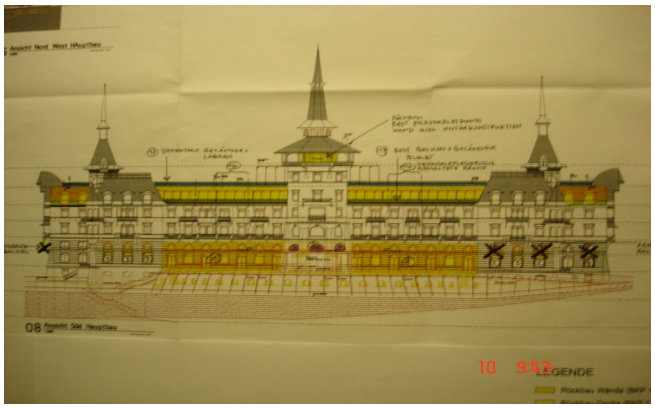
Bericht der Vertieferexkursion 2004 in die Schweiz

1 Umbau Hotel Dolder Grand, Zürich

Am Morgen des ersten Exkursionstages besuchten wir Zürich, um dort den Umbau eines Grand Hotel Dolder zu besichtigen.
Wir wurden von Herrn Michael Gregiorgi empfangen, der uns mit der Bausituation und den angewendeten Verfahren vertraut machte.



Das Hotel wurde 1899 erbaut. Da es aber dem heutigen Stand der Technik nicht mehr genügte, beschloss man den alten Bestand um größten Teil abzureißen.

Das Hauptgebäude, welches aus denkmalschützerischen Gesichtspunkten wichtig ist, ließ man bestehen (nur die Fassade wird im Endzustand der Bauarbeiten vom einstigen Gebäude erhalten bleiben); Dieses Hauptbauwerk soll durch weitere unterirdische Stockwerke ergänzt und vergrößert werden:
Dies erreicht man durch eine Unterfangung, so dass anschließend die Ausgrabungen unterhalb des Gebäudes vorgenommen werden können. Das bestehende Gebäude selbst wird durch ein Stahlgerüst stabilisiert, welches wiederum auf Mikropfählen steht (Durchmesser 260 mm). Bei dieser Maßnahme müssen Pfähle im Untergeschoss des Gebäudes bebohrt werden, wofür eigene kleinere Bohrgeräte verwendet werden.

Des Weiteren ist eine Baugrube nötig, welche bis in eine Tiefe von 17 m reicht. Diese wird mit Nagelwänden stabilisiert: die Nägel werden eingebracht und mit Zement im vorgebohrten Loch befestigt. Anschließend wird im Nassspritzverfahren der Boden, d.h. die Baugrubenwand, zugespritzt.
Zu beachten und messtechnisch zu erfassen sind bei diesem Verfahren die Verformungen der Baugrubenwände (z.B. mittels Inklinometer).

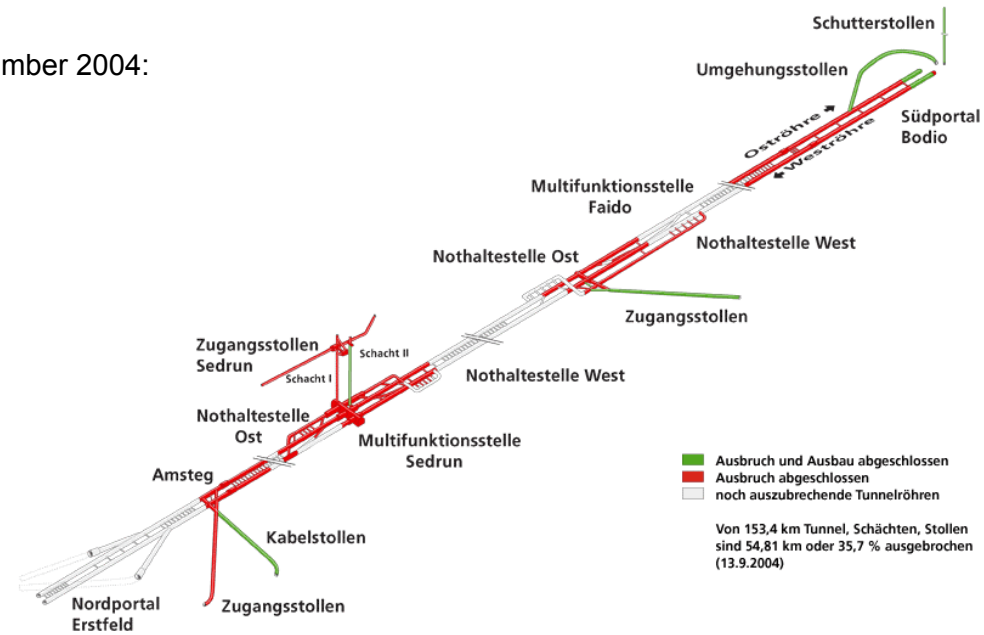
2 Gotthard Basistunnel, Zwischenangriff Amsteg

2.1 Gesamtprojekt

Das Projekt Gotthard-Basistunnel wird im Zuge der NEAT (Neue Eisenbahn-Alpen-Transversalen) verwirklicht. Neben dem eigentlichen 57 km langen Basistunnel durch das Gotthard-Massiv von Erstfeld im Kanton Uri bis nach Bodio im Tessin wird auch der Zimmerberg (20 km) und Ceneri (15 km) untertunnelt.

Der Tunnel wird aus logistischen Gründen und um die Bauzeit zu verkürzen mit fünf Angriffen gleichzeitig aufgefahren. Neben den beiden Portalen in Erstfeld und Bodio wird von Amsteg und Faido seitlich in den Berg, in Sedrun rund 800 m senkrecht nach unten gebohrt, um dort Zwischenangriffe vorzutreiben. Die beiden Röhren haben einen Achsabstand von 40 m und einen Durchmesser von 9,0 m.

Vortriebsstand November 2004:



2.1.1 Ziel

Mit den Jahrhundertprojekten am Gotthard und am Lötschberg soll die Schweiz ans internationale Schnellverkehrsnetz angebunden und der wachsende Güterverkehr über die Alpen bewältigt werden. Das Schweizer Stimmvolk hat in mehreren Abstimmungen für NEAT votiert. Die zwei neuen Linien führen mit einer Steigung von max. 0,4% DURCH die Alpen, nicht ÜBER die Alpen, sie sind also als Flachbahn konzipiert. Durch den Basistunnel können ab 2015 Personenzüge mit bis zu 250 km/h und Güterzüge mit bis zu 2 000 t Gesamtgewicht und 160 km/h fahren.

2.1.2 Sicherheitskonzept

Züge werden vor dem Tunnel während der Fahrt untersucht.
Im Notfall wird immer versucht bis ans Tageslicht oder in eine der beiden Nothaltestellen zu fahren. Ist dies nicht möglich stehen den Flüchtenden alle 300 m Querschläge zur Verfügung.
Durch leichten Überdruck in den Sicherheitsstollen wird ein rauchfreier Fluchtweg gewährleistet.
Alle Einbauten die im Tunnel nicht unbedingt erforderlich sind werden in den Querschlägen oder außerhalb des Tunnels angeordnet.

2.1.3 Kosten und Finanzierung

Gesamtkosten für NEAT	35,0	Mrd. CHF	23,3	Mrd. EUR
Gotthard Basistunnel	7,5	Mrd. CHF	5,0	Mrd. EUR
Zwischenangriff Amsteg	0,6	Mrd. CHF	0,4	Mrd. EUR

Finanzierungskonzept

Schwerverkehrsabgabe	ca. 55	%
Mehrwertsteuererhöhung 0,1%	ca. 20	%
Verschuldung	ca. 15	%
Mineralölsteuer	ca. 10	%

2.2 Zwischenangriff Amsteg

Die Arbeiten werden von der ARGE Amsteg (Murer-Strabag AG, Schweiz, und Strabag, Österreich) ausgeführt, die 400 Arbeiter beschäftigt. Hier wird seitlich in den Berg ein Zugangsstollen erstellt. Von dort führen zwei 11 km lange Röhren, die mit Tunnelbohrmaschinen (TBM) aufgefahren werden, Richtung Angriff Sedrun. Davon sind z.Z. 5 bzw. 5,5 km ausgebrochen. Im Berg wird ein ganzes System von Stollen, Kavernen und Querschlägen gebaut, die als Fluchtweg für die Arbeiter dienen und Platz für Bandanlagen, Brecher und Siebe dienen. Aus Sicherheitsgründen werden die einzelnen Teile getrennt, um immer einen rauchfreien Rückzugsraum zu haben.

2.2.1 Zugangsstollen (ca. 2 km)

- dient der Ver- und Entsorgung
- Sprengvortrieb im Vollausbruch

- Hufeisenprofil 8 m breit und 8 m hoch, ca. 57 m² Querschnittsfläche
- 3-4 m Abschlagslängen
- ca. 10 m Vortrieb pro Tag

2.2.2 Kabelstollen (ca. 2 km)

- führt zum Kraftwerk Amsteg
- dient der Energieversorgung der Bahn
- dient während der Bauzeit zur Stromversorgung und als Fluchtweg
- Vortrieb mit TBM, Ø 3,70 m

2.2.3 Montagekaverne

- zur Teilmontage der TBMs mit einem 160 t Portalkran
- Sprengvortrieb, Abmessungen: 25/25/45 m

2.2.4 Hauptröhren

- Sicherung mit Anker und Spritzbeton
- Ortbetonsohle
- Regenschirmabdichtung (Schale kann Wasserdruck aufgrund der hohen Überdeckung nicht aufnehmen)
- Ortbetoninnenschale

2.2.5 Tunnelbohrmaschinen („Gabi I“ in der Oströhre und „Gabi II“ in der Weströhre)

Hartgestein-Gripper-TBM, Ø 9,58 m
Antriebsleistung 3500 kW, Gewicht 3200 t, Länge 441 m
Hersteller TBM: Herrenknecht AG
Hersteller Nachläufer: Rowa Tunneling Logistics AG
Investitionsvolumen: 30 Mio. CHF (20 Mio. EUR)
Ausbruch durch punktuelle Zerstörung durch die einzelnen Meisel
Vortriebsleistung 10-20 m/Tag
Verschleiß: 1-10 Meisel pro Meter (62 Stück a 150 kg pro TBM)
mit eigenem Brecher
Wartungsaufwand ca. 50% der Arbeitszeit
Rekordvortrieb im Oktober: 670 m

Aufgrund der hohen Vortriebsleistungen im Oktober wurde der zulässige MAK-Wert für Quarzstaub (max. 0,15 mg/m³) und die klimatischen Bedingungen (Trockentemperatur maximal 28°) überschritten, so dass die Bohrarbeiten für 7 Tage eingestellt werden mussten. Kosten durch Ausfall für ca. 2 mal 150 m Strecke und 400 Arbeiter rund ½ bis 1 Mio. Franken.

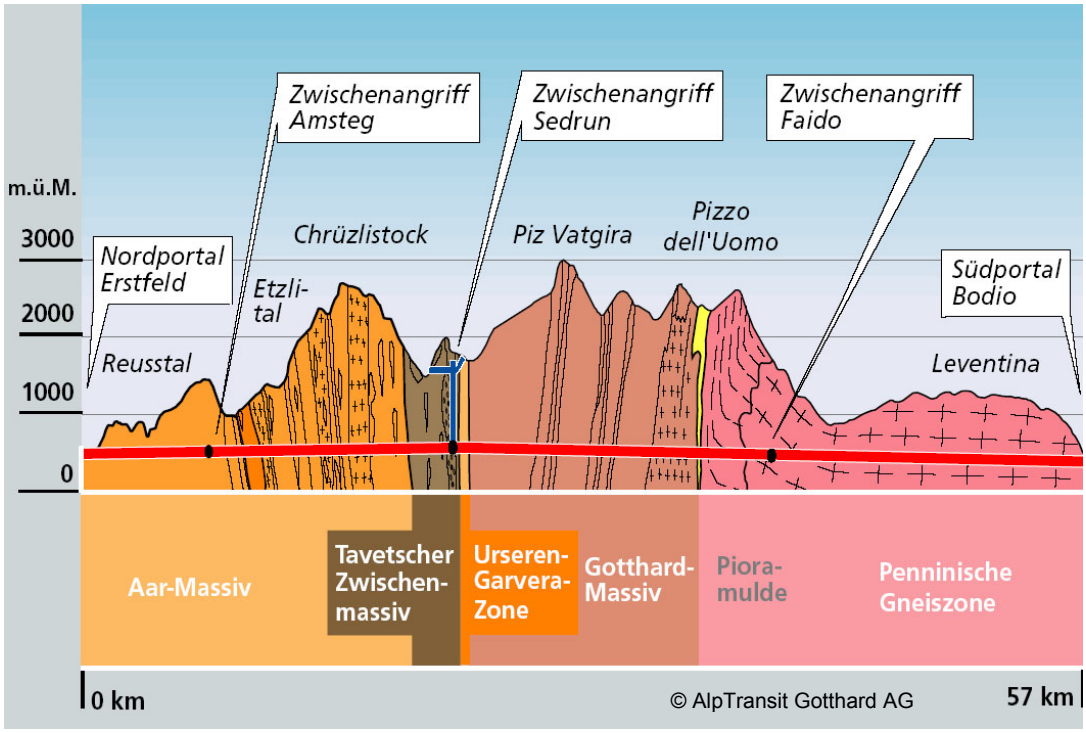
2.2.6 Materialbewirtschaftung

- Die gesamte Ausbruchkubatur entspricht dem 5-fachen Volumen der Cheops-Pyramide.
- Material (12000 t/Tag) wird bereits durch die TBM vorgebrochen (in sog. Chips)

- Transport in der Röhre über ein Förderband mit 600m Bandspeicher, das immer wieder verlängert wird, bis zum Zugangsstollen
- dort wird aus Lärmschutzgründen im Berg das Material gesiebt und nachgebrochen
- im Zugangsstollen wird ebenfalls durch ein Förderband geschuttert
- nach einer Zwischenlagerung wird ca. 40% des Materials im Kieswerk zur Betonherstellung für den Tunnelausbau aufbereitet
- bzw. mit dem Zug zum Urnersee abtransportiert und in Flüelen auf Bote verladen und damit im Urnersee künstliche Naturschutzinseln zur Renaturierung geschüttet
- Aufgelassene Steinbrüche werden zur Landschaftsgestaltung gefüllt

2.2.7 Geologie

„Vor der Hacke ist es finster“



Durch die fast senkrechte Schichtung kann durch oberflächennahe Erkundung in etwa auf die Tunnelachse projiziert werden, welche geologischen Schichten man antreffen wird. Im Bereich Amsteg wird mit zwei kritischen Stellen gerechnet. Eine wurde fast unbemerkt durchfahren, die andere wird in nächster Zeit angetroffen.

Für die Vorauserkundung gibt es die Möglichkeit die TBM zurückzufahren und mit einer so genannten zerstörenden Bohrung mit einem Bohrmeisel mittels Kraft und Wegmessungen bei den Schlägen den Fels zu erkunden. Auch können Kernbohrungen durchgeführt werden. Sollten diese Erkundungen ergeben, dass ein TBM-Vortrieb nicht möglich ist, wird die Störzone mit Sprengvortrieb durchfahren.

Im Allgemeinen ist der Fels so stabil, dass er einige Zeit frei stehen kann.
Aufgrund der hohen Überdeckung von 600 m herrschen Felstemperaturen von ca. 22°C. In Sedrun bei bis zu 2000 m Überdeckung erreichen die Temperaturen 40°C. Daher muss die Luft gekühlt werden.

Da nach Schweizer Recht Mineralienfunde dem Kanton gehören, hat dieser einen eigenen Geologen auf der Baustelle, der wertvolle Gesteine untersucht und sicherstellt. Dabei wurde eine bislang unbekannte Gesteinsart entdeckt und nach der Fundstelle „Amstegtid“ benannt.

2.2.8 Umweltschutz

- Tunnelwässer werden gekühlt und neutralisiert
- Brecher im Berg (Lärmschutz)
- Materialtransport über die Schiene
- Renaturierungsmaßnahmen mit dem Ausbruch

2.3 Tunnelbegehung

Die Gefahren einer solchen Tunnelbaustelle wurden uns spätestens bewusst als wir eine Telefonnummer von Angehörigen angeben mussten und eine kurze Einführung in den Gebrauch des Überlebensrucksacks bekamen. Einen Eindruck wie unbehaglich und unangenehm der Arbeitsplatz eines Mineurs ist bekamen wir bei der Tunnelbegehung.

Als wir dann im Tunnel aber die Figur unserer heiligen Barbara sahen, wussten wir dass wir auch unter ihrem Schutz stehen.

Abschließend möchten wir uns im Namen aller Studenten bei Herrn Adrian Wildbolz (Oberbauleiter der AlpTransit Gotthard AG für den Abschnitt Amsteg) für die sehr eindrucksvolle und fachkundige Führung herzlich bedanken.

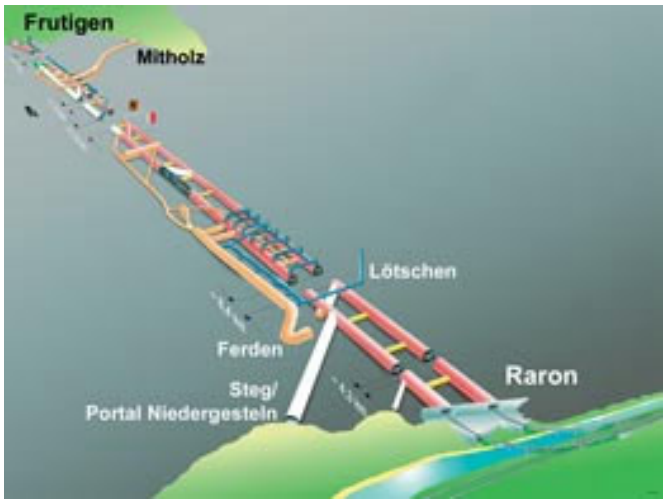
Weitere Informationen: www.alptransit.ch
www.agn-amsteg.ch

3 Lötschberg Basistunnel, Zwischenangriff Mitholz

Der Lötschberg-Basistunnel soll nach seiner planmäßigen Fertigstellung im Jahr 2007 von Frutingen im Kandertal nach Raron im Wallis führen. Die Gesamtlänge des Tunnels beträgt dann 34,6 km. Direkt im Anschluss an das Südportal quert die Neubaustrecke mit zwei großen neu zu errichtenden Brücken die Rhone und schafft den Anschluss an die bestehende SBB Simplon-Strecke. Die gesamten Arbeiten bilden zugleich den ersten Bahntunnel für eine Hochgeschwindigkeitsverbindung durch die Alpen. Dabei ist es geplant, den Tunnel in mehreren Ausbauetappen den wachsenden Anforderungen anzupassen. Das Tunnelsystem wird als zweiröhriger Einspurtunnel konzipiert. Dabei werden die beiden Basisröhren alle 333 Meter durch Querstollen verbunden. Um den Bauablauf bestmöglich zu realisieren wurde der Lötschberg-Basistunnel in bautechnisch optimal auszuführende Abschnitte unterteilt.

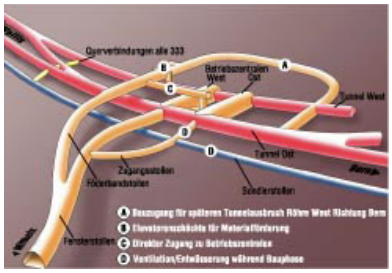
3.1 Angriff Mitholz

Um die kurze Gesamtbauzeit von 8 Jahren realisieren zu können wurden zusätzlich zu den Portalen Frutingen und Raron drei Fensterstollen in Mitholz, Ferden und Steg errichtet. Mit diesen zusätzlichen Zwischenangriffspunkte stehen insgesamt fünf Angriffspunkte zur Verfügung, von den der Tunnelvortrieb erfolgt. Das längste Teilstück des Lötschberg-Basistunnels befindet sich zwischen Mitholz und Ferden. Die hier erreichbare Vortriebsgeschwindigkeit ist maßgebend für die Gesamtbauzeit des Tunnelsystems.



Umfangreiche geologische Erkundungen im Vorfeld der Bauarbeiten geben Aufschluss über die geologischen Verhältnisse in den einzelnen Abschnitten. Am Angriffspunkt Mitholz wurde aufgrund der stark wechselnden Gesteinsarten der Sprengvortrieb gewählt. Mit dieser traditionellen Vortriebstechnik lassen sich Geschwindigkeiten von ca. 6 bis 8 Meter pro Tag erreichen. Nach dem Aussprengen des Fels wird der Stollen mit Felsankern und bewehrtem Spritzbeton gesichert.

Der westliche Basistunnel zwischen Ferden und Mitholz so wie die Fensterstollen stehen in der ersten Nutzungsphase lediglich als Rettungs- und Kontrollstollen zur Verfügung, so das diese zunächst nicht weiter ausgebaut werden.



Der übrige Teil des Basistunnels so wie die Querstollen werden in einer weiteren Bauetappe ausbetoniert. Hierbei wird neben der Fertigung der Schale, der Sohle und den Banketten auch ein Drainage-System eingebaut, welches das anfallende Bergwasser in einem Trennsystem abführt. Zur Nutzung des heißen Bergquellwassers werden derzeit verschiedene Ideen, wie zum Beispiel der Bau eines Tropenhauses diskutiert. Zum Schluss kann die Bahntechnik wie Fahrbahn, Fahrleitung, Kabel zur Steuerung und Stromversorgung eingebaut werden.

Im Bereich des Angriffs Mitholz wurde zusätzlich eine ca. 100 m lange Versuchsstrecke errichtet, um den Innenausbau inklusive der Gleißverlegung unter Baustellenbedingungen zu erproben. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse werden beim späteren Ausbau berücksichtigt.

3.2 Baustelle Frutigen/Reichenbach

Die Baustelle Frutigen liegt nördlich im Anschluss an den Lötschberg-Basistunnel im Kandertal. Hier werden die ersten circa 100 Meter des Basistunnels, eine Interventionsöffnung sowie ein 2,6 Kilometer langer Tagebautunnel erstellt.

Die Errichtung des Nordportals des Basistunnels und der Vortrieb der ersten 100 Meter im Lockergestein wurden durch die Unterquerung der bestehenden Lötschberg-Eisenbahntrasse erschwert. Mit teilweise nur 5 Metern Überdeckung unter den weiterhin befahrenen Gleisen wurden die ersten Meter ausgebrochen. Der Ausbruch wurde dabei durch Rohrschirme gesichert. Die Setzungen der bestehenden Trasse wurden ständig überwacht. Durch diese schweren Bedingungen lag die Vortriebsgeschwindigkeit oftmals im Bereich von circa 10 Zentimeter/Tag.

Quelle: http://www.blsalptransit.ch/dt/frames

Zwischen dem Nordportal des Basistunnels und dem Südportal des Tagebautunnels wird eine Interventionsstelle errichtet. Das ist eine offene Strecke von circa 400 Metern Länge, die es ermöglicht, im Notfall den Zug bis an diese Stelle zu fahren und hier die Passagiere zu retten und zu versorgen. Die seitliche Wandung der Öffung ist in Treppenform ausgebildet, so dass die Passagiere sich auch selbst schnell vom Zug entfernen können.

Quelle: http://www.blsalptransit.ch/dt/frames

Der Tunnel Engstlige erstreckt sich von Frutigen bis zu seinem Nordportal in Wengi Ey. Auf dieser Strecke von 2.6 Kilometern unterquert er unter anderem den Bahnhof Frutigen und den Fluss Engstlige. Das Bauwerk entlastet in Zukunft diesen Talabschnitt von den Umweltbelastungen des gesteigerten Transitverkehrs.
Dieser Tunnelabschnitt wird in Tagebauweise erstellt. Nach der Sicherung durch einen Berliner Verbau erfolgt der Aushub der Baugrube. Danach werden nacheinander Bodenplatten, Wände und Decken betoniert. Nach der Bauzeit werden die seitlich Zwischenräume wieder hinterfüllt, der Tunnel überdeckt und begrünt.

Quelle: http://www.blsalptransit.ch/dt/frameset.h

Die schwierigste Stelle dieses Bauwerks stellt die Unterquerung der Engstlige dar. In diesem Bereich wurde der Tunnel in Deckelbauweise konzipiert. Im Bauzustand musste das Flussbett auf die halbe Breite reduziert werden. Im Bereich der frei gesperrten Hälfte wurden zuerst zwei tangierende Bohrpfahlwände gebaut, auf denen im Anschuss der Deckel aufgelagert wurde. Danach wurde der Fluss auf die andere Seite verlegt und der zweite Teil des Tunnels konnte nach dem gleichen Prinzip erstellt werden.

Im Gegensatz zur offenen Bauweise findet bei der Deckelbauweise keine Trennung zwischen Baugrube und Bauwerk statt. Die erstellten Bohrpfahlwände dienen sowohl als Baugrubenbegrenzung, als auch im Endzustand als tragende Bauwerkswand. Im anschließenden Innenausbau erfolgt eine Verkleidung der Bohrpfahlwand mit einer Sichtbetonschale.

Die Gesamtkosten des Lötschberg-Basistunnels von 3.22 Milliarden Franken (ca. 2.15 Milliarden Euro) werden nach einem Volksentscheid im Jahre 1998 aus einem Fonds gezahlt. Die Finanzierung des Fonds erfolgt durch ein Staatsdarlehen, eine Mehrwertsteuererhöhung um 0,1%, dem Treibstoffzoll und zum größten Teil aus einer LKW-Abgabe.

4 Stadtführung Bern

Am Mittwoch Nachmittag haben wir eine Führung durch die Altstadt von Bern erhalten. Die Führung wurde von Marie-Theres, einer gebürtigen Bernerin, geleitet.

Die Stadt Bern wurde 1195 auf einer Halbinsel der Aare gegründet. Das Berner Wappentier ist ein Bär. Der Sage nach beschloss man einst, der Stadt jenes Wappentier zu geben, welches man bei einer extra dazu veranstalteten Jagd als Erstes erlegen würde. Glücklicherweise sagen die Berner heute war dies ein Bär.

Wir starteten unsere Tour vor dem Berner Hbf. Auf dem Bahnhofsvorplatz erinnern einbetonierte Milchkannen an die Bauern, die früher immer Milch an den Bahnhof brachten von wo aus er auf Güterzüge verladen wurde.

Als nächstes betrachteten wir einen von den 11 historischen Brunnen aus dem 16. Jahrhundert, welche die Altstadt Berns zieren. Dieser ist den fahrenden Spielleuten gewidmet, welche früher in einer nahegelegenen Gaststätte abzusteigen pflegten. An der Figur des Spielmanns konnte man erkennen, dass diese kein allzu großes Ansehen in der Schweiz genossen und dementsprechend ärmlich gekleidet waren.

Hierauf erreichten wir das ehemalige 2. Stadttor, das auch Käfigturm genannt wird. Er wurde früher als Wehrturm und als Gefängnis genutzt. Am 11.11 ist es zudem Brauch, dass der Bär symbolisch in diesen Turm gesperrt wird, um ihn zum Karneval wieder zu befreien. Da wird dann sprichwörtlich der Bär losgelassen zur Berner Fastnacht. Diesen Brauch gibt es übrigens erst seit 25 Jahren, aber anscheinend haben die Berner daran Gefallen gefunden. Den ganzen Tag über waren zum Faschingsanfang Kostümierte unterwegs und einige gute Bands waren auf der Straße zu bewundern.

Auf dem Platz vor dem Bundeshaus angekommen bewunderten wir den neu angelegten Brunnen der den gesamten Platz einnimmt. So richtig imposant wirke er aber nach unserer Führerin nur im Sommer, wenn halbstündlich die Fontainen aktiviert werden.

Um diesen Platz herum befindet sich das Machtzentrum der Schweiz. Neben der Schweizer Nationalbank, deren Keller voller Gold sind, tagt im Bundeshaus die Schweizer Regierung, welche von den 7 gleichberechtigten Obmännern geführt wird. Das Gebäude wurde errichtet als Bern zur Bundesstadt der Schweizer Eidgenossenschaft ernannt wurde. Es wurde darauf geachtet, dass sowohl alle verwendeten Materialien aus der Schweiz kommen, als auch alle tätigen Künstler Schweizer Eidgenossen waren.

Ein weiterer der bereits erwähnten Brunnen war unser nächstes Ziel. Der sogenannte Anna-Sailer-Brunnen zeigt eine Frau die Wein mit Wasser mischt und steht für Mäßigkeit. Da bis 1860 die Brunnen der einzige Ort waren, an denen man Trinkwasser bekam, bildeten diese das Zentrum des sozialen Lebens.

Neben einer alten Kirche des Dominikanerordens zeigte uns Marie-Theres eine weitere Rarität Berns. Da spendeten mehrere Bürger Geld, um einen Platz zu pflastern anstatt ihn zu betonieren. Als Belohnung für die Spender wurden deren Namen in die Pflastersteine graviert.

Anhand des Kornhauses, das die Abgaben der Berner Bürger, wie Getreide
und Wein, beherbergte, erklärte uns die Führerin die Berner Bauweise. Die Häuser wurde alle aus Berner Sandstein gebaut, welcher in der Nähe zu finden ist. Da dieser allerdings sehr porös ist, muss er vor direkter Feuchtigkeit geschützt werden, was die weit überstehenden Dächer erklärt und die Sockel aus Granit, welche die aufsteigende Feuchtigkeit stoppen sollen.

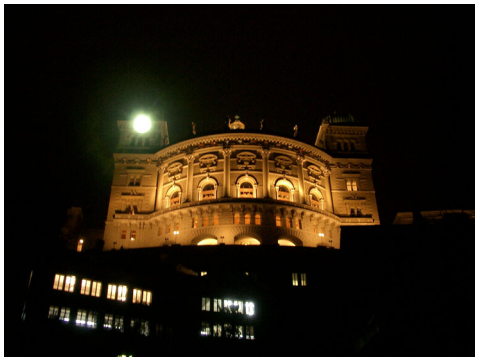
Hierauf erreichten wir die Kramergasse, welche anno dazumal das Zentrum von Bern darstellte. Die Kramergasse ist berühmt für seine überdachten Gehwege. Auffällig sind auch die vielen Kellerläden, welche früher häufig Kneipen beherbergten, die für ihre großen Weinhumpen bekannt waren.

Die nächste Station war das Münster von Bern. Die enorm lange Bauzeit von 1421 bis 1893 erklärt sich durch bautechnische Probleme und finanzielle Schwierigkeiten. Einige Bauherrn reichten sich den schwarzen Peter weiter, da sie die auftretenden Probleme nicht lösen konnten. So entstand auch der berühmte Spruch „machsnach“, den einer

der Bauherrn seinem Kritiker, der es selbst nicht besser konnte, hinterlassen hatte.

Während der Bilderstürmung in der Reformation, blieb vom einst reich verzierten Kirchenportal nur das Himmel und Hölle-Motiv erhalten, da es auch Bischöfe zeigt, die in die Hölle kommen.

In der Junkergasse wurden uns die verschiedenfarbigen Fensterläden gezeigt, an denen sich einst Napoleons Soldaten, denen die Berner Unterkunft gewähren mussten, orientieren konnten. Bern hatte damals nämlich noch keine Straßennamen. So stand eine bestimmte Farbe für ein bestimmtes Viertel und die einzelnen Häuser waren noch nummeriert. Man sagte also dann beispielsweise Haus 10 im blauen Viertel.



Zum Schluss führte uns Marie in den Zeitglockenturm und zeigte uns den beeindruckenden Mechanismus der Uhr. Das Uhrwerk ist ungefähr 2 auf 2 auf 2 Meter groß und die 5 Gewichte welche das Uhrwerk antreiben müssen täglich von Hand aufgezogen werden.

Nach dem wir auch noch das Nachtleben ausgekostet haben, müssen wir festhalten, dass ein Besuch von Bern nur unbedingt empfohlen werden kann.

5 Bundespressehaus Bern

Am letzten Tag unserer Exkursion besichtigten wir die überraschend eindrucksvolle Baustelle des Bundespressehauses, die von außen nichts bautechnisch Aufregendes vermuten ließ. Aufgrund verstärkter Sicherheitsbedenken bedurfte es der Ausgliederung des alten Pressezentrums aus dem Bundeshaus in ein denkmal-geschütztes Gebäude in der Nachtbarschaft. Es war daher notwendig eine Lösung zu finden, die am äußeren Erscheinungsbild nichts veränderte. Der Generalunternehmerauftrag für eine dreifache Unterkellerung des Gebäudes wurde an das Bauunternehmen Marti-Bern und das ansässige Ingenieursbüro Aebersold marchand partner mit einem Auftragsvolumen von 36 Mio. Franken vergeben.

Die Rahmenbedingungen für dieses, im Oktober 2003 gestartete, Projekt waren durch die bestehende Struktur des immerhin 55 m langen Gebäudes und die anschließenden und umliegenden Nachbarhäuser vorgegeben. Neben den anderen Umbaumaßnahmen, wie z.B. die Schaffung neuer Büroräume, war das interessanteste die Unterkellerung: Die Setzungen am Gebäude selbst und an sämtlichen Nachbarbauten müssen so gering wie möglich gehalten werden, ganz zu Schweigen davon, dass das Gebäude ja auch noch irgendwie stehen bleiben sollte.

Um das Vorhaben zu realisieren, teilte man das Gebäude in zwei Teile auf, wovon der obere Teil weitgehend unverändert beibehalten wird. Das tatsächliche Bauvorhaben bezieht sich in erster Linie auf den unteren Teil: Um die 3 geplanten Untergeschosse erstellen zu können und um die dafür nötige Baugrube ausheben zu können, muss das bestehende Gebäude unterfangen werden. Man begann daher auf der Straßenseite, 1 m von der Fassade entfernt, Bohrpfähle mit einem Durchmesser von 1,3 m bis in 30 m Tiefe zu erstellen. Eine kleine Baugrube entlang der Fassade auf der Straßenseite und im Innenhof wurde ausgehoben. Von dort aus konnten Kernbohrungen in

die bestehende Fassade durchgeführt werden, in welche dann in 1 – 2 m Abstand vorgespannte Balken unter die bestehende EG-Decke eingezogen wurden und zu einer Abfangdecke verbunden wurden. Diese Abfangdecke wurde nun auf der Straßenseite über biegesteife L-Profile mit der Bohrpfahlwand verbunden. Anschließend wurde die dazwischenstehende, alte Kellerwand und das Fundament abgerissen, so dass die Lasten des Hauses nun von der Abfangdecke aufgenommen und in die Bohrpfahlwand weitergeleitet werden.

Auf der Hofseite des Gebäudes musste ein anderes Modell der Lastabtragung gewählt werden: Da ein Zugang für den Aushub auf Seiten der Bohrpfahlwand nicht gegeben war, musste dieser hier eingeplant werden, des weiteren wollte man die Kellerräumlichkeiten bis an das Ende des Hinterhofes erweitern. Diese Gründe führten zum Einsatz von Mikropfählen auf der Rückseite. Durch zuvor durchgeführte Pfahlprobebelastungen konnte die benötigte Anzahl von ca.140 Stahlpfähle für einen Durchmesser von 140mm ermittelt werden, wobei ein Mikropfahl ca. 50 t Last abtragen kann. Diese Pfähle wurden vom bestehenden Keller aus bis in 20 m Tiefe gebohrt, nach oben mussten sie 2,5 m bis zur Abfangdecke verlängert und mit dieser über ein System aus hydraulischen Pressen am Pfahlkopf verbunden. Diese hydraulischen Pressen dienten auch dazu, Setzungen und Temperaturdehnungen des Stahls auszugleichen. Damit die Pressen jedoch nicht auf Öl lagern, wird nach dem hydraulischen Höhenausgleich ein Stahlring über ein Gewinde nach oben gedreht. Somit steht Stahl auf Stahl, nachdem das Öl abgelassen wurde.
Die Gesamtlage des Gebäudes wird mittels eines Schlauchwaagesystems gemessen. Nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren stellt sich der Flüssigkeitsspiegel in zwei Pressen, die mit Schläuchen verbunden sind, auf dem gleichen Niveau ein. Die sehr genaue Auswertung der Messwerte erfolgt am PC, wodurch selbst kleinste Unterschiede, verursacht durch Setzungen oder Temperaturdehnungen, registriert werden können. Bisher betrugen die Setzungen der Baugrube ca. 3 mm.

Nach diesen Arbeitsschritten steht nun das ganze Gebäude auf Bohr- und Mikropfählen.
Als nächstes wurde nun der alte Keller komplett abgerissen und Meter um Meter der Boden unter dem Gebäude abgetragen. Die Mikropfähle wurden dabei ausgesteift indem man jeweils drei Pfähle mittels Stahlbänder miteinander verschweißt. Um ein Knicken zu vermeiden, muss jeder Pfahl senkrecht stehen, weshalb in jedem ein Lot angebracht ist, damit Abweichungen sofort erkennbar sind. Im Falle einer Schiefstellung wird als Ersatz gleich daneben ein weiterer Pfahl eingebracht.

An der Hofinnenseite der Baugrube wurde eine klassische Unterfangung vorgenommen. Da in der gesamte Baugrube kein Grundwasser ansteht, kann auf einen wasserdichten Verbau verzichtet werden. Die billigere Lösung mit einer weiteren Bohrpfahlwand war auf Grund der anstehenden Nachbargebäude nicht möglich. Man trug hier in 2 m Schritten den Boden ab, stellte Stahlmatten zur Bewehrung auf, schüttete wieder 60 cm Boden auf, um eine Anschlussbewehrung für das nächst tiefere zu erhalten und brachte Spritzbeton an.

Um die horizontalen Kräfte in Boden einzuleiten, wurden Anker gesetzt, an denen Kraftmessdosen angebracht wurden, um eventuelle Verschiebungen zu erkennen.
Setzungen der Nachbargebäude von bis zu 1 cm werden in Kauf genommen, da die Reparatur der Schäden billiger ist als zusätzliche Maßnahmen zur Stabilisierung des Bodens.

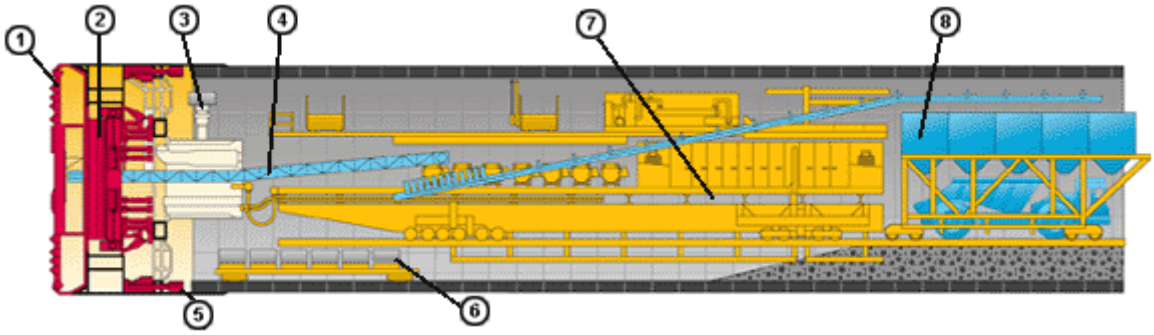
6 Werksführung Fa. Herrenknecht

Unser letztes Exkursionsziel führte uns nach Schwanau (zwischen Freiburg und Karlsruhe) zu dem Tunnelvortriebsmaschinenhersteller Herrenknecht.
Dort wurden wir von Dipl.-Ing. Joachim Gaus empfangen, der uns anschließend einen Einblick in das Unternehmen gab und uns durch die Werkshallen führte.
Die Firma Herrenknecht wurde Mitte der 70er Jahre von Dr.-Ing. E.h. Martin Herrenknecht in Lahr (Schwarzwald) gegründet. Innerhalb eines Vierteljahrhunderts entwickelte sich der „Garagenbetrieb“ zu einem international führenden Unternehmen für Tunnelvortriebsmaschinen.
Mit Sitz in Deutschland, Schweiz, Holland und Singapur mit insgesamt 1500 Mitarbeitern entwickelte sich Herrenknecht an die Spitze des maschinellen Tunnelvortriebs mit einer Jahresgesamtleistung von 384 Millionen Euro.
Zusammen mit Kunden und Bauherren ist es Herrenknecht gelungen, den Bau komplexer Tunnelanlagen so sicher, wirtschaftlich, umweltschonend und schnell wie nie zuvor in der Geschichte der Menschheit zu machen. Dazu entwickelte das Unternehmen folgende Vortriebsmaschinen:

- Schneckenbohrmaschinen
- Micromaschinen (Schilddurchmesser bis 4.20 m)
- Schilde mit Teilflächenabbau
- Mixschilde
- EPB-Schilde
- HDD-Rigs
- Gripper TBM
- Doppelschild TBM
- TBM mit Schild (Schilddurchmesser bis 15 m)

Da wir auf unserer Exkursion den Gotthard- und Lötschbergtunnel, deren Vortrieb auch mit TBM Schild erfolgt, besichtigt haben, möchten wir diese Verfahrenstechnik kurz vorstellen.

Die TBM-Maschine gehört zum Maschinentyp, der mit einem offenem Schild ausgestattet ist. Als offene Schilde werden Vortriebsmaschinen bezeichnet, die kein geschlossenes System zum Druckausgleich an der Ortsbrust besitzen. Das heißt es ist keine Abbaukammer definiert.
TBM's mit Schild werden bei brüchigen Felsformationen oder weichem Gestein eingesetzt. Sie weisen ein sehr großes Einsatzspektrum im Hartgestein auf.

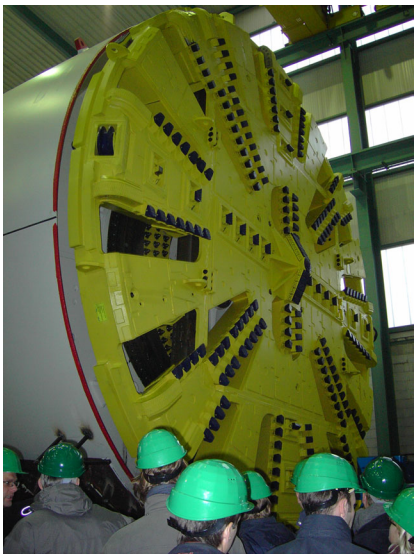
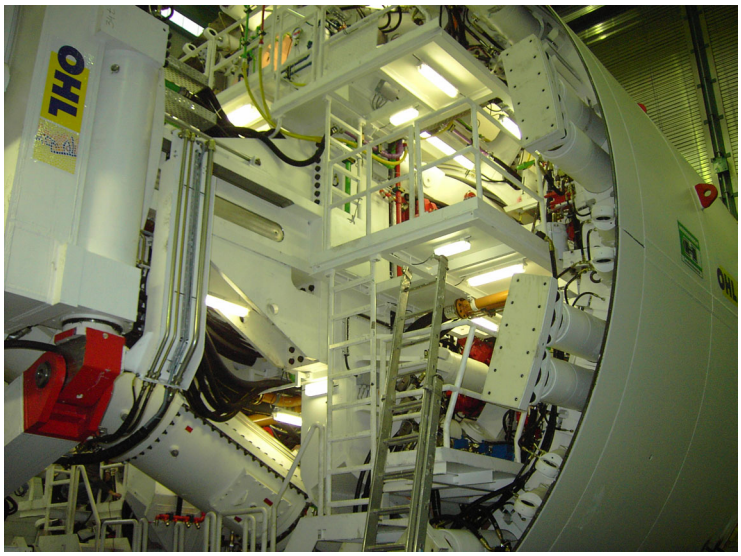
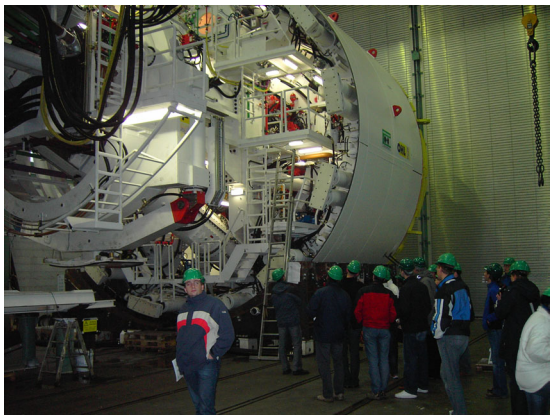
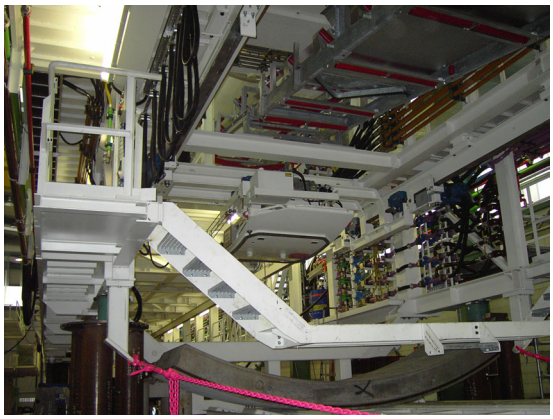


1. Bohrkopf
2. Antrieb
3. Erektor
4. Förderband
5. Vortriebspressen
6. Tübbingzufuhr
7. Nachläufer
8. Silowagen

Um sich vorzubohren, stützt sich die TBM mittels hydraulischer Vortriebspressen am zuletzt eingebauten Tübbingring ab. Das Schneidrad ist mit Hartgesteinsdisken bestückt, die an der Ortsbrust abrollen und diese einkerben. Die Kerbwirkung hat zur Folge, dass größere Felsplatten abplatzen. Räumer, die sich etwas hinter den Disken zurückgesetzt befinden, führen den abgebauten Fels hinter das Schneidrad. Über Fördereinrichtungen wird das abgebaute Material dann Übertage transportiert.

Der durch die Vortriebsmaschinen aufgefahrene Tunnel wird anschließend im Schutz des Schildes mit Stahlbetontübbingen ausgebaut.

Mit den Vortriebspressen, sie sich gegen die fertigen Tunnelringe stützen, wird der Schild soweit vorwärts bewegt, dass ein weiterer Tunnelring eingebaut werden kann. Während der Vorwärtsbewegung der Vortriebsmaschine wird der etwa 15 cm breite Ringspalt zwischen Erdreich und Tunnelausbau mit Zementmörtel verpresst. Das verhindert nicht nur das Eindringen von Grundwasser und Boden, sondern stabilisiert auch den Boden über dem Tunnel.

Die Ring- und Längsfugen des einschaligen Tunnelausbaus mit Tübbingen sind gegen das Eindringen von Grundwasser mit einem Neopreneband abgedichtet, das bei der Tübbingfertigung in eine umlaufende Nut eingezogen und verklebt wird. Die Dichtung geschieht durch das Zusammenpressen des Abdichtungsprofils.

Die Tunnelröhren erhalten eine Betonsohle, Rettungswege, Entwässerungs- und Feuerlöschanlagen. Danach werden die schallisolierte und erschütterungsfreie "Feste Fahrbahn" für die später durch den Tunnel fahrenden Fern- und Regionalbahnzüge eingebaut und anschließend die elektrischen Signal- und Sicherungsanlagen. Den Fahrstrom beziehen die Lokomotiven und Triebzüge aus einer an der Tunneldecke befestigten Stromschiene.