro Rad. Diese werden über die automatische Druckluftbremse (wahlweise mit 5 oder 4 bar Regeldruck), über die elektrisch gesteuerte direkte Bremse (Rangierbremse), über die Vakuumbremse mit einem Regeldruck von -52 cm Hg oder über die Federspeicher-Feststellbremse zur Wirkung gebracht. Als Feststellbremse sind zwei Federspeicherzylinder in den beiden Vorbauten integriert. Pro Drehgestell ist ein Steuerventil zur automatischen Druckluftbremse vorhanden.

Zusätzlich bremst eine verschleissfreie hydraulische Retarderbremse das Fahrzeug und ermöglicht seine Steilstreckenfähigkeit.

Die Ausführungsbestimmungen zur schweizerischen Eisenbahnverordnung verlangen beim Befahren von Strecken mit unabhängigem Bahnkörper und mehr als 60 % Neigung (unter anderem MOB, Berninabahn der RhB) eine Sicherheitsbremse, die von der Reibung zwischen Rad und Schiene unabhängig ist. Zur Erfüllung dieser Forderung dient eine Magnetschienenbremse.

Technische Daten

Adhäsions-Diesellokomotive Gmf 4/4 90	
Achsfolge	B' B'
Anzahl Triebachsen	4
Dienstgewicht	40 t
Maximale Radsatzlast	10 t
Antrieb	dieselhydraulisch
Leistung Hauptdieselmotor bei 2100 U/min, wegen der zulässigen Turbogetriebleistung begrenzt auf 1800 U/min	520 kW
Leistung Hilfsdieselmotor bei 1500 U/min	490 kW
	50 kW
Anfahrzugkraft bis 10 km/h	90 kN
Höchstgeschwindigkeit:	
Selbstfahrend/Schnellgang	50 km/h
Selbstfahrend/Langsamgang	22 km/h
Geschleppt	55 km/h
Länge über Puffer	12 000 mm
Breite über Rahmen	2440 mm
Breite über Kasten	2200 mm
Höhe	3320 mm
Drehzapfenabstand	5500 mm
Achsabstand im Drehgestell	1700 mm
Spurweite	1000 mm
Raddurchmesser neu	750 mm
Raddurchmesser abgenutzt	710 mm
Kleinst befahrbarer Kurvenradius	45 m
Kraftstoffvorrat	970 Liter

Bau und Inbetriebnahme

Das Projekt startete Anfang November 2013 mit der Lieferung einer nicht aufgearbeiteten Lokomotive des Typs L45H durch die rumänische Firma CFI in Criscior und der teilweisen Aufarbeitung von mechanischen Komponenten in Rumänien. Anfang 2014 begannen die Hauptrevision und der Umbau im Tecsol-Werk Krieglach. Ein auf den Hallenboden gelegter, rund 30 Meter langer meterspuriger Gleisrost erlaubte erste Inbetriebsetzungsfahrten.

Ende September 2014 verliess die Lokomotive die Steiermark auf dem Schienenweg: Auf einen ehemaligen schweizerischen Panzertransportwagen verladen, wurde sie über Wien Zentralverschiebebahnhof – Buchs SG nach Brig transportiert, wo sie am 29. September 2014 mittels zweier Strassenkräne im Freiverladegleis H25 auf einen Satteltiefladewagen für den kurzen Strassentransport in die Werkstätte Glisergund der Matterhorn – Gotthard-Bahn (MGB) umgeladen wurde. Im



Links: Umlad der Gmf 4/4 90 vom Bahnwagen auf den Strassentieflader mit zwei Strassenkränen im Freiverladegleis H25 des Bahnhofes Brig (Foto: P. Gerber, 29. September 2014).

Unten: Blick aus der Grube auf die Unterseite der Gmf 4/4 90. Hinter dem Radsatz 2 sind die vier am Hauptrahmen montierten Magnetschienenbremsen sichtbar (Foto: P. Gerber, 1. Oktober 2014).



Glisergrund fuhr die Lokomotive vom einseitig auf die Schienen abgesenkten Satteltieflader über ein Klettergleis direkt in eigener Kraft auf die Schienen der MGB. Es folgten zwei sehr intensive Wochen mit dynamischen Inbetriebsetzungsfahrten auf dem Netz der MGB zwischen Ackersand, Visp, Brig und Grenchols sowie am Nättschen unterhalb der 2033 Meter hohen Station Oberalppass. Dabei konnten die einwandfreie Funktion der Lokomotive festgestellt und die nötigen Feineinstellungen vorgenommen werden. Bremswegmessungen und Lastfahrten mit 50 t Anhängelast auf den bis zu 70 % steilen Abschnitten der MGB wurden Anfang Oktober ebenfalls erfolgreich absolviert.

Am 10. Oktober 2014 kontrollierte das Bundesamt für Verkehr (BAV) die Lokomotive im Rahmen der technisch-betrieblichen Sicherheitsprüfung zwischen Brig und Ackersand. Wenige Tage nach der erfolgreichen Abnahme durch das BAV und nach zwei Tagen Triebfahrzeugführerschulung wurde die Lokomotive auf der Strasse zu den Transports Publics du Chablais (TPC) nach Aigle überführt, wo sie seit dem 20. Oktober 2014 auf der mit bis zu 60 % geneigten Strecke nach Le Sépey (– Les Diablerets) für Fahrleitungsarbeiten produktiv eingesetzt wird.

Ausblick

Ende 2014 werden noch Nachtragsarbeiten in der Depotwerkstätte Glisergrund der MGB in Brig ausgeführt. Anschliessend wird die Lokomotive ab Anfang Februar 2015 mehrere Monate bei Arbeiten im Furka-Basistunnel der MGB zwischen Oberwald und Realp fahren.

Zusammenfassung

Der Fahrleitungsbauer Furrer + Frey in Bern hat im Oktober 2014 eine vierachsige Diesellokomotive aus Rumänien mit rund 500 kW Leistung an der Welle nach Umbau und Hauptrevision erfolgreich in Betrieb genommen. Die Arbeiten hatte das Werk Krieglach der Tecsol GmbH in der Steiermark in weniger als zehn Monaten ausgeführt. Dabei wurde die Lokomotive von bosnischer Spur (760 mm) auf Meterspur umgebaut und mit einem modernen Dieselmotor ausgerüstet. Nach erfolgreicher dynamischer Inbetriebsetzung bei der MGB ist die Gmf 4/4 90 seit Mitte Oktober 2014 für Einsätze auf den meterspurigen Adhäsions-Bahnnetzen in der Schweiz bereit.

Literatur

- [1] 75 Jahre Furrer & Frey. Schweizer Eisenbahn-Revue 10/1998, S. 432.
- [2] Blaser, Jürg; Berger, Peter: Meterspurlokomotiven der Furrer + Frey AG. Schweizer Eisenbahn-Revue 6/1999, S. 274 – 277.

Oben: Die Adhäsions-Diesellokomotive Gmf 4/4 90 auf Lastprobefahrt in 70 % Steigung zwischen Nättschen und Oberalppass mit dem 50 t schweren Zahnrad-Triebwagen Deh 4/4 23 der MGB als Anhängelast (Foto: J. Blaser, 7. Oktober 2014).

Mitte: Überprüfung der Profilverfreiheit der Gmf 4/4 90 unter den Getrieben in einer Steigung von 70 % oberhalb der Zahnstangeneinfahrt bei Ackersand am 3. Oktober 2014 (Foto: P. Gerber).

Unten: Erste Fahrt auf der Strecke Aigle – Le Sépey der TPC mit Neigungen von 60 %: Die Gmf 4/4 90 schleppt am 16. Oktober 2014 den 25 t schweren historischen Triebwagen BDe 4/4 2 als Last und kreuzt in Exergillod den Triebwagen Be 4/4 404 (Foto: Th. Stolz).

