Zeitschrift: Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio

Herausgeber: geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement

Band: 108 (2010)

Heft: 12: AlpTransit

Artikel: Vermessung Bahntechnik für die Lötschberg-Basislinie

Autor: Tanner, Bruno

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-236740

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Vermessung Bahntechnik für die Lötschberg-Basislinie

Von 2004 bis 2006 wurde die Lötschberg-Basislinie bahntechnisch ausgerüstet. Die Baukosten der Bahntechnik betrugen CHF 791 Mio. Die Wild Ingenieure AG aus Küssnacht am Rigi wurde mit dem Vermessungsmandat beauftragt. Die Hauptarbeit bestand im Richten der 51.6 km Festen Fahrbahn im Basistunnel. In mehreren Arbeitsgängen wurde das Gleis mit Hilfe des Gleismesswagens HERGIE sowie einem Heberichtkeil-System von Rhomberg Bahntechnik AG in deren Soll-Lage gelegt. Die hohen Genauigkeitsanforderungen an das Verlegen des Gleises waren eine der grossen Herausforderungen. Die Ausrüstung der Bahntechnik erfolgte im Dreischicht-Betrieb und erforderte von der Vermessung hohe Flexibilität und eine enge Zusammenarbeit mit den Gleisbauern. Der permanente Zeitdruck, die Schichtarbeit sowie die ständige Erreichbarkeit über die gesamte Bauzeit war eine grosse Belastung für jeden einzelnen Vermesser.

De 2004 à 2006 la ligne de base du Lötschberg a été munie des équipements de technique ferroviaire. Le coût de ces installations se montait à 791 millions de francs. Wild Ingénieurs SA de Küssnacht au Rigi ont été mandatés pour la mensuration. Le travail principal consistait en l'alignement des 51.6 km de voie sur dalle dans le tunnel de base. Dans plusieurs passages du wagon de mesure des voies HERGIE et à l'aide d'un système d'alignemment par levage conique de Rhomberg Bahntechnik AG la voie à été mise à la place requise. Les exigences élevées en précision de pose des voies représentaient un des grands défis. Les installations de techique ferroviaire ont été posées par des équipes journalières 3 sur 3 ce qui exigeait des arpenteurs une grande fléxibilité et une étroite collaboration avec les costructeurs de la voie. Le pression continuelle du temps pesait lourdement sur chacun des arpenteurs.

Dal 2004 al 2006 la galleria di base del Lötschberg è stata equipaggiata a livello di tecnica ferroviaria. I costi per l'edificazione della tecnica ferroviaria sono ammontati a 791 mio. Di franchi. Il mandato di misurazione è stato assegnato alla Wild Ingenieure AG di Küssnacht am Rigi. Il lavoro principale consisteva nella realizzazione dei 51.6 km di carreggiata fissa nella galleria di base. In diverse fasi di lavoro si è posato il binario grazie alla carrozza di verifica del binario HERGIE e a uno specifico sistema con cuneo di sollevamento della Rhomberg Bahntechnik AG. La sfida principale consisteva negli elevati requisiti di precisione durante la posa del binario. La tecnica ferroviaria è stata allestita con il lavoro a tre turni e ha richiesto grande flessibilità e stretta collaborazione con i costruttori di binari. La permanente pressione del tempo, il lavoro in turni e la costante raggiungibilità durante tutto il periodo della costruzione hanno rappresentato un grosso onore per ogni singolo addetto alle misurazioni.

B. Tanner

Die bahntechnische Ausrüstung realisierte der Totalunternehmer «ARGE Bahntechnik Lötschberg» unter der Federführung der beiden Bauunternehmen Implenia AG und Rhomberg Bahntechnik AG. Zur Arbeitsgemeinschaft zählten mehr als 35 spezialisierte Firmen, welche die zwölf eigenständigen Bahntechnikbereiche abdeckten. Die Wild Ingenieure AG wurde mit dem Vermessungsmandat für die bahntechnische Ausrüstung beauftragt und war hauptsächlich für die Bereiche Fahrbahn, Fahrleitung und für die Logistik (Bauinfrastruktur) tätig. Für die Ausführung der Vermessungsarbeiten waren über zwei Jahre drei Vermessungsteams im Vollzeitpensum und bis zu drei weitere Vermessungsteams sporadisch beschäftigt.

Feste Fahrbahn

Der Bau der Festen Fahrbahn (FF) war der aufwendigste aller bahntechnischen Ausrüstungen. Rund 100 Arbeiter waren im Dreischichtbetrieb sieben Tage die Woche, bei rund 28 °C und hoher Luftfeuchtigkeit von Herbst 2004 bis Sommer 2006 im Einsatz.

Bei einer FF wird der Schotter durch ein anderes lagebeständiges Material wie zum Beispiel Beton ersetzt. Ein Vorteil ist die Lagebeständigkeit des Gleises und somit die geringeren Instandhaltungs- und damit Betriebsbehinderungskosten gegenüber dem Schotteroberbau. Die FF hat eine Lebensdauer von 50–60 Jahren. Ein Nachteil sind die hohen Investitionskosten und der höhere Emissionswert im Luftschall.

Bei der Lötschberg-Basislinie wurde im Basistunnel und im Tunnel Engstlige (2.4 km in Frutigen) eine FF eingebaut, die restlichen Gleise (4.6 km) wurden als Schotterfahrbahn ausgerüstet. Total sind 51.6 km FF eingebaut worden. Die starre Konstruktion der FF erfordert eine hohe Verlegegenauigkeit, nur so ist die fahrdynamische Qualität (u.a. Fahrkomfort und Verschleiss) gegeben.

Für die Vermessung Bahntechnik begann das Projekt Lötschberg im Februar 2003 im Versuchsstollen Mitholz des Lötschberg Basistunnels. Auf zwei Strecken von rund 54 m und 36 m Länge fanden die ersten Versuche für den Einbau der FF statt.

Im Jahre 2004 folgten weitere Tests in Dornbirn (A) (Abb. 1). Rhomberg Bahntechnik AG führte zusammen mit Wild Ingenieure AG auf einer rund 70 m langen Strecke mit massstabsgetreuem Tunnelquerschnitt Tests für den Einbau der FF durch. Die Aufgabe war es, die Einbauabläufe und das Heberichtsystem für die Positionierung der Gleise bezüglich Funktionalität zu testen und weiterzuentwickeln.

Richtsystem

Das von Rhomberg entwickelte Richtsystem besteht aus zwei Komponenten; einem Heberichtkeil (Abb. 6), der es er-

Abb. 1: Teststrecke in Dornbirn (A).

Abb. 2: Gleismesswagen HERGIE.

möglicht, das Gleis in Lage und Höhe stufenlos im Zentelsmilimeterbereich zu schieben sowie dem Gleismesswagen HERGIE (Abb. 2), mit welchem die relative und absolute Lage nachgewiesen werden kann.

Die Echt-Zeit-Überprüfung der Gleislage erfolgte mit dem tachymetergestützten Gleismesswagensystem HERGIE. Dieser Messwagen ist eine Konstruktion aus Aluminium und wiegt nur gerade 25–30 kg. Er ist mit einem 100% witterungsbeständigem Industrierechner mit Touch-Screen ausgerüstet. Er bietet die Möglichkeit, eine externe Tastatur anzuhängen und besitzt einen PCMCIA-Steckplatz.

Als Tachymeter wurde ein LEICA TCA2003 eingesetzt. Die Kommunikation zwischen dem Tachymeter und dem Gleismesswagen erfolgte über eine Funkverbindung. Die Position des TCA2003 wurde mittels Freier Station über die Gleisversicherungspunkte bestimmt.

Der Gleismesswagen HERGIE besteht aus folgenden Komponenten:

- Elektronischer Präzisions-Neigungssensor für die Überhöhungsmessung (Genauigkeit der Überhöhungsmessung: ±0.4 mm)
- Abstandssensor für die Spurweite (Genauigkeit Spurweite: ±0.4 mm)
- Elektronischer Präzisions-Neigungssensor für die Schienenneigungsmessung
- Industrierechner mit Touch-Screen (Abbildung 3)
- Reflektor

HERGIE beruht auf einer sehr genauen, dreidimensionalen Einzelpunktbestimmung der Position in Echt-Zeit. Jeder Messpunkt wird durch sieben Parameter bestimmt: Seine 3D-Koordinaten, der Überhöhung, der Spurweite und der Schienenneigung der beiden Schienen. Dadurch können die folgenden Qualitätsmerkmale der Gleisgeometrie bestimmt werden:

- die Querlage der führenden Schiene (In der Praxis wird nicht die Gleisachse sondern die führende Schiene gerichtet.),
- die Schienenoberkante (SOK) beider Schienen,
- die Überhöhung (Querneigung der Fahrbahn),
- die Spurweite (Abstand zwischen den Innenkanten der Schienen),
- die Bahn-Kilometrierung und
- die Schienenneigung beider Schienen (die Schienen sind im Verhältnis 1:40 nach Innen geneigt).

Die erfassten Messdaten können mit HERGIE gespeichert und in einer grafischen Darstellung oder als Listendatei im ASCII-Format ausgegeben werden.

Die Grundlagedaten für die Gleiskontrolle sind die Fixpunktkoordinaten und die Trassierungsdaten des Gleises. Es sind dies, die horizontale und vertikale Geometrie-Daten sowie die Daten der Überhöhung. Da die Gleisgeometrieachse oft nicht identisch ist mit der Geometrie der Kilometrierungsachse, besteht die Möglichkeit, die Geometrie-Daten der Kilometrierungsachse zusätzlich zu laden.

Zur Steigerung der Zuverlässigkeit können die einzelnen Komponenten (Sensoren) jederzeit sehr einfach und rasch überprüft und kalibriert werden. Zudem kann auch vom Gleismesswagen aus jederzeit die Orientierung des Tachymeters kontrolliert und korrigiert werden. Die Stromversorgung von HERGIE erfolgt über eine 12-V-Gleichstrom-Autobatterie (45 Ah). Dadurch ist ein durchgehender Betrieb des Systems von zwölf Stunden gewährleistet.

Verlegetoleranzen

Die Verlegetoleranzen einer FF sind wegen ihrer starren Konstruktion viel höher als bei einem Schottergleis. Nur so kann die fahrdynamische Qualität (z.B. Fahrkomfort und Verschleiss) sichergestellt werden.

Folgende Anforderungen wurden an die FF gestellt (siehe Kasten).

Abb. 3: Touch Screen mit Darstellung der Messdaten.

Verlegetoleranzen in horizontaler und vertikaler Richtung *(Äussere Geometrie: Vermessungsbasis: ausgeglichenes Fixpunktnetz)*	±3 mm
Pfeilhöhenfehler *(Innere Geometrie: horizontal und vertikal, Messbasis 20 m, Unterschied zweier benachbarter Pfeilhöhen <2 mm, gemessen in Abständen von 5 m in der Mitte der Sehne)*	<2 mm
Verlegetoleranzen Überhöhung	±2 mm
Verwindung	N_{max} ≤0.5‰
Verlegetoleranzen Spurweite	–1/+3 mm (Standardabweichung ≤1 mm)
Verlegetoleranzen Schienenneigung	min. 1:45, max. 1:35
Verlegetoleranzen Stützpunktabstand *(Schwellenabstand Längsrichtung)*	±10 mm Winkelgenauigkeit: ±10 mm

Die grösste Schwierigkeit war die Erfüllung der Anforderung an den Pfeilhöhenfehler in der horizontalen und der vertikalen Geometrie (Innere Geometrie). Die Toleranz (= 98.8%-Wahrscheinlichkeit) eines zu richtenden Stützpunktes lag dabei bei ±0.6 mm und erforderte ein sorgfältiges und geübtes Richten. Die restlichen Anforderungen konnten mit unserem System problemlos erfüllt werden.

Einbau der Festen Fahrbahn

Für den Einbau der FF waren fünf Vermessungsdurchgänge notwendig:

1. Absteckung für das Ablegen der Gleisjoche
2. Grob-Richten der Gleisjoche
3. Fein-Richten der Gleisjoche
4. Kontrolle während dem Betoneinbau
5. Nachweis der Qualität der Gleisgeometrie

Der Einbau der FF erfolgte in Zyklen zu 2160 m Länge. Aus logistischen Gründen wurden vormontierte 18-m-Gleisjoche mitsamt deren Schwellen in den Basistunnel transportiert und aneinandergereiht abgelegt.

Damit die 18-m-Gleisjoche möglichst genau abgelegt werden konnten, wurde vorgängig die verlängerte Fahrbahnebene und der Achsabstand am Bankett markiert. Die Absteckung erfolgte rein tachymetrisch mittels eines Trasseeabsteckungsprogramms. Alle 12 m wurde links und rechts an der Bankettwand je ein Punkt bestimmt und anschliessend mit Hilfe einer Spickschnur (Schlagschnur) durchgehend markiert. Die Schwierigkeit lag schussendlich beim genauen Ablegen der Gleisjoche durch den Gleisbauer. Dieser hatte die Anforderung, die Gleisjoche in der Lage auf ±10 mm und in der Höhe auf ±5 mm auf die höhenverstellbaren Stützfüsse abzulegen (Abb. 4). Da es stets einfacher ist ein Gleis anzuheben, als abzusenken, wurden die Gleisjoche 1 cm unterhalb ihrer Sollhöhe positioniert.

Beim Arbeitsgang Grob-Richten mit dem System HERGIE war das Ziel, die Gleisjoche in der Lage auf ±3 mm und in der Höhe auf 0 mm bis –5 mm zu richten. Das Gleis wurde in Abständen von 3.6 m mit Hilfe eines Gleisheberichtgeräts (Abb. 5) angehoben, in die gewünschte Position gebracht und mit den höhenverstellbaren Stützfüssen wieder stabilisiert.

Um das Gleis durchgehend in die gewünschte Position zu legen waren itera-

Abb. 4: Ablegen der 18-m-Gleisjoche.

Abb. 5: Grob-Richten des Gleises.

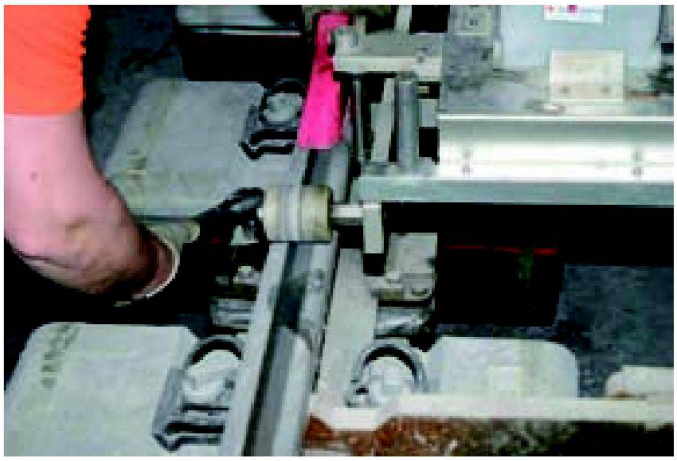

Abb. 6: Fein-Richten des Gleisjochs mit Heberichtkeil.

Abb. 7: Langsehnenmesswagen PLASMA.

tive Richtdurchgänge notwendig. Je nachdem, wie gut die Gleisjoche vorgängig abgelegt wurden und wie sorgfältig das Grob-Richten erfolgte, waren ein bis drei Richtdurchgänge notwendig. Eine Schwierigkeit lag darin, dass durch ein Überkorrigieren die ganze Lage des Gleises in den dahinterliegenden, bereits gerichteten Positionen wieder verschoben werden konnte. Dieser Arbeitsschritt verlangte viel Fingerspitzengefühl, so galt es anhand der aufzuwendenden Muskelkraft für das Schieben der Gleisjoche abzuschätzen, ob der davorliegende Gleisabschnitt eher links oder rechts der Sollage lag. Dementsprechend wurde dies an der momentan zu richtenden Position berücksichtigt.

Beim ersten Richtdurchgang wurde zudem die Schinenenneigung überprüft. Die Schienen mussten im Verhältnis 1:40 nach innen geneigt sein. Mithilfe von Einlageplättchen von 0.1 mm bis 0.5 mm Dicke konnte beim Spurhalter die geforderte Neigung der Schienen korrigiert werden.

Beim darauffolgenden Arbeitsgang wurden die Gleisjoche alle 1.8 m beidseitig durch sogenannte Betonstützkörper gestützt und die nicht mehr notwendigen Stützfüsse hochgeklappt. Anschliessend wurde die rund 25 cm hohe Gleistragplatte betoniert und dadurch die Betonstützkörper fixiert. Die Schwellen lagen danach immer noch frei. Da allerdings ab diesem Zeitpunkt die Gleise nur noch über die Heberichtkeile in einem kleinen Arbeitsbereich geschoben werden konnten, war es sehr wichtig, das vorangehende Grob-Richten mit genügender Sorgfalt auszuführen. Nur schon eine kleine Ungenauigkeit erschwerte oder verunmöglichte sogar das Fein-Richten mit dem Heberichtkeil-System und es musste mit einer aufwändigen Notlösung nachgeholfen werden.

Das Fein-Richten (Abb. 6) erfolgte ebenfalls mit dem Gleismesswagen HERGIE über das Heberichtkeil-System und war der letzte Richtvorgang vor dem Einbetonieren der Schwellen. Beim Fein-Richten war allerhöchste Genauigkeit gefordert, galt es doch das Gleis relativ auf ±0.2 mm in der Lage und der Höhe zu richten. Es hat sich gezeigt, dass die Luftströmungen und Luftturbulenzen im Tunnel grosse Probleme darstellten. Um dem Entgegen zu wirken wurden nur gerade zwei Gleisjoche (36 m) pro Tachymeterstationierung positioniert.

Das Gleis wurde alle 1.8 m mit einem Heberichtkeil-Paar, welches unter den beiden Schiene angeklammert war, gerichtet. Mit dem einen Heberichtkeil konnten die Lage und die Höhe der rechten Schiene und mit dem anderen Heberichtkeil die Höhe der linken Schiene eingestellt werden. Auch bei diesem Richtvorgang benötigte es viel Fingerspitzengefühl und mehrere iterative Richtdurchgänge. Insgesamt wurde das Gleis der FF mit Hilfe von mehr als 57 300 Heberichtkeilen durch Muskelkraft gerichtet.

Eine halbe Arbeitsschicht (rund vier Stunden) später, erfolgte das Einbetonieren des gerichteten Gleises, respektive deren Schwellen. Während dem Einbau des sogenannten Vergussbetons wurde eine Kontrolle mittels eines Langsehnenmesswagens durchgeführt. Der Langsehnenmesswagen PLASMA von Rhomberg (Abb. 7) wurde direkt mit der Einheit des Betonfertigers verbunden und von diesem hinterher gezogen. Damit wurden die relative Höhenänderung, die relative Lageänderung, die Überhöhung, die Spurweite und die Verwindung überprüft. Diese Messungen dienten der Sicherung zur Beibehaltung der Qualität der Gleisgeometrie während des Betoniervorganges. Hätte der Langesehnenmesswagen eine Abweichung an der gerichteten Gleisgeometrie festgestellt, wäre ein akustisches Alarmsignal ertönt und hätte ein optisches Drehlicht eingesetzt.

Nachdem der Vergussbeton ausgehärtet war, wurden die 18-m-Gleisjoche von den einbetonierten Schwellen gelöst und ausgebaut. Anschliessend wurden neue 120-m-Langschienen (Fahrschienen) in die Schwellen eingezogen. Auf diesen Langschienen erfolgte, um einen Zyklus verschoben, die Schlusskontrolle der Fahrschiene mit dem Gleismesswagen HERGIE. Die Resultate wurden grafisch in einem Diagramm und in einer Liste mit statistischen Kennzahlen dargestellt. Die Messfahrten des Diagnosefahrzeugs der SBB Infrastruktur bestätigten die sehr guten Resultate an die Qualität der Gleisgeometrie. Die 51.6 km FF konnten ohne

Abb. 8: Einbau der Gleistragplatte mit Schalungsfertiger.

eine Nachbesserung eingebaut und im Juni 2006 dem Bauherrn für die Testfahrten übergeben werden.

Massgebend für diese perfekte Leistung waren primär das ausgezeichnete Zusammenspiel und die grosse gegenseitige Hilfsbereitschaft aller Beteiligten. Nebst vermessungstechnischem Grundwissen führten auch die regelmässigen Wartungen, Justierungen und Kalibrierungen der Instrumente und der Gleismesswagen-Sensoren zum Erfolg. Der Gleismesswagen HERGIE eignete sich wegen seiner Zuverlässigkeit, Robustheit und der sehr leichten Bauart bestens für diesen Einsatz.

Eine weitere Grundvoraussetzung für diese guten Resultate war das sehr genaue und dichte Fixpunktnetz im Tunnel.

Trotz der scheinbar monotonen und wiederholenden Richt-Vermessungen waren die Arbeiten für das Vermessungsteam alles andere als langweilig. So wurden die Vermesser täglich mit neuen und unerwarteten Problemen konfrontiert und herausgefordert. Der enorm hohe Zeitdruck war nicht nur eine Belastung, sondern konnte auch Motivation zugleich sein.

Gleistragplatte

Nachdem auf der Walliser Seite bereits einige Kilometer FF eingebaut waren, konnte der Rohbau auf der Berner Seite zweite Hälfte 2005 fertiggestellt werden. Dies ermöglichte erstmals die Ausrüstung des Tunnels von zwei Seiten her. Als Beschleunigungsmassnahme wurde entschieden, auf der Berner Seite vorgängig 7.3 km Gleistragplatte (GTP) einzubauen, was den nachfolgenden Einbau der FF bedeutend verkürzte (Abb. 8). Die Aufgabe bestand darin, die vermessungstechnischen Leistungen für den tachymetergesteuerten Gleitschalungsfertiger zu erbringen. Der Einbau der GTP erfolgte im normalen Tages-Schichtbetrieb und wurde von einem Vermesser betreut. Seine Aufgabe war es, alle 50 m den Tachymeter für die Fertigersteuerung umzusetzen, neu zu orientieren und stichprobenweise die automatische Steuerung des Fertigers zu überprüfen. Zudem führte dieser Vermesser im Einmannbetrieb die Kontrollaufnahme der ausgehärteten GTP durch.

Fahrleitung

Für die 60 km Fahrleitung mussten mehr als 10 000 Punkte auf ±10 mm respektive ±3 mm abgesteckt werden. Die meisten Punkte wurden in der Kalotte für die Fahrleitungs-Tragwerke abgesteckt. Die Absteckung erfolgte tachymetrisch mit einem Trasseeabsteckungsprogramm unter Berücksichtigung der Gleisüberhöhung. Versichert wurden die abgesteckten Punkte mit einem Bohrloch und einer Farbmarkierung, welche eines der neun unterschiedlichen Bohrbilder für die Anker-Bohrungen definierte. Besonders aufwändig waren die Absteckungen der rund 100 Radspanner für die Gewichtsnachspanner des Fahrleitungsdrahts mit je 14 Punkten. In den Sprengvortrieb-Abschnitten wurde vorgängig auf der unebenen Spritzbetonoberfläche eine im Querschnitt über zwei Radien gekrümmte Schalung abgesteckt. Dabei behalf man sich mit meterlangen reissfesten Plottvorlagen, welche über drei abgesteckte Punkte eingepasst wurden und anschliessend die gekrümmte Oberflächenlinie durchgezeichnet wurde. Die Absteckung der Fahrleitungspunkte erfolgte in den wenigen Tagen der Vorbereitung zum nächsten Einbau-Zyklus der FF.

Schotterfahrbahn

Die 4.6 km offenen Strecken der Lötschberg-Basislinie wurden mit einer Schotterfahrbahn ausgerüstet. Diese beinhaltete auch eine rund 160 m lange Schnellfahrweiche. Für den konventionellen Gleisbau waren relativ wenige Absteckungen notwendig. Die Hauptarbeit beschränkte sich dabei viel mehr auf die Übernahme und Verwaltung der vielen unterschiedlichen Gleisgeometrien und provisorischen Gleisversicherungspunkten pro Bauphase. Aus diesen Daten wurden für den Gleisbauer je nach Bauphase die entsprechenden Einbaulisten und Maschinenfiles für die Stopfmaschine erstellt.

Logistik

Die Logistik nahm bei diesem Grossprojekt eine zentrale Rolle ein. So wurde für die bahntechnische Ausrüstung sowohl in Raron als auch in Frutigen ein rund 5 ha grosser Installationsplatz erstellt. Diese umfassten unter anderem einen grossen strassen- und schienengebundenen Umschlagplatz, je zwei riesige Hallen, eine Betonmischanlage, ein Wohncontainerlager und etliche Bürocontainer. Die provisorische Gleisanlage bestand insgesamt aus rund 9 km Gleis und 37 Weichen. Die

Absteckung all dieser Bauprovisorien war ebenfalls Bestandteil des Vermessungsmandates Bahntechnik.

Weitere Vermessungsleistungen

Neben den Hauptvermessungsarbeiten für die Fahrbahn, die Fahrleitung und die Logistik wurden viele weitere Vermessungen für die anderen Fachbereiche erbracht. Oft beschränkten sich diese auf Spezialberechnungen aus den Gleisgeometriedaten oder einfachen Absteckungen oder Aufnahmen.

Eine Aufgabe beinhaltete zum Beispiel das Erstellen des Anforderungsprofils von Laserscanning-Aufnahmen und deren Beschaffung. Der bauherrenseitige Nachweis der Einhaltung der Tunnelrohbautoleranzen genügte zum optimierten Einbau der FF nicht. Die Kenntnis der exakten Lage der Tunnelsohle, der Bankette und insbesondere der Entwässerungsschächte innerhalb der Fahrbahn war für den rollenden Bauablauf von bedeutender Wichtigkeit. So wurde rasch klar, dass durch eine genauere und lückenlose Rohbauaufnahme des gesamten Basistunnels für den Einbau der FF viel Zeit erspart werden konnte.

Zusammen mit der Übernahme des Rohbautunnels wurde auch das Gleisversicherungsnetz durch die Vermessung Bahntechnik übernommen und damit dessen Unterhalt. Die Erstellung dieses Grundlagenfixpunktnetzes erfolgte durch den Bauherrenvermesser. Es mussten ein paar wenige zerstörte Gleisversicherungspunkte ersetzt und neu bestimmt werden. Eine der letzten Aufgabe bestand in der Aufnahme des Punktehimmels für die Datenbank fester Anlagen (DfA) und deren strukturierten Datenabgabe.

Erfolg, Herausforderungen und Dank

Für die Wild Ingenieure AG war die Vermessung der bahntechnischen Ausrüstung in jeder Hinsicht ein interessanter Auftrag. Dank einer guten Organisation, motivierten und flexiblen Vermessern konnten wir alle Aufträge zuverlässig, speditiv und unfallfrei ausführen. Zu diesem Erfolg trug auch unser Grundwissen über den Bahnbau bei.

Bei den grossen und stark termingebundenen Vermessungen stand den Vermessern vom Schraubenschlüssel bis hin zum Gleismesswagen und Tachymeter das ganze Mess-Equipement doppelt und mehrfach zur Verfügung. Das komplette Reservematerial der Vermessung wurde auf einem schienengebundenen Materialcontainer mitgeführt und war somit stets griffbereit und austauschbar. Zum Aufladen der verschiedenen Batterien stand alle 333 m in den Querverbindungen ein Stromanschluss zur Verfügung. Beim Schichtwechsel garantierten konstante Abläufe zu klaren Übergaben, auch bei grosser Hektik.

Eine grosse Knacknuss war der Einbau der zwei 160 m langen Schnellfahrweichen in der FF. Da die Bautoleranzen der durchgehenden Betonschwellen grösser waren als die vorgegebenen Verlegetoleranzen der Weiche, war dies auch nicht weiter erstaunlich. Nach x-fachen Richtdurchgängen des Stammgleises und des Ablenkungsgleises, wurde schliesslich die Weiche parallel mit zwei Gleismesswagen gerichtet. Nach einigen Stunden lag die Weiche innerhalb der geforderten Verlegetoleranzen und konnte einbetoniert werden. Mit viel Erfahrung und Zuversicht ging man ein halbes Jahr später an das Richten der zweiten Schnellfahrweiche. Alle Erkenntnisse und Tricks aus dem ersten Weicheneinbau führten zwar zu weniger Kopfzerbrechen, dennoch dauerte das Richten der zweiten Weiche nicht weniger lang. Nach rund 48 Stunden war auch diese Schnellfahrweiche in der geforderten Toleranz fertig eingebaut.

Eine der grössten Herausforderungen für das Vermessungsteam war allerdings das Arbeiten im 3-Schichtbetrieb unter belastenden klimatischen Bedingungen. Ein Vermesser musste zudem in dem ihm zugeteilten Schichtzyklus rund um die Uhr für Notfälle erreichbar und einsatzbereit sein.

Die Vermessungsarbeiten waren strikte an den Arbeitsablauf und den Arbeitsfortschritt der Gleisbaugruppe gebunden. Und bekanntlich sind es die Vermesser, welche sich kurzfristig dem Terminplan der andern anpassen müssen. Nicht anders war es beim Bau der FF. Regelmässig fielen Schichten aus oder mussten Schichten doppelt geführt werden, um den optimalen Arbeitszyklus aufrechtzuerhalten.

Ein normaler Schichttag für einen Vermesser begann 1–2 Stunden vor Schichtbeginn. Vom Installationsplatz aus nahm er Funkkontakt mit dem Vermesser im Tunnel auf und erkundigte sich nach dem Stand der Arbeiten und allfälligen Problemen. Dann begab er sich zum Schichtzug, welcher ihn in einer bis zu 1-stündigen Fahrt an die Einbauspitze führte. Bei der Übernahme der Arbeit überprüfte er zuerst, in welcher Nische die Ersatzbatterien geladen wurden und führte anschliessend eine vollständige Kalibrierung der Sensoren durch. Nach acht Stunden Arbeit im Tunnel führte ihn der Schichtzug wieder zum Installationsplatz zurück. Ein langer, anstrengender Arbeitstag von 10–12 Stunden ging bei einem warmen Essen und einem Feierabendbier in der Kantine zu Ende.

Während des Einbaus der FF waren unsere Vermesser ausschliesslich im 3-Schichtbetrieb eingeteilt. In den 3–5 Tagen der Vorbereitung des nächsten Zyklus mussten die übrigen Vermessungsarbeiten, Auswertungen und Protokolle erledigt werden.

Über die Dauer von zwei Jahren verlangte dieses Projekt von unseren Vermessern einen ausserordentlichen Einsatz. Dieser war nur durch grosses persönliches Engagement und Abstrichen im Privatleben jedes Einzelnen möglich. Dafür bedanke ich mich nochmals ganz herzlich bei unserem Vermessungsteam und ihren Familien.

Bruno Tanner
Pat. Ingenieur-Geometer
Wild Ingenieure AG
CH-6403 Küssnacht am Rigi
bruno.tanner@wilding.ch