

TUNNEL- UND TRASSEEBAU MIT 110 PROZENT STEIGUNG

Schlüsselfaktoren der neuen Standseilbahn zum Bergdorf Stoos SZ, der steilsten Standseilbahn der Welt, sind der Trassee- und Tunnelbau für eine Streckenlänge von 1740 Metern im stark abfallenden Berghang.

Nach der Überwindung diverser baulicher Schwierigkeiten, der Fertigstellung der drei insgesamt 580 Meter langen Tunnels und des Montagebaus für das Fahrbahntrassee im Steilhang, gibt sich Bruno Lifart, Geschäftsführer und Verwaltungsratsdelegierter der Stoosbahnen AG, zuversichtlich, den Bahnbetrieb am 17. Dezember 2017 um 12 Uhr 17, aufnehmen zu können. Wie er erläutert, sind mit der Fertigstellung des letzten der drei Tunnels die

grössten Risiken überwunden und die restlichen Arbeiten am Trassee machen guten Fortschritte. Der Bau der ursprünglich auf Investitionen von 52 Millionen Franken veranschlagten Bahn zu dem in 1300 Meter Höhe gelegenen Dorf Stoos hat sich als schwieriges Unterfangen herausgestellt. Sowohl ausserordentliche geologische Verhältnisse, wie auch bauliche Ausführungsprobleme und Einsparungen führten zu zeitraubenden Verzögerungen am Bau.

Der Bau der neuen Standseilbahn auf den Stoos im Muotatal SZ stellt schwierige bauliche Herausforderungen. Die Trasseeführung im 110 Prozent bzw. 48 Grad geneigten Steilhang und der Vortrieb von drei Schrägschächten mit 580 Meter Länge entpuppte sich als sehr anspruchsvoll. Fotos: Curt Mayer



Steilste Standseilbahn der Welt entsteht

Das bis zu 110 Prozent geneigte Trassee ist noch 4 Prozent steiler als die bisher steilste Bahn, die Gelmer-Kraftwerkseilbahn am Grimsel. Das Bergdorf Stoos mit 150 Einwohnerinnen und Einwohnern und den zahlreichen Hotels und Feriendomizilen wird ganzjährig mit einer Standseilbahn erschlossen. Diese bildet die Hauptverbindung zwischen dem Tal und dem Bergdorf sowohl für den öffentlichen Verkehr als auch für den Gütertransport. Als Weiteres führt eine Luftseilbahn von Morschach auf das Hochplateau. Die Konzession der bestehenden Standseilbahn aus dem Jahr 1933 läuft aus und konnte nicht verlängert werden. Daher realisiert die Stoosbahn AG seit 2012 ein Neubauprojekt. Damit werden die Grunderschliessung Stoos gesichert und die Kapazität auf 1500 Personen pro Stunde erhöht. Der Neubau ermöglicht die Trennung des Güter- und Personenverkehrs und verbessert zusätzlich die Situation bezüglich der Naturgefahren.

Differenzierter Vortrieb von drei Tunnels

Für die Führung des Stoosbahntrassees waren drei Tunnels mit einer Gesamtlänge von 580 Metern zu erstellen. Sie sind sprengtechnisch von oben nach unten vorgetrieben worden. Dabei sind die beiden Schrägschächte Tunnel 1 Zingelifluch mit 151 Metern und Tunnel 2 Ober Zingeli mit 114 Metern Länge nach dem Raise-Drill-Verfahren mit einer ersten Bohrung von 25 Zentimetern und je einem Schutterloch von 1,4 beziehungsweise 1,8 Me-

tern Durchmesser ausgeweitet worden. Da hindurch konnte das Ausbruchmaterial mit dem Baggerarm auf den Schutterkübel gegeben und nach oben abgeführt werden.

Beim 235 Meter langen Stoosflutunnel ist für eine sichere Arbeitsweise eine schienenbasierte Vortriebseinheit konstruiert und eingesetzt worden. Sämtliche für den Ausbruch erforderlichen Geräte und Einrichtungen waren auf einer mittels Seilspielen verfahrenen Tunnelbohr-Installation aufgebaut. Die Ver- und Entsorgung erfolgte über eine schienengebundene Windenbahn. Die 28 Meter lange von Implenia entwickelte Vortriebs-einheit war 4,2 Meter breit und 5,6 Meter hoch und hatte mit den Aufbauten ein Gewicht von 74 Tonnen. Das Bohrgerät bestand aus einem Bohrerarm, Rollover mit Schwenkwerk, Lafette und hydraulischem Bohrerhammer für Sprenglochbohrungen bis 3,4 Meter und Ankerlängen bis 4 Meter.

Zur Sicherung ist nach jedem Abschlag von 3 Metern Spritzbeton auf das Tunnelgewölbe appliziert worden. Das erfolgte mit einem auf einem Baggerarm montierten Spritzroboter per Fernsteuerung. Auf die erste Lage Stahlfaser-Spritzbeton und dem Einbringen der Felsanker kam eine zweite unbewehrte Spritzbetonschicht. Die Lieferung des benötigten Trockenspritzbetons sowie von Druckluft und Wasser hatte auf eine Distanz von 700 Metern durch Versorgungsleitungen zu erfolgen. Für die Gesamtmenge von rund 10 000 Tonnen trockene Betonmischung waren bei der Talstation zwei Vorratssilos à 50 Kubikmeter und zwei Spritzkessel à 10 Kubikmeter aufgebaut. Der unmittelbar am Einbauort erfolgte Mischvorgang verschaffte den Tunnelbauern eine Flexibilität bei eventuellen Arbeitsunterbrüchen, wie Reinhold Boiger, Baustellenchef des Arge-Partners Implenia, festhält. Die Ausführung des Tunnelbaues obliegt zu einer Werkvertragssumme von 26,8 Millionen Franken dem Arge-Partner Implenia.

Anspruchsvoller Trasseebau im Steilhang

Aus topografischen Gründen müssen von der Standseilbahn zwei Felsbänder und die Stoosfluh durchquert werden. Nachdem die



Die 222 vorfabrizierten Elemente der Betonfahrbahn von je 5,6 Metern Länge und einem Gewicht von 6 Tonnen werden maschinell von unten nach oben versetzt. Mit derselben Einrichtung werden auch die Schienenelemente und der Wartungssteg verlegt.

drei Tunnels fertiggestellt waren, konzentrieren sich die Arbeiten nun auf den Bau des Trassees. Direkt nach der Talstation führt eine aus zwei Hauptträgern bestehende Stahlbrücke von 150 Meter Länge leicht gekrümmt über den dortigen Stausee der Muota. Anschliessend folgt der Übergang in den Steilhang, wo Betonfahrbahnelemente versetzt und die Schienen montiert werden. Vor dem talseitigen Portal des obersten Tunnels ist die Ausweichstelle auf einer Schüttung (Erdbankett) angeordnet. Auf der offenen Strecke und in den Tunnels kommen die Schienen auf eine feste Fahrbahn aus vorfabrizierten Betonelementen zu liegen, welche im Untergrund und Unterbau kraftschlüssig verbunden sind. Nach den Tunnels folgen eine Flachstrecke auf ei-

nem Schotterbett und vor der Bergstation eine zweite Stahlbrücke von 146 Meter Länge.

Fortsetzung auf Seite 44 ►

Hangsicherung

Das Institut für Bauen im alpinen Raum IBAR der HTW Chur möchte eine Anwendung zur Hangsicherung mit Holzwolle, die in den USA stark verbreitet ist, die in Europa aber in Vergessenheit geriet, bekannter machen. Sie kam beim Bauprojekt der Standseilbahn nach Stoos zum Einsatz. Die Holzwolle ist von Lindner. Informationen dazu finden Sie auf www.schweizerbauwirtschaft.ch/hangsicherung.

► Seit dem vergangenen Oktober sind die äusserst schwierigen Arbeiten an dem bis zu 48 Grad geneigten Trasse im Gange. Dabei galt es, zuerst Schutzdämme und Felssicherungen, ferner Nagelwände in bewehrtem Spritzbeton, Dammbauten und Stützkonstruktionen sowie Steinschlagschutzverbau auszuführen. Anschliessend sind für den Gleiseinbau die vorgefertigten Betonelemente versetzt und verankert worden.

Die Baumeisterarbeiten und der Montagebau der Betonelemente werden im Rahmen des Loses 5 Trasse und Tunnelbau durch die Bauunternehmung Vetsch AG Klosters als Arge-Partnerin der Implenia Schweiz AG ausgeführt. Gemäss Firmenangaben sind dazu bei einer Rohbausumme von 20 Millionen Franken folgende Kubaturen auszuführen: 1500 Kubikmeter Ortbeton, 160 Tonnen Bewehrung und 4300 Kubikmeter Schalung, 222 vorgefertigte Betonelemente mit einem Gewicht von je 6 Tonnen, 480 ungespannte Daueranker, 240 Quadratmeter Nagelwände in bewehrtem Spritzbeton, 69000 Kubikmeter Baugrubenaushub, 20500 Kubikmeter Dammbauten und Stützkonstruktionen, 4550 Kubikmeter Stabilisierung, 208 Meter Steinschlagschutzverbau, 95 Rempwerke für den Lawenschutz, 10900 Quadratmeter Netzverspann, 4900 Meter Bohranker zum Netzverspann, 480 ungespannte Daueranker, acht Litzenanker von 184 Metern, 16 Mikropfähle mit 160 Metern, drei Inklinometer von 30 Metern, 12 Kilometer Kabelschutzrohre mit Durch-



Für den obersten der drei Tunnel – dem 235 Meter langen bergmännischen Stoosfluchtunnel – ist eine schienenbasierte Vortriebseinheit von 28 Meter Länge zum Einsatz gekommen. Das mit einer Windenbahn verfahrbare Bohrgerät besteht aus einem Bohrraum, Rollover mit Schwenkwerk und hydraulischer Bohrlafette.

messer von 55 bis 120 Millimetern sowie 1900 Meter PE-Rohre mit einem Durchmesser von 160 Millimetern.

Neuartige Versetzeinrichtung

Als weitere Beschleunigungsmassnahme erfolgt der Trasseebau von der Talstation nach der Muotabrücke mit einer neuartigen Versetzeinrichtung. Diese Spezialmaschine be-

steht aus einem Transportwagen und einer eingehausten, verschiebbaren Montageeinrichtung. Sie hat ein Gewicht von 60 Tonnen und wurde von der Rowa Tunnelling AG entwickelt. Für den Umschlag der Betonelemente sowie der Schienen- und Stahlabschnitte bei der Talstation steht ein Turmdrehkran im Einsatz. Wie von der Arge Implenia/Vetsch vorgeschlagen, können mit dieser neuartigen Technologie die vorgefertigten Elemente der Betonfahrbahn von 5,6 Metern Länge und 6 Tonnen Gewicht maschinell von unten nach oben versetzt werden. Auf die Betonelemente, auf welchen die Seilrollen der Bahn bereits vormontiert sind, werden mit derselben Einrichtung die Schienenabschnitte und der Wartungssteg verlegt und verschweisst. Der Bauherr und die Arge gehen davon aus, dass mit dieser Versetzeinrichtung die Arbeiten optimiert und gegenüber dem ursprünglichen Konzept beschleunigt abgewickelt werden können. Er ist zuversichtlich, dass in diesen Tagen fertig gestellt werden kann.

Curt M. Mayer

Baufakten

Betriebslänge (schräge Länge)	1740 m
Höhendifferenz	743 m
horizontale Abwicklung	1497 m
davon auf Brücken	296 m
in Tunnels	580 m
Tunnel 1 Zingeliflugh Raisedrillbohrung	151 m
Tunnel 2 Ober Zingeli	114 m
Tunnel 3 Stoosflugh bergmännisch	235 m
Beförderungskapazität	1500 Pers/h
Leistung Antriebsmotor	1360 PS
Zugseildurchmesser	54 mm
Fahrgeschwindigkeit max.	10 m/s