



HERRENKNECHT Projektbericht.

15. Oktober 2010

WELTREKORD. HAUPTDURCHSCHLAG BEIM JAHRHUNDERT-BAUWERK GOTTHARD.

Der Durchschlag des Gotthard-Basistunnels am 15. Oktober 2010 in der Oströhre ist der entscheidende Meilenstein auf dem Weg zum längsten Eisenbahntunnel der Welt. Die Schweiz bringt mit dem 2-mal 57 Kilometer langen Jahrhundertbauwerk durch die Alpen den Norden und Süden Europas auf der Schiene näher zusammen. Herrenknecht-Gripper-Tunnelbohrmaschinen haben nach Projektabschluss insgesamt mehr als 85 km der Hauptröhren gebohrt und gesichert.

Sedrun, Schweiz / Schwanau, Deutschland, 15. Oktober 2010.

Giganten im Hartgestein

2017 sollen die ersten Hochgeschwindigkeitszüge mit 200 bis 250 Stundenkilometern über oder besser durch die Neue Eisenbahn-Alpentransversale (NEAT) brausen. Die Fahrzeit von Zürich nach Mailand wird sich damit um eine Stunde auf 2 Stunden 40 Minuten verkürzen. Zeitgewinne rechnet sich die Schweizer Bahn besonders für den Gütertransport aus, wichtig nicht zuletzt für den Transitverkehr zwischen Deutschland und Italien. Eine neue Ära im transalpinen Schienenverkehr beginnt. Morgens von der Bahnhofstraße in Zürich zum ausgiebigen Shoppen in die ebenso noble Mailänder Galleria Vittorio Emanuele II, am Nachmittag mit ein paar Tüten feinsten italienischen Designs wieder zurück. Nur ein Traum? Im Jahr 2017 könnte diese Vision Wirklichkeit werden.

Möglich wird der Katzensprung zwischen den Wirtschaftsmetropolen durch ein beispielloses Jahrhundertprojekt: den Bau des Neuen Gotthard-Basistunnels, ergänzt um den Ceneri- und den Zimmerberg-Basistunnel. Auf einer Länge von 57 Kilometern und in einer Höhe von maximal 550 Metern über Normalnull, also wirklich am Fuß des St. Gotthard, werden zwei einspurige Tunnelröhren das Alpenmassiv sozusagen von Talboden zu Talboden auf einer nahezu flachen Bahn unterqueren. Passé sind dann die Zeiten, da die Reisenden an der Bahntrasse beinahe Blumen pflücken konnten und sich vor allem Güterzüge mit Doppellokomotiven über steile Steigungen quälen mussten.

„Europa erhält einen leistungsfähigen Schienekorridor mitten durch die Alpen, damit seine Güter umweltfreundlich von Rotterdam nach Genua transportiert werden können“, fasste der Schweizer Bundesrat Moritz Leuenberger die Bedeutung des „längsten Weltwunders der Welt“ in Worte. Und: „Wir arbeiten mit am Aufbau der Infrastrukturen Europas, auch wenn wir nicht in der EU sind.“ Die Schweiz verfolgt mit diesem wirklich gewaltigen Kraftakt nicht zuletzt das Ziel, möglichst viel Transportgut von der Straße auf die Schiene zu bringen und damit die Umwelt erheblich zu entlasten.

Diesem Ziel nähert sie sich mit Riesenschritten. Im „Rohbau“ ist der längste Eisenbahntunnel der Welt nahezu fertiggestellt, am 15. Oktober 2010 erfolgte der entscheidende Durchschlag an der Grenze zwischen den Baulosen Faido und Sedrun, also etwa auf der halben Tunnelstrecke. Damit wird die wohl wichtigste Etappe eines spektakulären Unterfangens abgeschlossen sein, dem Beachtliches vorangegangen war: fast ein halbes Jahrhundert intensiver und immer wieder den technischen Möglichkeiten und geologischen Erkenntnissen angepasster Planung ebenso wie mutige und weitsichtige politische Entscheidungen. Eine erste Idee für einen Gotthard-Basistunnel kam schon 1947 aufs Tapet – der eigentliche Tunnelbau begann aber erst 2001.

DAS VIERFACHE VOLUMEN DER CHEOPSPYRAMIDE

Mehr als 85 km der Hauptröhren werden mit Herrenknecht-Tunnelbohrmaschinen aufgebohrt und gesichert. Unter ohrenbetäubendem Lärm und mit brachialer Kraft bahnten sich die mehr als 400 Meter langen stählernen Hightech-Giganten aus Schwanaue mit ihren etwa 9,50 Meter messenden Bohrköpfen den Weg durch das gewaltige Hartgestein, unbemerkt beispielsweise von der ahnungslosen Schar von Skifahrern, die sich runde 2.000 Meter weiter oben im Skigebiet im Bereich des Lukmanier-Passes im Schnee vergnügt. Seit sie 2003 begannen, sich durch den Fels zu fressen, haben die vier Herrenknecht-Maschinen rund 10,5 Millionen Kubikmeter Gestein durch die Mäuler ihrer Schneidräder geschaufelt. Dieses Volumen entspricht etwa dem vierfachen Volumen der Cheopspyramide. Von den „Riesenmaulwürfen“, wie die Tunnelbohrmaschinen (TBM) gerne bezeichnet werden, wurden und werden rund 75 % der Hauptstrecke aufgeföhren. Doch mit den sich auf 114 Kilometer addierenden Parallelröhren ist das Projekt nicht komplett.

INSGESAMT 152 KM TUNNEL, SCHÄCHTE UND STOLLEN

Insgesamt sind für den Bau des Gotthard-Basistunnels 152 Kilometer Tunnel, Schächte und Stollen herzustellen. Daher unterteilten die Planer den Bau der beiden Hauptröhren und ihrer etwa 180 Querstollen in fünf Abschnitte. Weil nun die Arbeit an den fünf Teilstrecken parallel erfolgen konnte, verkürzte sich die Gesamtbauzeit erheblich. Zugleich aber waren umfangreiche logistische Vorkehrungen nötig: Zugangs- und Versorgungstunnel mussten gebaut und riesige unterirdische Hallen ausgehöhlt werden, von denen aus die Tunnelbohrer oder die Sprengarbeiten starten konnten.

Auf der Giga-Baustelle Gotthard gibt es drei solcher Zugangsstollen und Versorgungskavernen: im Norden in Amsteg, beim Zwischenangriff Sedrun in der Mitte sowie in Faido im Süden (s. Schaubild). An den Tunnelportalen bei Bodio und bei Erstfeld im Norden ist die Tunnellinie vergleichsweise einfach von den Passstraßen aus zu erreichen, bei Amsteg über eine „nur“ 2 Kilometer kurze Röhre. In Faido ist der Zugangsstollen 2,7 Kilometer lang und hat ein Gefälle von fast 13 Prozent. Deutlich aufwendiger war die Arbeit am Zwischenangriff Sedrun, wo man weit oberhalb des Tunnelniveaus erst einen rund 1.000 Meter langen, waagerechten Zugangsstollen in den Berg trieb, um von dessen Ende zwei vertikale Schächte rund 800 Meter tief bis auf das Tunnelniveau abzuteufen. Ein 450 Meter langer Entlüftungstollen komplettiert das spektakuläre Bauwerk.

ZWISCHEN HOCHPRÄZISER PLANUNG UND GEOLOGISCHEN UNWÄGBARKEITEN

Beim Aufföhren von Tunneln der Gotthard-Dimension ist jederzeit mit Überraschungen zu rechnen. Nicht ohne Grund gehen Tunnelbauer ihre Arbeit mit großem Respekt an – sie handeln permanent im Spannungsfeld zwischen hochpräziser Planung und unzähligen Unwägbarkeiten. Trotz aller Vorerkundung tauchen immer wieder unvorhergesehene Schwierigkeiten auf. So wurde der Vortrieb am Gotthard auf der Südseite gleich zu Beginn – nach nur 200 Metern – im Februar 2003 durch brüchiges Gestein ausgebremst. Die beiden in Bodio gestarteten TBM – von den Bohrmannschaften liebevoll „Sissi“ (Herrenknecht S-210) in der Ost- und „Heidi“ (Herrenknecht S-211) in der Weströhre getauft – trafen auf geologische Störzonen, sogenannte Kalkirite. Für die auf hohe Gesteinshärten ausgelegten Gripper-TBM ist derartiges Gebirge zu weich und macht gute Vortriebsleistungen nahezu unmöglich. Jeder gewonnene Tunnelmeter muss aufwendig nachgesichert werden. Erst im August 2003 konnten die Maschinen diese Störzone nach rund 400 Metern wieder verlassen.

Auch unerwartet positive Meldungen mischen sich in den Baustellenreport. Gute Nachrichten kamen zum Beispiel im Frühjahr 2004 von der Nordseite: Für die Intschi-Zone hatten die Geologen im Bauzeitenplan einen Vortriebsstillstand von bis zu vier Monaten vorgesehen. Diese Zone war glücklicherweise um rund die Hälfte kürzer als erwartet, und die Teams, die die Maschinen mit den unschuldig klingenden Mädchennamen „Gabi 1“ und „Gabi 2“ führten, konnten sie mit verringerter Vortriebsleistung sicher durchörteren. Das Auf und Ab im Berg nahm allerdings kein Ende. Auf gute monatliche Vortriebsleistungen von 560 Metern und eine Penetration

von bis zu 12 Millimetern pro Umdrehung folgten schwierigere Passagen mit einer Penetration von teilweise nur 3 Millimeter pro Umdrehung und nur 140 Meter Vortrieb im Monat.

Im Juni 2005 erteilte die Ingenieure und Bauherren eine neue Hiobsbotschaft: Spontan und ohne Vorwarnung drang mit Bergwasser vermischtes, aufgelockertes Gestein in den Bohrkopf von Gabi 2 in der Weströhre. Anfänglich versuchten die Mineure mehrfach, das Feinmaterial im Bohrkopf von Hand zu entfernen und die TBM einige Zentimeter zurückzuziehen. Ohne Erfolg. Schließlich wurde der lockere Bereich vor dem Bohrkopf der Maschine mit Injektionen einer Zement-Bentonit-Mischung verfestigt. Gleichzeitig brachen die Tunnelbauer von der Oströhre aus einen 50 Meter langen Stollen zur Weströhre aus, um anschließend den Bohrkopf der TBM im sogenannten Gegenvortrieb freizulegen. Erst im November 2005 konnten sie nach fünf Monaten Stillstand den regulären Vortrieb wieder aufnehmen.

Auch im Süden, auf der Strecke von Bodio nach Faido, hatten die Maschinen wechselhafte Geologien zu überwinden, die die Bohrleistungen beeinträchtigten. Anpassungen der beiden TBM an die unvorhergesehenen Verhältnisse brachten markante Verbesserungen. Im Dezember 2005 erzielte Sissi in der Oströhre mit 38 Metern die bis dahin größte Tagesleistung im Gotthard-Tunnel.

2006: DAS JAHR DER ERSTEN DURCHBRÜCHE

Im Norden konnten die Baustellenteams im Juni und Oktober 2006 das Vortriebsende auf dem Abschnitt Amsteg–Sedrun mit einer spektakulären Leistung feiern. Mit sechs beziehungsweise neun Monaten Vorsprung vor dem Bauzeitprogramm sprinteten sie in Richtung Losgrenze. Das Ende war dennoch unspektakulär: Just an der Losgrenze erwartete sie eine geologische Zäsur aus kakirisiertem Gestein. Deswegen wurden die TBM vorab in noch standfestem Gebirge demontiert. Mit der Stollenbahn brachten die Arbeiter die Maschinenteile dann aus dem Tunnel.

Im Herbst 2006 kam es endlich auch im Süden mit der erwarteten Präzision zum Durchschlag an der Multifunktionsstelle in Faido. Die TBM mit Durchmessern von über 8 Metern erreichten ihr Ziel nach 13,5 beziehungsweise 14 Kilometern mit Abweichungen von wenigen Zentimetern in Höhe und Breite. Das kommt der Zielsicherheit eines Scharfschützen gleich, der aus 2 Kilometern Entfernung eine 1-Euro-Münze trifft. Nach einer Totalrevision und mit neuen, größeren Bohrköpfen mit Durchmessern von über 9 Metern starteten Sissi und Heidi im Juli und Oktober 2007 erneut den Vortrieb nach Norden, von Faido in Richtung Sedrun.

„SCHRECKGESPENST“ PIORA-MULDE SICHER DURCHHÖRTERT

Auf dieser Strecke kam eine weitere heikle Zone auf die Tunnelbauer zu: die Piora-Mulde, ein mit zuckerförmigem Dolomit und Wasser gefüllter Trichter, der weit in das Felsmassiv hinab reicht. Ihre Existenz war lange bekannt, und kaum eine andere Passage des Gotthards war vor dem Bau so gründlich untersucht worden. Weil niemand genau wusste, wie tief in den Berg der Trichter ragte, entschied man sich für Sondierbohrungen. Zudem trieb man von der Kantonalstraße einen rund 5,5 Kilometer langen horizontalen Stollen auf die Störzone zu – und bohrte sie 1996 an. Der Druck, unter dem die losen Gesteinskörner standen, war mit rund 150 Bar enorm. In dickem Strahl schoss das Wasser-Dolomit-Gemisch aus dem Berg und überschwemmte die Straße. Die Medien schrieben vom „D-Day at Piora Beach“.

19 Schrägbohrungen aus den Sondierstollen heraus bis in die Nähe des künftigen Basistunnels brachten dann die Entwarnung: Sie trafen auf festes Gestein ohne Wasserdruck. Aus den Ergebnissen von Bohrkernuntersuchungen, Temperaturmessungen und Seismik schlossen die Geologen, dass ein Gipshut die Piora-Mulde nach unten abdichtet. So kam von Sissi am 12. Oktober 2008 und später von ihrer Schwestermaschine Heidi die Meldung: Piora-Mulde erfolgreich passiert.

Technisch extrem anspruchsvoll waren auch die konventionell durch Sprengungen realisierten Vortriebe im Bereich der Zwischenangriffe Faido und Sedrun. Hier brachen die Mineure riesige unterirdische Bahnhöfe aus dem Fels. Ihr Zweck: In einem Notfall sollen die Züge in speziellen Haltebuchten stoppen können. Zudem erlauben die Tunnelverzweigungen im Betrieb den

Wechsel von der einen in die andere Röhre. Ein ausgeklügeltes System aus Seiten- und Verbindungsstollen sorgt dafür, dass Rauch ab- und Frischluft zugeführt werden kann. Schon diese beiden sogenannten „Multifunktionsstellen“ sind für sich genommen gewaltige Baustellen. Hier machte der Fels den Mineuren beim Bohren und Sprengen besonders zu schaffen.

In manchen Abschnitten war der Gebirgsdruck so groß, dass man mit der üblichen Methode, den Querschnitt des Ausbruchs um einiges größer zu wählen als die Zielabmessungen, nicht weiterkam. Dem Gebirge wird damit normalerweise die Möglichkeit gegeben, sich „auszutoben“ – je stärker die Verformung ausfällt, umso mehr nimmt der Gebirgsdruck ab. Doch in den kritischen Bereichen des Gotthard-Tunnels war allein durch das Zulassen einer Verformung kein stabiler Zustand zu erreichen. Man musste dem Berg eine Kraft entgegensetzen – sonst hätte er den Hohlraum wieder komplett verschlossen. So bediente man sich sogenannter Verschiebebögen: In dem um rund 70 Zentimeter größer ausgebauten Tunnelquerschnitt wurden in sich verschiebbare stählerne Doppelbögen zu Ringen zusammengefügt. Unter dem Druck des Bergs rutschen die Ringsegmente langsam zusammen, bis sie Stoß auf Stoß zusammenstehen und sich gegenseitig stabilisieren.

56 METER IN NUR 24 STUNDEN

2009 hatten die beiden Herrenknecht-Gripper-TBM Gabi 1 und 2 nach einer umfassenden Revision auch den gut 7 Kilometer langen Nordabschnitt Erstfeld–Amsteg abgearbeitet. Hier war die Geologie beinahe ideal. So konnte im Spätsommer 2009 der Vortriebsrekord am Gotthard aufgestellt werden: In nur 24 Stunden fraß sich Gabi 2 satte 56 Meter durch den Berg, Weltrekord für eine Hartgestein-Tunnelbohrmaschine dieser Dimension. Am 16. Juni und am 16. September 2009 erreichten die Baustellenteams im Norden nach jeweils 18 Monaten Vortrieb das Ziel in Amsteg, 6 Monate früher als geplant. Der Durchschlag lieferte ein Paradebeispiel für die Präzision der Tunnelbauer und ihrer Maschinen: Beide TBM waren von der Sollachse horizontal um 4 Millimeter und vertikal um 8 Millimeter abgewichen – Millimeterarbeit im wahrsten Sinne des Wortes.

Im Süden schaffen zu dieser Zeit Sissi und Heidi noch im Berg. Zwar hat Heidi im März 2010 mit einem Gesteinsniederbruch in der Weströhre zwischen Faïdo und Sedrun noch einmal Probleme bekommen. Die darauf folgenden Stabilisierungsmaßnahmen unterbrechen den Vortrieb hier bis im Juli 2010. Doch auf den Terminplan des Projekts wirkt sich auch dieser Zwischenfall kaum aus. Auch die Arbeit der beiden von der Herrenknecht-Zweigniederlassung „Maschinen- und Stahlbau Dresden“ gelieferten (Gewölbe-)Ausbauereinheiten, die den zwei Tunnelbohrdamen in gebührendem Abstand folgen. Diese rund 600 Meter langen „Würmer“ legen Drainageleitungen, bauen Abdichtungssysteme ein und betonieren die Gewölbe in Etappen von 12 Metern. Kurzum: Sie bereiten die Tunnelröhren mit monatlichen Bestleistungen von 600 Metern auf den Einbau der Bahntechnik vor.

Am Stammsitz von Herrenknecht in Schwanau und in der Schweizer Niederlassung ist man stolz darauf, mit den vier Tunnelbohrmaschinen die maßgebliche Technik zum Auffahren des Gotthard-Basistunnels geliefert zu haben.

15. OKTOBER 2010: HAUPTDURCHSCHLAG AM GOTTHARD-BASISTUNNEL

Am Freitag, 15. Oktober 2010 erfolgte der Durchschlag in der Oströhre und der „freie Blick aufs Mittelmeer“ wird Realität. Für das Frühjahr 2011 ist der Durchbruch in der Weströhre geplant. Danach folgen noch wenige Jahre des Ausbaus zur funktionierenden Hochgeschwindigkeits-Bahnstrecke mit enormen Sicherheitsvorkehrungen, zum Beispiel zwei Notbahnhöfen, an denen die Züge im Gefahrenfall halten können. Dort ist der schnelle Übergang der Reisenden von einer Tunnelröhre zur anderen möglich – die beiden Röhren fungieren gegenseitig als Rettungstunnels – eine intelligente Lösung, auf die sich alle Beteiligten in der Schweiz nach langer Auseinandersetzung mit allen möglichen Alternativen geeinigt haben. Für die Tunnelbauer und ihre Maschinen aber geht die Arbeit zu Ende. Mit sehr befriedigenden Ergebnissen: Alle Risiken waren beherrschbar, alle Rückschläge zu überwinden, all die emotionalen Berg- und Talfahrten zu verkraften. Und trotz der kaum fassbaren Komplexität des Projekts wurden die Zeitpläne eingehalten – was an einer Stelle verlorenging, wurde an der anderen wieder gewonnen. Bun-

desrat Moritz Leuenberger sprach schon beim letzten Etappensieg, dem Durchschlag Erstfeld–Amsteg, vom „Sieg des Willens über die Zweifler und Nörgler“. Sein Credo: „Ist der Berg noch so hoch und ist der Stein noch so hart: Wo ein Wille ist, ist auch ein Weg. Wir können es, weil wir es wollen.“

Auch Martin Herrenknecht, Vorstandsvorsitzender der Herrenknecht AG, zieht sein Fazit: „Wer ein derart gigantisches Projekt beherrscht, steht auf dem Olymp des Infrastrukturbaus. Europa wird vor der Schweiz den Hut ziehen, sobald die ersten Züge durch den neuen Gotthard-Tunnel rauschen. Dass die Schweizer dabei auf Herrenknecht-Technik vertraut haben, ist die größte Wertschätzung, die wir als Unternehmen bekommen können.“

Herrenknecht-Hartgestein-Gripper-TBM „Sissi“ und „Heidi“ im Süden:

TBM-Durchmesser Bodio-Faido: 8,83 m

TBM-Durchmesser Faido-Sedrun: 9,43 m

Bauausführende Arbeitsgemeinschaft im Süden:

Arge TAT (Tunnel AlpTransit – Ticino): Implema Industrial Construction, Alpine Bau GmbH, CSC Impresa Costruzioni SA, Hochtief AG, Impregilo SpA

Herrenknecht-Hartgestein-Gripper-TBM „Gabi I“ und „Gabi II“ im Norden:

TBM-Durchmesser Amsteg-Sedrun: 9,58 m

TBM-Durchmesser Erstfeld-Amsteg: 9,58 m

Bauausführende Arbeitsgemeinschaft im Norden:

Arge AGN, Arbeitsgemeinschaft Gotthard-Basistunnel Nord: STRABAG AG Tunnelbau Schweiz (CH) / STRABAG AG (A)