



Gotthard-Basistunnel, Schweiz Lose Bodio 554 und Faido 452

Der Gotthard-Basistunnel ist der längste Eisenbahntunnel der Welt. Er erstreckt sich vom Nordportal in Erstfeld, im Kanton Uri, bis zum Südportal in Bodio, im Kanton Tessin. Die schweizer Alpentransversale hat eine Gesamtlänge von 57 Kilometern.

HOCHTIEF wurde im Jahr 2001 als Teil des Consorzio TAT (Tunnel AlpTransit) mit der Ausführung einer komplexen Loskombination beauftragt – des größten Bauabschnitts dieses Jahrhundertprojekts. Das Projekt umfasste die Herstellung von zwei rund 30 Kilometer langen Tunnelabschnitten der Ost- und der Weströhre mit Tunnelbohrmaschine (TBM), der Multifunktionsstelle (MFS) in Faido sowie einer Vielzahl von Verbindungstunneln, die im Abstand von zirka 300 Metern verlaufen. Der Auftrag bestand darin, die beiden Einspurtunnel (EST) der Teilabschnitte (TA) Bodio und Faido mit nur zwei statt vier TBM aufzufahren. Sie starteten von Bodio im Süden in nördliche Richtung über Faido bis zur Losgrenze Sedrun.



Zeitgleich zu den TBM-Vortrieben wurden die Verbindungstunnel im maximalen Abstand von 1 500 Metern hinter den TBM-Vortrieben ausgebrochen und die Innengewölbe beider Hauptröhren nachgezogen. Parallel zum Vortrieb wurde auch die MFS in Faido über einen Zugangsstollen bergmännisch erschlossen und ausgebrochen. Nach dem Erreichen der MFS wurden die beiden TBM nach dem Durchschlag teildemontiert, anschließend durch die MFS gezogen und auf einen vergrößerten Bohrdurchmesser für die anstehenden Vortriebe von Faido bis zur Losgrenze nach Sedrun ertüchtigt.

Projektdaten

Auftraggeber:	AlpTransit Gotthard AG
Vertragsart:	Einheitspreisvertrag auf Basis SIA
Ausführung:	Consorzio TAT bestehend aus HOCHTIEF (25%), Implema (25%), Alpine (25%), Impregilo (12,5%), CSC (12,5%)
Entwurfsplanung:	Ingenieurgemeinschaft Gotthard-Basis- tunnel Süd, Lombardi-Pöry-Amberg
Ausführungsplanung:	Consorzio TAT
Bauzeit:	2001 – 2013
Auftragsvolumen:	ca. 1,5 Mrd. EUR





Technische Daten

Nutzung: Bahntunnel

Baugrund/Geologie:

- TA Bodio: Flachliegende Leventina-Gneise der Pinninischen Gneiszone mit Überlagerungen bis zu 2300 Metern
- TA Faido Süd mit MFS: Leventina-Gneise mit Übergang zu Lucomagno-Gneisen der Pinninischen Gneiszone mit Überlagerungen von 700 bis 1200 Metern
- TA Faido Nord: Wechsel von einer flachliegenden zu einer steilliegenden Gebirgslagerung
- Die Piora-Mulde im nördlichen TA Faido bestand aus Dolomit-Anhydrit-Gesteinen und trennt in Richtung Norden gesehen die Pinninischen Gneiszone vom anschließenden Gotthard-Massiv, das aus der überwiegend steilstehenden Wechselfolge von Gneisen (überwiegend Streifengneise) mit Einlagerung aus Graniten besteht.
- Nördlich der Piora-Mulde stand der Medelser Granit an (unterbrochen von der Tenelin- und der Borelzone), anschließend folgen die Streifengneise bis zum Durchschlag in Sedrun.
- Gebirgstemperaturen bis 45 Grad Celsius waren prognostiziert und mussten durch die komplexe Baukühlung beherrscht werden.

Baumethoden

- Rohbau von zwei Einspurtunneln, die im Abstand von 40 Metern parallel verlaufen, mittels Gripper-TBM (Hersteller: Herrenknecht AG)
- Untertägige Montagen und Installationen in den über 1000 Meter vom Portal Bodio entfernt liegenden, im Berg hergestellten Startkavernen im TA Bodio

TBM-Vortriebe:

- Bodio mit Bohr-Durchmesser 8,83 m,
 - Ost-TBM 13450 m
 - West-TBM 14112 m
- Faido mit Bohr-Durchmesser 9,43 m
 - Ost-TBM 11134 m
 - West-TBM 11088 m

Sprengvortriebe:

- Multifunktionsstelle: Sprengvortrieb mit Teilausbrüchen über insgesamt sieben Kilometer Tunnel- und Stollenlängen mit Querschnitten zwischen 40 und über 250 Quadratmetern
- Verbindungstunnel/Querschläge (QS): Sprengvortrieb überwiegend im Vollausbruch über rund 31 Meter, nachlaufend und im Abstand von maximal 1500 Meter zum TBM-Vortrieb und von der Oströhre in Richtung Weströhre vorgetrieben.

Herausforderungen bei Ausbruch und Sicherung

TA Bodio, TBM-Vortriebe:

Unerwartet schwierige Baugrundverhältnisse (insbesondere die Störzonen in den flachliegenden Leventina-Gneisen mit Schichten aus Kataklasten und Kakiriten) führten bereits in einer frühen Phase im Vortrieb der Oströhre zu Niederbrüchen über der TBM. Durch die bedingten Verschiebungen hin zu schwereren Ausbruchsklassen erfolgte im Berg ein maschinentechnischer Umbau im L1-Bereich der beiden TBM-Nachläufer. Dadurch konnten Leistung, Produktivität und Sicherheit in diesem Bereich verbessert werden. Niederbrüche unmittelbar hinter der TBM beeinträchtigten allerdings die Gleichzeitigkeit von Vortrieb und Sicherungsmaßnahmen. Eine druckhafte Störzone aus Wechsellagerung von Leventina- und Lucomagno-Gneisen führte weiterhin zu einem Verklemmen mit notwendiger Überfistung der TBM. Bedingt durch die geologische Wechsellagerung begleiteten Bergschläge mit erheblichen Ausbrüchen auch in Vortriebsrichtung den Vortrieb bis zum Durchschlag in Faido. Starke Konvergenzen im Sohlbereich mussten vor Einbau der Sohlblöcke teilweise durch Sprengung nachprofiliert werden.





TA Faido, MFS:

Eine nicht in diesem Ausmaß prognostizierte Störzone mit großen Deformationen und nachbrechendem Gebirge konnte nur durch erhebliche Sicherungsmaßnahmen beherrscht werden. Die nachfolgenden, zahlreich durchgeführten Erkundungsmaßnahmen führten zum Beschluss einer Umplanung mit einer Verschiebung der MFS um 600 Meter in Richtung Süden. Die ursprünglich angedachten Vortriebe im Vollausbuch wurden verworfen und als Kalotten-Strossenvortriebe mit nachgiebiger Ausbruchsicherung ausgeführt.

TA Faido, TBM-Vortriebe:

Vor Aufnahme der Vortriebe wurde die TBM durch Vergrößerung des Bohrdurchmessers auf 9,4 Meter umgebaut, mit der Möglichkeit durch „Shiften“ der Kaliberrollen den Durchmesser auf 9,5 Meter zu erweitern.

Vor dem Durchörteren der berühmten Piora-Mulde führten die flachliegenden Lucomagno-Gneise zu Deformationen mit erheblichen Schäden an der Ausbruchsicherung, die den Vortrieb über mehrere 100 Meter begleiteten. Zudem war die Einflussnahme der vorlaufend hergestellten Oströhre auf die nachfolgenden Vortriebsarbeiten der Weströhre durch Deformationen im TBM-Bereich der Westmaschine spürbar. Beschädigungen an den Spritzbetonschalen und das Ausbeulen der Ausbaubögen im Nachläufer-Bereich sowie teilweise Verklemmen der Nachläuferinstallationen waren die Folge.

Piora-Mulde

Der Tunnel wurde wider Erwarten und entgegen den Erkenntnissen aus Probebohrungen nicht in der prognostizierten Geologie (Druckwasser und „Zuckerdolomit“) sondern in standfestem und trockenem Gebirge vorgetrieben.

Nach dem problemlosen Durchqueren der Piora-Mulde mit rund 8,40 Metern pro Arbeitstag ereigneten sich nachfolgend im Medelser Granit Bergschläge mit bis zu 40 Meter hohen Niederbrüchen verbunden mit Stillständen über mehrere Monate in der Weströhre. Injektionen und ein Gegenvortrieb aus der Oströhre heraus brachten die TBM in der Weströhre wieder zum Laufen.

Die nachfolgenden, auf einer Länge von 1,5 Kilometern bis zum Durchschlag in Sedrun bautechnisch besser aufzufahrenden Streifengneise ergaben auf mehreren 100 Metern Bergwasserzutritt von 90 Liter pro Sekunde bei Temperaturen von 45 Grad und stellten somit extreme Arbeitsbedingungen vor Ort dar.

Besonderheiten der Innengewölbeschale

Zur Optimierung der Bauzeit wurden die Innengewölbeschalen parallel zum Vortrieb der EST eingebaut.

Das System der Innengewölbeinstallation, auch wegen der Länge und der Art der Fortbewegung durch Ziehen und Schieben „Wurm“ genannt, ermöglichte gleichzeitig Profilkontrollen, Abdichtungsarbeiten, Bewehrungs- und Betonarbeiten im Pilgerschritt sowie Nachbehandlung und gewährleistete im Betrieb die Aufrechterhaltung der gesamten Logistik, wie die Zweigleisigkeit aller Versorgungszüge, der Schutterzüge, und die Durchleitung aller Versorgungsleitungen für die Vortriebe.

Das entwickelte System aus 26 zusammenhängenden Wagen mit einer Gesamtlänge von rund 600 Metern je Röhre produzierte einschließlich Sohlverbreiterung (Kicker), Gewölbefuß (Krawatte) und Gewölbe pro Tag und Röhre zwei Gewölbeblöcke (24 m /AT und Röhre).

Besonderheiten der Logistik

Das Gleisnetz bestand in der Hauptphase aus insgesamt rund 125 Kilometern Gleisen und rund 200 elektrisch angesteuerten Weichen. Für die Überwachung und die Koordinierung der 50 Zügeinheiten mit 70 Lokomotiven und 350 Wagen mit bis zu 180 täglichen Zugbewegungen war eine zentrale Leitstelle auf der Baustelleninstallationsfläche in Bodio verantwortlich.

Besonderheiten der Betonversorgung

Die gesamte Betonversorgung wurde bis zur 30 Kilometer entfernten Losgrenze des TA Sedrun komplett aus Bodio bewerkstelligt.

Die hohen Anforderungen an die Qualität des gesamten Betons verlangte ein hohes Maß an Erfahrung für den Einsatz der erforderlichen Betonzusatzmittel. Zur Qualitätssicherung wurden im Hinblick auf die großen Transportentfernungen und Verweilzeiten im Mischer von den Betonspezialisten der Baustelle gemeinsam mit den Zusatzmittel- und dem Zementlieferanten Betonrezepturen entwickelt und erfolgreich eingesetzt („schlafender Beton“).





Vortrieb

- TA Bodio Richtung MFS Faido
Oströhre: Januar 2003-September 2006
Weströhre: Februar 2003-Oktober 2006
- TA Faido Richtung TA Sedrun
Oströhre: Juli 2007-Oktober 2010
Weströhre: Oktober 2007-März 2011

Vortriebsleistungen (bereinigt um Stillstände, bedingt durch Einflüsse des Baugrunds, wie etwa Unterbrechungen durch Niederbrüche, Revisionen, Schäden etc.):

- TA Bodio Oströhre/Weströhre: 12,40 m/AT / 12,80 m/AT
- TA Faido Oströhre/Weströhre: 12,20 m/AT / 12,40 m/AT

Höchstleistungen

- Tagesleistung TA Bodio TBM Ost: 38 m/AT (Dezember 2005)
- Monatsleistung TA Faido TBM West: 704 m/Monat

Die Abnahme der Loskombination erfolgte im September 2013. Die Eröffnungsfeier des Gotthard Basistunnels fand am 1. Juni 2016 statt.

HOCHTIEF Infrastructure GmbH

Opernplatz 2
45128 Essen
www.hochtief-infrastructure.de
infrastructure@hochtief.de
Tel: +49 201 824-1977