



Jahrhundertbauwerk NEAT: Ingenieurleistungen sicht- und greifbar gemacht

Ende September 2014 werden noch rund 610 Tage verbleiben bis zur offiziellen Eröffnungsfeier des Gotthardbasistunnels. Geschätzte 600 Ingenieure waren in Spitzenzeiten auf den einzelnen Bauabschnitten mit Projektierungs- und Bauleitungsaufgaben betraut. Diese Ingenieurleistungen sicht- und greifbar zu machen, war Grund der Einladung zum Medientag der usic, der Schweizer Vereinigung Beratender Ingenieurunternehmungen.

Text: **Peter Rahm** | Fotos: **zvg.**

«Ohne Ingenieurinnen und Ingenieure gäbe es keine NEAT.» Hinter diesen markigen Worten des neuen usic-Präsidenten Heinz Marti steht die Erfahrung, dass Ingenieurleistungen den Alltag jedes einzelnen deutlich prägen, diese aber nicht bewusst wahrge-

nommen werden. «Die Öffentlichkeit interessiert sich nur dann für unsere Tätigkeit, wenn etwas schief gelaufen ist», erklärt Heinz Marti in seiner Begrüßungsrede vor rund 20 Medienschaffenden. Er ist seit diesem Jahr Präsident der usic, der Schweizer Vereinigung Beratender Ingenieurunternehmungen. Die 434 usic-Mitgliedsunternehmen beschäftigen in der Schweiz aktuell rund 14'000 Mitarbeitende. Nach den Worten von Heinz Marti leidet die Branche sehr stark unter dem Fachkräftemangel: «Gemäss unseren Schätzungen haben wir jedes Jahr rund 4000 Ingenieurarbeitsplätze zu besetzen. 800 dieser fehlenden Ingenieure müssen im Ausland rekrutiert werden.» Leider gelte das Ingenieurstudium gemessen an den Lohnperspektiven als zu anspruchsvoll. Darum will die Vereinigung den Ingenieuren eine Stimme geben und deren Leistung sichtbar machen. Erster Schritt dazu war der Medientag, an dem in vier Vorträgen vorgestellt wurde, in welcher unterschiedlicher Form Ingenieurinnen und Ingenieure ihren Beitrag an den Monumentalbau-



Links: Die zwei einspurigen Tunnelröhren mit einem Innendurchmesser von 7,76 Meter sind im Abstand von 325 Meter mit einem Querschlag verbunden.

Oben: Die Kaverne in unmittelbarer Nähe der Weströhre ist Ausstellungs- und Vortragsraum.

Rechts: Renzo Simoni gab in seiner Einleitung einen aktuellen Überblick zum Stand der Arbeiten.



werken der Basistunnel Gotthard und Ceneri leisten oder geleistet haben.

Eröffnung des Gotthardbasistunnels am 2. Juni 2016

Renzo Simoni, Vorsitzender der Geschäftsleitung der AlpTransit Gotthard AG, gab in seiner Einleitung einen aktuellen Überblick zum Stand der Arbeiten. Am Gotthardbasistunnel kommen die Arbeiten plangemäss voran. Der Einbau der Bahntechnik ist bereits weit fortgeschritten: Rund 86 Prozent der Anlagen sind eingebaut. Ein weiterer Meilenstein steht Ende Oktober an: Die letzte Eisenbahnschwelle der festen Fahrbahn wird dann verlegt werden. Der Versuchsbetrieb auf der Strecke Bodio–Faido konnte in diesem Sommer erfolgreich beendet werden. Im Herbst 2015 beginnt der Testbetrieb auf der gesamten Neubaustrecke im Gotthardbasistunnel. Beim Ceneribasistunnel waren Ende August von den insgesamt 39,78 Kilometer rund 83 Prozent ausgebrochen. Der Vortrieb erfolgt in zwei Tunnelröhren Richtung Norden und

gleichzeitig in zwei Tunnelröhren Richtung Süden. Neben den Vortriebsarbeiten ist der Innenausbau der Röhren mit Sohle und Betoninnengewölbe im Gang. Die mutmasslichen Endkosten beziffert Renzo Simoni aktuell auf 12,3 Milliarden Franken (Preisbasis 1998) und ergänzt: «Wir sind zuversichtlich, dass wir den finanziellen Rahmen nicht voll ausschöpfen müssen, haben aber noch einige Unwägbarkeiten beim Ceneribasistunnel.» Am 2. Juni 2016 ist die offizielle Eröffnung des Gotthard-Basistunnels geplant, am 4. und 5. Juni finden weitere Anlässe für die Bevölkerung statt. Anschliessend erfolgt der Probebetrieb durch die SBB. Die fahrplanmässige Inbetriebnahme kann frühestens Ende 2016 erfolgen.

Herausforderung Bahntechnik und Logistik

In der Kaverne in unmittelbarer Nähe der Weströhre des Gotthardbasistunnels empfing Roger Wiederkehr, Projektingenieur Fahrstromanlagen 16,7 Hz und Mitarbeiter von Pöry Schweiz AG, die Medienschaffenden und die Vertreter der usic zu seinem Fachvortrag zum Thema Bahntechnik und Logistik. Zur Bahntechnik gehören feste Anlagen wie Gleise, Weichen, Fahrdrabt, Stromversorgung, Funk- und Telefonverbindungen

sowie die Signaltechnik für die Züge. Mit 1,8 Milliarden Franken Auftragsvolumen ist es der grösste Vertrag seiner Art, der je in der Schweiz unterzeichnet worden ist. Wie Roger Wiederkehr erklärt, werden allein 40 Prozent der Gesamtkosten für die bahntechnische Ausrüstung für temporäre Anlagen und für die Logistik zum Einbau der Bahntechnik aufgewendet. Als grösste Herausforderungen bezeichnet er die riesigen Mengen an Material, die in die beiden Tunnelröhren zu bringen sind, und die erschwerte Zugänglichkeit, da in jeder Röhre nur ein Gleis und zwei Portale zur Verfügung stehen. Als weitere Herausforderung nennt Roger Wiederkehr die Dauer des Projektes. Das der Tunnel auf höchstem technischen Niveau projektiert wurde, haben gewisse Teilsysteme eine viel kürzere Lebensdauer als die Gesamtzeit ab Planungsbeginn bis zur Inbetriebnahme oder sie entsprechen nicht mehr dem aktuellen Stand der Technik. Alle diese Teile sind wieder auszutauschen. In den beiden Tunnelröhren werden insgesamt 112 Kilometer feste Fahrbahn eingebaut. Gegenüber der Schotterfahrbahn hat die feste Fahrbahn zwei Vorteile: Sie hat eine geringere Aufbauhöhe und eine grössere Lagestabilität. Damit die Züge Geschwindigkeiten von bis zu 250 km/h darauf fahren können, ist höchste

Präzision gefragt. Rund 480'000 Beton-schwellenblöcke wurden mit den Schienen äusserst genau gerichtet und mit einem Gleissmesswagen vermessen. Erst dann wurden die Schwellen fest einbetoniert. Dafür entwickelte der Unternehmer eine Betonfabrik auf einem Zug. Die 50-Hz-Stromversorgung muss äusserst zuverlässig und mit ständiger Verfügbarkeit alle technischen Einrichtungen in den Tunnelröhren mit Energie speisen. Der Bezug erfolgt ab den öffentli-

den Unternehmer ausgeführt. Mit Messungen erfolgt die Überprüfung der Sicherungsmassnahmen. Erweisen sich diese als ungenügend, erfolgt die Festlegung und Ausführung der Sanierungsmassnahmen. Wie die Ausbruchsicherung ist auch die Konstruktion des Betoninnengewölbes auf die geologischen Gegebenheiten abgestimmt. Bei kleinen Gebirgslasten wird ein unarmiertes Betoninnengewölbe von 30 Zentimeter Stärke und flacher Sohle erstellt. Bei mittlere-

Betrieb des Tunnels mehr notwendig, da der Zug die kältere Luft in den Tunnel mitzieht. Die Tunnelbauingenieure hatten weiter die Wahl der Abdichtung zu definieren. Beim Gotthardbasistunnel entschieden sich die Verantwortlichen für eine Teilabdichtung (Regenschirmabdichtung). Das Gewölbe wurde abgedichtet, damit sicher kein Wasser in den Fahrraum dringen kann. Am Gewölbefuss wird das Wasser drainiert und in einer Längsleitung unter dem Gleis abgeführt. Wie der Systementscheid auf den Bau von zwei Einspurtunnelröhren führte, erklärt Peter Schuster. Im Vergleich zu einem Doppelspurtunnel mit Diensttunnel haben zwei Einspurröhren in Bezug auf die Sicherheit im Betrieb grosse Vorteile und sind auch kostengünstiger. Die Ingenieure bereiteten die Entscheidungsgrundlagen auf und legten sie dem Gesamtbundesrat zur Entscheidung vor. Nach Aussage von Peter Schuster hat sich die Ausführung von zwei Einspurtunnels europaweit zum Standard entwickelt. Die künftig grössten Herausforderungen am Gotthardbasistunnel sind aber Betrieb und Unterhalt. Aus diesem Grunde sind zwei Multifunktionsstellen gebaut worden, eine in Faido und eine in Sedrun. Diese Multifunktionsstellen dienen der Rettung, der Belüftung, dem Unterhalt und sie ermöglichen Spurwechsel zwischen dem Einspurtunnel.



In Erstfeld befindet sich das Nordportal des 57 Kilometer langen Gotthard-Basistunnels.

chen Versorgungsnetzen. Allein für die Stromversorgung waren über 3000 Kilometer Kabel zu verlegen. Das installierte Energienetz ist vergleichbar mit einer Stadt von 20'000 Einwohnern. Rund 1500 Kilometer Kupferseile und Kupferdraht waren für die Fahrstromanlage zu verlegen. Der Fahrdraht ist an Hängern von maximal 90 Zentimeter Länge am Tragseil aufgehängt. Alle 48 Meter sind die Tragseile am Tragwerk im Tunnelgewölbe befestigt. Zur Feinjustierung der gesamten Fahrleitung gibt es alle 1300 Meter Nachspannungseinrichtungen.

Herausforderungen Sprengvortrieb und Betoninnengewölbe

Für den Ceneribasistunnel ist ein 39,9 Kilometer langes Tunnelsystem auszubrechen. Das geologische Längenprofil zeigt eine komplexe und sehr heterogene Situation mit 47 Homogenbereichen und 46 Störzonen. Wie Matthias Kündig (EDY TOSCANO AG) und Davide Merlini (Pini Swiss Engineers SA) anhand von Projektbildern erklären, werden für die Ausbruchsicherung je nach Gefährdungsbild insgesamt zehn Standard-Sicherungstypen festgelegt. Nach erfolgter Sprengung wird durch den festgelegten Bestimmungsprozess der Ausbruchsicherung sofort die notwendige Sicherung angeordnet und durch

ren Gebirgslasten wird die vorher genannte Ausführung mit einer gewölbten Sohle ergänzt. Nur auf wenigen Metern ist mit hohen Gebirgslasten zu rechnen. In diesen Fällen erfolgt schon der Ausbruch in einem Kreisprofil, darin kommt dann das armierte Betoninnengewölbe mit einer Stärke von 40 Zentimeter zu liegen.

Die Faktoren Temperatur, Abdichtung und der Weg zum Systementscheid

Ausgewählte Themen von Ingenieurleistungen am Gotthardbasistunnel stellen Fabiana Henke und Peter Schuster vom Ingenieurbüro Ernst Basler + Partner AG vor. Das Thema Temperatur im Berginnern erläutert Fabiana Henke. Für den Gotthardbasistunnel mussten sich die Ingenieure mit den zu erwartenden Gebirgstemperaturen auseinandersetzen, die Folgen für den Bau und den Betrieb einschätzen und allfällig erforderliche Massnahmen vorsehen. In Korrelation mit der Überlagerungshöhe wurden im Tunnel Temperaturen von über 40 Grad prognostiziert. Im Vergleich der prognostizierten und der effektiven Werte ergaben sich nur kleine Abweichungen. Für den Bau mussten entsprechend starke Lüftungen vorgesehen werden und Kühlräume für die Bauarbeiter. Keine speziellen Massnahmen sind später im

Multi-Ingenieurherausforderungen auf der Zufahrtsstrecke Abschnitt Nord

Die rund 5 Kilometer lange, offene Strecke zwischen Altorf/Rynächt und dem Nordportal des Gotthard-Basistunnels schliesst die neue Verbindung an die bestehende SBB-Stammlinie an. Wie Projektleiterin Georgina Gadiant von Basler & Hofmann AG anlässlich des Baustellenrundgangs erklärt, war die grösste Herausforderung das Bauen unter Betrieb direkt neben der Gotthardachse. Das erforderte einen grossen Koordinationsbedarf unter allen Beteiligten und massive Schutzgerüste gegenüber dem Bahnbetrieb. Der Bau des Bahndammes und der Kunstbauten erfolgte in zwei Etappen. Die Nordportale der beiden Tunnelröhren sind heute eingebettet in eine im Grundriss sichelförmige, im Querschnitt schräg geneigte Ebene, die bergseitig mit einer Stützmauer abgeschlossen ist. Mit rund 20'000 Tonnen Steinblöcken aus Granit wurde die Gestaltung dieser Ebene ausgeführt. Unter anderem als Steinschlagschutz dient die bergseitig ausgeführte Stützmauer Stägwald. Ihre anspruchsvolle Form wurde unter Berücksichtigung aller Randbedingungen mittels 3-D-Modellierungen in CAD erarbeitet. Die bis zu 13 Meter hohe Wand wurde aus gestalterischen Gründen anthrazitfarben lasiert. ■