



Der längste Eisenbahntunnel der Welt

Renzo Simoni, AlpTransit Gotthard AG

Nach 17 Jahren Bauzeit wird der neue Gotthard-Basistunnel am 1. Juni 2016 feierlich eröffnet. Mit einer Länge von 57 Kilometern ist er nicht nur der längste Eisenbahntunnel der Welt, sondern auch ein einmaliges Meisterwerk der Ingenieurskunst.

Der Gotthard-Basistunnel führt vom Nordportal bei Erstfeld im Kanton Uri zum Südportal bei Bodio im Kanton Tessin. Der Haupttunnel ist 57 km lang und besteht aus zwei Einspurröhren, die 40 Meter auseinanderliegen und alle 325 Meter durch einen Querschlag miteinander verbunden sind. Zählt man alle Verbindungs- und Zugangsstollen sowie Schächte zusammen, misst das ganz Tunnel-system über 152 km. Mit einer Felsüberlagerung von bis

zu 2300 Metern ist der Gotthard-Basistunnel der am tiefsten unter Tag liegende Eisenbahntunnel der Welt und weist praktisch keine Steigungen auf, der Scheitelpunkt liegt auf 550 m ü. M.

Zwei Multifunktionsstellen unterhalb Faido und Sedrun unterteilen die beiden Tunnelröhren in drei ungefähr gleich lange Abschnitte. In diesen Multifunktionsstellen können die Züge die Röhre wechseln und im Notfall auch anhalten. Für den Bau gliederte man den Gotthard-Basistunnel in fünf Abschnitte. Um Zeit und Kosten zu sparen, wurden die Bauarbeiten an den einzelnen Abschnitten aufeinander abgestimmt und erfolgten teilweise gleichzeitig.

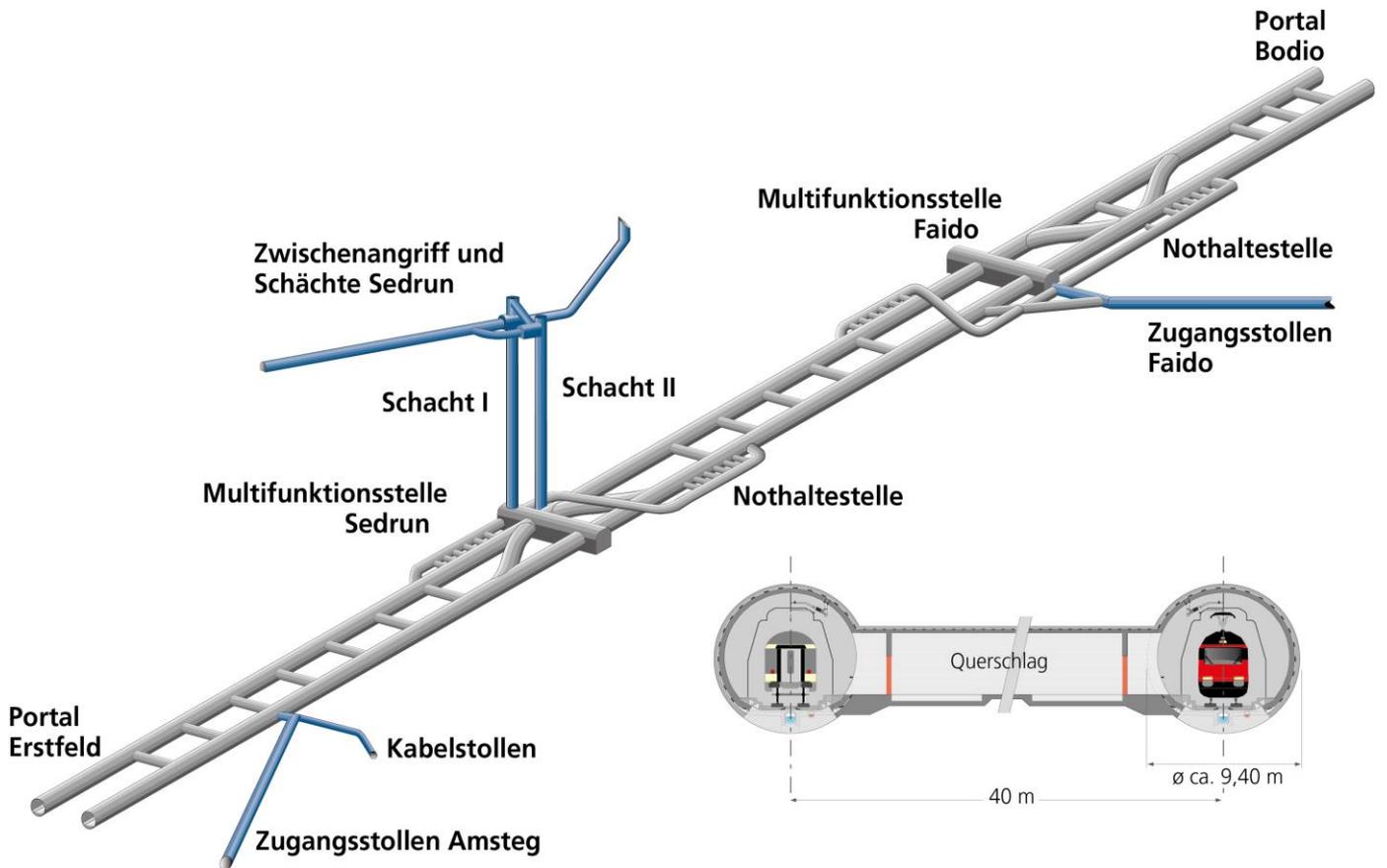


Abbildung 1: Schema des Tunnelsystems am Gotthard

Der Rohbau

Die Mineure mussten beim Bau des Gotthard-Basistunnels ganz unterschiedliche Gesteinsschichten durchbohren: vom harten Granit bis zu stark zerbrochenen Sedimenten. Der Vortrieb in den Haupttröhren erfolgte zu 80 Prozent mit Tunnelbohrmaschinen und zu 20 Prozent mit konventionellem Sprengvortrieb. Insgesamt wurden 28,2 Millionen Tonnen Ausbruchmaterial aus dem Tunnel befördert. Im Berg betrug die Temperatur bis zu 45 Grad Celsius. Zu Spitzenzeiten arbeiteten rund 2400 Personen auf den Baustellen am Tunnel. Die Bauarbeiten liefen in drei Schichten rund um die Uhr.

Trotz einigen Überraschungen waren die Prognosen der Geologen für den Gotthard-Basistunnel im Wesentlichen richtig. Der Nordvortrieb im Teilabschnitt

Sedrun im Tavetscher Zwischenmassiv zählte zu den Risikoschwerpunkten beim Bau des Gotthard-Basistunnels. Dank der gewählten Baumethode konnte die Strecke ohne Probleme bewältigt werden. Die zu Planungsbeginn heftig diskutierte Piora-Zone konnte, wie nach den Ergebnissen der Sondierbohrungen erwartet, ohne Probleme aufgefahren werden. Die Multifunktionsstelle (MFS) Faido sollte gemäss den Prognosen der Geologen in bautechnisch günstigem Gneis liegen. Während dem Bau des Zugangsstollens zeigte sich aber, dass inmitten der geplanten MFS eine grosse Störzone mit druckhaftem, brüchigem Gebirge lag. Dies führte zu einer Verschiebung der Einrichtung um rund 600 m Richtung Süden mit finanziellen und terminlichen Auswirkungen.

Am 15. Oktober 2010 war der Weltrekord am Gotthard Realität: 30 Kilometer vom Südportal und 27 Kilometer vom Nordportal entfernt fand der Hauptdurchschlag im längsten Eisenbahntunnel der Welt statt. Auch die Vermesser erzielten eine Meisterleistung: Die Abweichung betrug nur 8 Zentimeter horizontal und 1 Zentimeter vertikal. Für den Ausbruch des gesamten Tunnels brauchten die Mineure insgesamt rund 11 Jahre.



Abbildung 2: Hauptdurchschlag im Gotthard-Basistunnel am 15. Oktober 2010

Die Bahntechnik

Mit dem Hauptdurchschlag waren die Arbeiten im Gotthard-Basistunnel aber noch nicht abgeschlossen. So wurde der Innenausbau der beiden Tunnelröhren vorangetrieben. Die Spezialisten der Rohbau-Ausrüstung bestückten den Tunnel mit mechanischen und elektromechanischen Anlagen wie Türen und Tore sowie Lüftungs- und Entwässerungsanlagen. Diese Anlagen gewährleisteten, dass der Bahntunnel sicher betrieben und unterhalten werden kann.

Erst der Einbau der bahntechnischen Anlagen ermöglicht den Bahnbetrieb im Tunnel und schließt die neue Linie an die bestehenden Strecken an. Von 2010 bis 2015 erfolgte im Gotthard-Basistunnel die bahntechnische Ausrüstung. Sie umfasst sämtliche Systeme und Komponenten, die zum technischen System der Eisenbahn gehören und damit für den künftigen Betrieb zentral sind. Es sind dies die Fahrbahn, die elektrischen

Anlagen für die Stromversorgung, die Bahnstromanlagen, die Telecom-Anlagen sowie die Sicherungsanlagen.

Der Einbau der bahntechnischen Ausrüstung im Gotthard-Basistunnel war eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe. Eine gute Koordination zwischen Rohbau und Bahntechnik und ein flexibler Einbauplan waren entscheidend. Der Zugang für den Einbau war beschränkt, einzig die beiden Portale standen dafür zur Verfügung. Die langen Transportwege und engen Platzverhältnisse forderten eine ausgeklügelte Logistik. Da Pneufahrzeuge im Tunnel nicht wenden konnten, erfolgte praktisch die gesamte bahntechnische Ausrüstung schienengebunden. Der Einbau der Fahrbahn erfolgte deshalb auch im ersten Arbeitsschritt. Danach folgten die weiteren Gewerke.



Abbildung 3: Einbau der festen Fahrbahn

Die bahntechnische Ausrüstung im Gotthard-Basistunnel war in mehrere Etappen aufgeteilt. In den Jahren 2010 und 2011 wurde die Weströhre Bodio ab dem Installationsplatz Biasca ausgerüstet. Ab Ende 2011 wurde der Einbau vom Installationsplatz in Erstfeld aus weitergeführt. Von dort aus wurden die Ost- und Weströhre von Erstfeld bis nach Faido ausgerüstet. Zum Abschluss, also 2014, wurde schliesslich die Oströhre Bodio als letzter Abschnitt mit den Bahntechnik-Komponenten ausgestattet.

Schliesslich musste der neue Tunnel auch noch mit dem bestehenden Bahnnetz verbunden werden. Dazu wurden sowohl im Norden auf einer Strecke von 5 km wie im Süden (7 km) Zusatzbauten wie Brücken oder Unterführungen gebaut, die den Anschluss der bestehenden SBB-Bahnlinie an den Tunnel ermöglichten.

Die Inbetriebsetzung

Bevor die Züge ab Ende 2016 fahrplanmässig durch den Gotthard-Basistunnel fahren, werden seit dem 1. Oktober 2015 alle Anlagen eingehend geprüft, Testfahrten absolviert und das Personal geschult. In rund 3'500 Testfahrten wird das Zusammenspiel aller Tunnelkomponenten und Anlagen auf Herz und Nieren geprüft.



Abbildung 4: Inbetriebsetzung Gotthard Basistunnel

Die Inbetriebsetzung des Grossbauwerks Gotthard-Basistunnel (GBT) ist komplex und in verschiedene Schritte aufgeteilt. In Teilprüfungen wird jede Komponente und Anlage auf ihre Funktionalität hin getestet. Auch die Interaktion mit der Tunnelleittechnik und die Einbettung in das Gesamtsystem sind sicherzustellen. Dies erfolgt teilweise bereits während der Einbauphase der betrieblichen Einrichtungen.

Am 1. Oktober 2015 konnte mit dem Testbetrieb gestartet werden. Kurze Zeit später fanden bereits die ersten Testfahrten mit dem neuen Zugführungssystem ETCS Level 2 statt. Mit dem Funkmesswagen der

SBB AG wurde der Digitalfunk GSM-R und der Tunnelfunk getestet. Im November und Dezember 2015 fanden die Hochtastfahrten statt. Dazu wurde die Fahrgeschwindigkeit schrittweise bis zu maximal 275 km/h gesteigert. In der Nacht vom 7./8. November 2015 wurden beide Röhren mit 230 km/h befahren und am 8./9. November 2015 wurde in der Oströhre erstmals die Höchstgeschwindigkeit von 275 km/h erreicht.



Abbildung 5: Hochtastfahrten mit einem ICE-S

Von Oktober 2015 bis Januar 2016 konnten die Prozesse GBT (Schwerpunkt Normalbetrieb und Ereignisbetrieb) systematisch und erfolgreich getestet werden. Den Abschluss dieser Tests bildete der sogenannte Big Test vom 25./26. November 2015, in dem mit bis zu 8 Zügen gleichzeitig Szenarien aus dem Ereignisbetrieb getestet wurden.

Am 6. Februar 2016 wurde der Einsatz eines 1'500 Meter langen Güterzugs im GBT getestet. Der Testzug bestand aus 76 Flach-, Teleskop- und Containerwagen ohne Ladung. Der 2'216 Tonnen schwere Güterzug wurde mit drei Lokomotiven des Typs Re620 gefahren, je eine an der Spitze, in der Mitte und am Ende des Zuges. Auf diversen Fahrten wurde getestet, ob im Bedarfsfall solch lange Güterzüge mit dem neuen Zugführungssystem ETCS Level 2 problemlos durch den 57 Kilometer langen Gotthard-Basistunnel geführt werden können.

Der Probetrieb

Die SBB führt den Probetrieb durch. Der Probetrieb umfasst im Wesentlichen das Einüben der Betriebsprozesse, der verschiedenen Betriebsarten unter realistischen Bedingungen und das Hochfahren der Betriebs- Interventions- und Erhaltungsorganisation.

Damit die SBB ab Beginn Probetrieb die Hauptverantwortung übernehmen kann, müssen Teile, die inhaltlich zum Probetrieb gehören, bereits im Testbetrieb der AlpTransit Gotthard ATG durchgeführt werden. Dazu gehören z.B. die Rettungsübungen und Tests zur Ertüchtigung der Erhaltung.



In dieser Phase wird der Tunnel vom Testbetrieb mittels Probetrieb in den Regelbetrieb überführt. Dazu werden Ertüchtigungsfahrten mit kommerziellen Zügen durchgeführt, und der Betrieb wird schrittweise hochgefahren.

Die Aktivitäten im Probetrieb werden in drei Gruppen unterteilt:

1. Kommerzieller Betrieb
2. Erhaltungsbetrieb
3. Probefahrten

Impressum

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften

www.satw.ch

Juni 2016

Dieser Artikel entstand für die SATW Rubrik „Im Fokus“ zum Thema Gottardo 2016.

Gestaltung: Claudia Schärer

Bilder: AlpTransit Gotthard AG

Bei den kommerziellen Fahrten im Probetrieb soll ein Stresstest mit einer grossen Anzahl Güterzügen erfolgen. Hierzu ist eine kontinuierliche Steigerung der Anzahl Fahrten vorgesehen. Von August 2016 bis November 2016 finden zusätzlich Stresstests mit Personenzügen statt.

Betriebskonzept

Im Gegensatz zu vielen neueren Hochleistungs-Bahnstrecken, die ausschliesslich für Hochgeschwindigkeits-Personenverkehr ausgelegt sind, ist die Gotthard-Achse sowohl für den Güter- (bis 110 km/h) als auch für den Personenverkehr (bis 250 km/h) ausgelegt. Dies wirkt sich nicht nur auf die Sicherheitseinrichtungen, sondern auch auf die maximale Kapazität aus. In einer ersten Betriebsphase wird der Mischverkehr mit 5 Güter- und 2 Personenzügen je Stunde und Richtung geplant. Im Tunnel gilt der Grundsatz, dass während dem kommerziellen Betrieb kein Unterhalt gemacht wird. Der Regelunterhalt muss während der betriebsfreien Stunden nachts durchgeführt werden.

Alle Massnahmen im Zuge der Testfahrten, der Stresstests sowie die Genehmigungs- und Bewilligungsverfahren werden nach derzeitiger Planung bis Dezember 2016 abgeschlossen sein. Dann kann der längste Eisenbahntunnel der Welt in den fahrplanmässigen, kommerziellen Betrieb übernommen werden.