

Club San Gottardo

Assemblea generale

29 agosto 1998

Ospizio S. Gottardo

**TUNNELBAUTEN
IM RAUME DES ST. GOTTHARD**

Dr Ing. Giovanni Lombardi

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. HISTORISCHER RÜCKBLICK	1
3. EISENBAHNTUNNEL	2
4. WASSERKRAFTANLAGEN	3
5. NATIONALSTRASSEN	3
6. ALPTRANSIT	5
7. UNTERTAGEBAUTEN IM GOTTHARD-GEBIET	6
8. ENTWICKLUNG DER TECHNIK	6
9. DIE FOLGEN DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG	7
10. SCHLUSSBEMERKUNG	9

1. EINLEITUNG

Ihr Einvernehmen vorausgesetzt, möchte ich einiges über die unterirdischen Bauten im Gotthard-Gebiet erzählen. Dabei sollen nur zivile Bauwerke besprochen werden, da ich als Zivilschutz-Feuerwehrgelhilfe kaum in der Lage wäre, über militärische Bauten etwas Sinnvolles zu berichten.

2. HISTORISCHER RÜCKBLICK

Seit jeher, möchte man sagen, haben die Menschen Untertagebauten ausgehoben. Denken wir nur an die mehreren Jahrtausend alten Pharaonengräber im Tal der Könige in Ägypten, an die berühmten Ganats als Wasserfassungen in Persien, an die römischen Bauwerke oder an die Bergbaukunst im Mittelalter, etwa in Deutschland oder Böhmen.

Im Gotthard-Gebiet war das erste bemerkenswerte, unterirdische Bauwerk das sogenannte „Uri-Loch“.

Die Schöllenen war seit jeher ein grosses Hindernis für den Nord-Süd-Verkehr. Die Verbindung zwischen Urseren- und Reusstal erfolgte seit den Römern über den Bötzbberg mit einem Treppenweg oder „scalinae“, die den Namen dieser Schlucht, eben der Schöllenen, gaben. Wohlbekannt sind dann die sogenannten Kettenbrücken und hängenden Holzgestege, die eine Durchfahrt während Jahrhunderten entlang der Felswand erlaubten.

Es wird berichtet, dass 1706 Pietro Moretti aus Cerentino wegen eines kleinen Unfalls in Hospental weilen musste. Er kam auf die Idee, durch die Untertunnelung des Kilchbergs die ohnehin damals beschädigte Kettenbrücke überflüssig zu machen und einen relativ bequemen, und vor allem sichereren Zugang zur Urseren zu ermöglichen. Er trug das Projekt den Urner Behörden vor, erhielt gleich den Auftrag und im darauffolgenden Jahr 1707 war das „Uri-Loch“ bereits begehbar. Der etwa 60 m lange Durchstich wurde mit Schwarzpulver gesprengt. Nebenbei gesagt, der Name „Schwarz“ rührte nicht von der Farbe des Pulvers her, sondern von seinem Erfinder, dem Mönch Berthold Schwarz, der es, etwa 400 Jahre vorher, ausgehend von Kohle, Schwefel und Salpetersäure herstellte. Das Pulver war allerdings den Chinesen seit langem bekannt.

So sollen die zwei Portale ausgesehen haben (**Figur 1 und 2**).

Hier ist eine eher romantische Ansicht von Andermatt durch das „Uri-Loch“ zu sehen, die im Jahre 1825 gezeichnet wurde (**Figur 3**).

Über ein Jahrhundert lang wurde anschliessend die Gotthard-Strasse gebaut und schrittweise ausgebaut, vor allem unter dem Druck des neu entstandenen Kantons Tessin. Und so wurde der Durchstich ein erstes Mal verbreitert, und zu einer, sagen wir, befahrbaren Strasse ausgeweitet (**Figur 4 und 5**; im Jahr 1833 gezeichnet).

Seit dieser Zeit wurde die Gotthard-Strasse mehrmals ausgeweitet, verbessert und korrigiert, aber Tunnels für Kantonsstrassen sind im Gotthard-Gebiet relativ spärlich vorhanden, wie aus der folgenden Figur ersichtlich (**Figur 6**).

3. EISENBAHNTUNNEL

In den siebziger und achtziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde die Gotthard-Bahn gebaut. Vielmals beschrieben und oft bewundert ist der 15 km lange „Grosse Tunnel Göschenen-Airolo“, wobei die Portale folgendermassen ausgesehen haben sollen (**Figur 7 und 8**). Das sind bekannte Bilder und deuten auf typische Industrielandschaften des letzten Jahrhunderts hin; schwarze Rauchfahnen durften nicht fehlen als Wahrzeichen der Macht des neuen Zeitalters.

Eine Fotografie aus der Epoche erinnert daran, wie schwer die Arbeit und wie düster das Leben zu jener Zeit für die vielen Mitwirkenden waren (**Figur 9**). Dies hindert indessen den Künstler nicht, sehr bukolische und idyllische Bilder zu malen (**Figur 10**). Wie der Dichter einmal sagte, er stelle die Natur nicht so dar, wie sie ist, sondern wie er selber sei! Der Künstler soll somit eher optimistisch veranlagt gewesen sein.

Im Abschnitt Erstfeld-Biasca sind bemerkenswert, neben dem Haupttunnel, die berühmten Kehrtunnel von Wassen, Piottino und Biaschina, die immer noch weltweit bekannt sind. Neben der Gotthard-Bahn sind noch die Tunnel der Schöllenen-Bahn, sowie der Furka-Oberalp-Bahn aufzuführen. Insbesondere der ebenfalls etwa 15 km lange Furka-Tunnel mit seinem Fensterstollen nach Bedretto, der seinerzeit als „Furka-Loch“ bezeichnet sehr viel zu reden gegeben hat. Eigentlich hätte sich die Kritik nicht gegen die Kostenüberschreitung sondern gegen die völlige Unverhältnismässigkeit des anscheinend „politisch korrekten“ Kostenvorschlages richten sollen. (**Figur 11**)

Auf dem Bild sind noch der Sondierstollen Polmengo und der Fensterstollen zum Vertikal-schacht Sedrun eingetragen, die bereits existieren, als die ersten ausgeführten Bauten im Zu-sammenhang mit dem projektierten Gotthard-Bahn-Basistunnel.

4. WASSERKRAFTANLAGEN

Anfangs des Jahrhunderts fing der Bau der Wasserkraftwerke im Gotthard-Gebiet an. Die Entwicklung begann in den Jahren 1906 bis 1910 mit dem Bau der Biaschina und des Ticinet-to durch die Firma Motor, welche damals im Aargau aber auch in Norditalien bereits ver-schiedene Kraftwerke projektiert und gebaut hatte. Beide Anlagen sind seitdem neu oder um-gebaut werden.

Eine zweite Serie von Anlagen bilden die Kraftwerke Ritom und Amsteg, die in den zwanz-i-ger Jahren dieses Jahrhunderts durch die Schweizerischen Bundesbahnen erstellt wurden, im Zusammenhang mit der Elektrifizierung der inzwischen verstaatlichten Gotthard-Bahn. Das Kraftwerk Amsteg ist übrigens zur Zeit im Umbau, und vom Umbau des Ritom ist von Zeit zu Zeit die Rede.

Der grosse Ausbau der Wasserkräfte im zentralen Alpengebiet erfolgte aber während und nach dem Zweiten Weltkrieg und ging etwa in den siebziger Jahren dieses Jahrhunderts zu Ende. Die jetzige Situation ist im grossen und ganzen aus **Figur 12** zu ersehen; wobei sicher einzelne Stollen in der Zeichnung vergessen worden sind.

5. NATIONALSTRASSEN

Etwa ein Jahrhundert nach der Bahn kam auch die Nationalstrasse, insbesondere mit dem Bau des Gotthard-Strassentunnels von fast 17 km, der immer noch der längste Autobahntunnel der Welt ist. Allein zur Geschichte des Gotthard-Strassentunnels könnte stundenlang berichtet werden.

Schon vor dem Zweiten Weltkrieg hatte das Büro Gruner in Basel Vorschläge für einen sol-chen Tunnel mit Belüftungsschächten erarbeitet. Ein Gegenvorschlag kam gleich darauf von

Ing. Paul Hosch, der, um Einsparnisse zu erzielen, den Tunnel parallel zum bestehenden Eisenbahntunnel führen wollte, um diesen als Belüftungskanal für den Autotunnel zu benutzen. Er rechnete mit einer Verkehrsspitze von 240 Fz/h und einem Verkehrsaufkommen von etwa 100'000 Fz/Jahr. Interessant nebenbei sind die Baukosten, die mit 48 Mio Fr. veranschlagt wurden und nicht weit weg lagen von den damaligen effektiven Kosten des Gotthard-Bahntunnels von Favre, obschon sich die wirtschaftlichen Verhältnisse seitdem grundlegend verändert hatten. Zu etwa gleichen Kosten für einen zweiten Bahntunnel kamen auch die Bundesbahnen, die kurz nach dem Zweiten Weltkrieg eine Verdoppelung des Durchstiches Airolo-Göschenen ins Auge gefasst hatten.

Natürlich wurde aus diesen Projekten nichts. Nicht zuletzt wegen der kriegerischen Vorkommnisse in Europa zu jener Zeit.

Mitte der fünfziger Jahre wurde dann, auf Anregung von Herrn Dr Nello Celio - damals Baudirektor des Kantons Tessin -, die Möglichkeit einer wintersicheren Durchquerung der Alpen für die Strasse studiert. Diese Untersuchung führte zum Projekt des 10 km langen Tunnels Hospental-Motto Bartola, da ein Tunnel auf Niveau Göschenen-Airolo für jene Zeit als wirtschaftlich nicht vertretbar erachtet wurde.

Das Projekt wurde sehr kritisch aufgenommen und selbst eine damals berühmte technische Zeitschrift schloss einen Hauptartikel mit dem Hinweis, dass selbst „Autobäume nicht in den Himmel wachsen“ und hielt die Annahme einer rechnerischen Verkehrsspitze von 350 Fz/h für absolut unrealistisch! Damals war allerdings noch nicht die Rede von Nationalstrassen. Zum Vergleich kann erwähnt werden, dass heute Spitzen von über 2'000 Fz/h und ein Jahresvolumen von fast 7 Mio Fz durch den Strassentunnel erreicht werden.

Auch aus diesem Projekt wurde nichts; oder besser gesagt, man begnügte sich, die Autoverladerampen in Airolo und Göschenen auszubauen.

Der erste Entwurf des Netzes der Nationalstrassen sah, im Jahr 1960, in der Tat nur den Bau einer Autobahn dritter Klasse über den Gotthard vor, aber keine Untertunnelung.

Der Druck des Kantons Tessin und insbesondere von Herrn Regierungsrat Franco Zorzi führten dazu, dass die Kommission Ruckli für die „Untersuchung einer wintersicheren Verbindung durch den Gotthard“ geschaffen wurde, welche 1966 zum Schluss kam, dass ein Autotunnel auf Höhe Airolo-Göschenen gebaut werden sollte, und dass ein Bahntunnel Amsteg-Bodio ernsthaft zu studieren und zu verwirklichen sei. Erstaunlich rasch – nach heutigen Verhältnissen – wurde auch der Strassentunnel beschlossen und von 1969 bis 1980 gebaut.

Neben dem Haupttunnel weist aber die Nationalstrasse auf der uns interessierenden Strecke von Erstfeld nach Biasca nur wenige, relativ kurze Tunnel auf, wie aus **Figur 13** zu ersehen ist. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, dass die Strasse wesentlich grössere Steigungen als die Bahn bewältigen kann.

6. ALPTRANSIT

Auch für einen Bahn-Basistunnel sind viele Projekte aufgestellt worden. Man darf unter anderem ein etwas utopisches Projekt in Erinnerung rufen, das Mitte des Jahrhunderts propagiert wurde und das in einem Basistunnel von Bodio nach Amsteg bestand, der im gleichen Querschnitt die Bahn, die Autostrasse und mehrere Hochspannungsfreileitungen (nicht etwa Kabel) aufnehmen sollte. Man kann sich leicht vorstellen, welcher enormer, unmöglicher Querschnitt hierfür nötig gewesen wäre.

Der Empfehlung, den Basis-Bahntunnel zu bauen, welche von der Kommission Ruckli bereits vor mehr als 30 Jahren formuliert worden ist, ist bis jetzt, wie Sie wissen, noch nicht Folge geleistet worden. Die Entschlussfreudigkeit, die damals dem „Uri-Loch“ Pate gestanden hatte, scheint sich inzwischen verflüchtigt zu haben.

In **Figur 14** ist nichtsdestoweniger das gegenwärtige Projekt für die Trassierung dieses Bahntunnels - der eher unter dem Lukmanier führt - eingetragen.

Bemerkenswert, nebenbei gesagt, ist der 3 km lange Schutterstollen von Pollegio nach der Buzza di Biasca im Bleniotal zur Umfahrung der Ortschaften um Biasca, der somit aus Umweltschutzgründen gebaut werden soll, um Transporte von Aushubmaterial durch bewohnte Gebiete zu vermeiden.

7. UNTERTAGEBAUTEN IM GOTTHARD-GEBIET

Überlagert man die verschiedenen Skizzen, die bis dahin gezeigt worden sind, so ergibt sich das bunte Wirrwarr von unterirdischen Bauten im Gotthard-Bereich, das aus **Figur 15** hervorgeht. Das Bild könnte selbstverständlich noch mit den militärischen Bauten ergänzt werden.

8. ENTWICKLUNG DER TECHNIK

Aus diesem kurzen historischen Überblick der Tunnelbauten im Gotthard-Massiv geht natürlich die Entwicklung der Technik, die in der Zeit stattgefunden hat, nicht hervor. Sie ist indes- sen gewaltig.

Wohlbekannt konnten im Altertum nur weiche Gesteine mit Pickel und Schaufel ausgehoben werden, so etwa die Gräber im Tal der Könige. Die Römer haben zum Aushub von härteren Gesteinen auch Feuer zünden lassen zur Erhitzung des Felsens, der dann mit Wasser heftig abgekühlt wurde und somit sprang.

Wie angedeutet, wurde das Schwarzpulver im 14. Jahrhundert wieder erfunden. Aber erst an- fangs des 17. Jahrhundert wurde der Sprengstoff in Bohrlöcher eingestampft. Die Sprenglö- cher mussten damals mit Meissel und Hammer von Hand ausgeführt werden. So ging es etwa bis Mitte des letzten Jahrhunderts. Danach wurden Bohrhämmer zuerst mit Druckwasser oder später mit Druckluft angetrieben. Später wurden, wie im Gotthard-Bahntunnel, die Bohrhäm- mer auf Wagen montiert (**Figur 16**).

Die Entwicklung ging weiter und für den Gotthard-Strassentunnel hatte der Bohrwagen ganz andere Dimensionen erreicht, wobei sich die Anzahl der mitwirkenden Arbeiter deutlich re- duziert hatte (**Figur 17**).

Der Traum einer Tunnelbohrmaschine entstand vor langer Zeit. Es geht darum, den Sprengbe- trieb durch einen mechanischen Abbau des Gesteins zu ersetzen. Bereits im Jahre 1880 hat Ing. Beaumont eine Idee solcher Art dargestellt (**Figur 18**).

Kurz darauf kam tatsächlich auch eine ähnliche Maschine in der weichen Kreide des Ärmel- kanals zum Einsatz, bis das Tunnelprojekt dann, ein erstes Mal, aufgegeben wurde.

Die harten und wechselseitigen Gesteine des Gotthards erlaubten lange nicht den Einsatz sol- cher Tunnelbohrmaschinen. So wurde z.B. beim Gotthard-Strassentunnel eine Projektvariante

mit Verwendung einer Maschine dieser Art ausgeschrieben, sie wurde aber von keiner Unternehmergruppe offeriert, da anscheinend zu grosse Probleme befürchtet wurden.

Doch noch kam eine moderne Tunnelbohrmaschine, wie aus den **Figuren 19 und 20** ersichtlich, für den Aushub des Sondierstollens Polmengo des Basistunnels zum Einsatz.

Zur Zeit geht die Entwicklung in Richtung der Verbesserung der Maschinen, die auf 90% der Tunnellänge des 57 km langen Gotthard-Basistunnels zum Einsatz kommen sollten, nicht jedoch über die 6 km des Abschnittes Sedrun, wo die Felseigenschaften sich hierfür nicht eignen.

9. DIE FOLGEN DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG

Wenn auch die Entwicklung der Technik ihr Interesse an sich hat, um so wichtiger sind aber die Folgen auf wirtschaftlicher und sozialer Ebene, die nicht unbeachtet bleiben sollen.

In erster Linie ist die Produktivität der Mineure gewaltig gestiegen, wie aus **Figur 21** ersichtlich ist, wo Bahn- und Strassentunnel am Fréjus und am Gotthard verglichen werden.

Während Mitte des letzten Jahrhunderts noch 200 Arbeitsstunden nötig waren, um ein Kubikmeter Hohlraum zu schaffen und auszukleiden, sind heute nur noch 4 Stunden erforderlich. Dies bedeutet z.B., dass, wenn der Gotthard-Strassentunnel mit den damaligen Mitteln in den siebziger Jahren dieses Jahrhunderts hätte gebaut werden sollen, er an die 20 Mia Fr. gekostet hätte und somit selbstverständlich nicht gebaut worden wäre. Der eingetretene Fortschritt in der Tunnelbautechnik machte somit den Strassentunnel möglich, und zwar nicht nur vom technischen sondern auch vom finanziellen Standpunkt aus.

Eine klare Folge des technischen Fortschrittes ist die Verringerung der Anzahl Mitwirkenden, und heute kann man sich in der Schweiz kaum mehr Bilder vorstellen, wie dasjenige, das 1874 beim Bau des Tunnels Mendrisio-Balerna aufgenommen worden ist (**Figur 22**). Wenige Dutzend Leute mit entsprechend modernen Maschinen würden die Arbeit mit viel kleineren Anstrengungen verrichten können.

Nun kommt gleich der Gedanke auf, ein solcher Fortschritt der Technik würde die Ursache der Arbeitslosigkeit sein. Das ist ein falscher, jedoch weit verbreiteter, aber kurzsichtiger Gedanke, der sich seit Anfang der Industrialisierung weiterschleppt und weiter gesponnen wird und zu unsinnigen Entscheiden führt. So wurde etwa, als vermeintliche, wenn auch gutgemeinte Beschäftigungspolitik, vom Baudepartement des Kantons Tessin in den dreissiger Jah-

ren dieses Jahrhunderts verordnet, dass beim Aushub des Tunnels in der Piottino-Schlucht keine mechanische Bohrhämmer zu verwenden seien, sondern dass die Bohrlöcher mit Meissel und Hammer von Hand ausgeführt werden sollen. So wurden einfach verfügbare, finanzielle Mittel unnötig vergeudet, statt sie in nützlicherer Arbeit anderswo einzusetzen unter Beschäftigung etwa derselben Leute.

Der Fortschritt der Technik führt somit im Tunnelbau gesamthaft zu einer Verringerung der eingesetzten Arbeiter, so z.B. wurden für den Gotthard-Bahntunnel an die 5'000 bis 6'000 Leute beschäftigt; beim Strassentunnel etwa zehnmal weniger. Entsprechend hat sich auch die Anzahl der Todesopfer, mindestens im gleichen Verhältnis, reduziert. Und bezüglich der Sicherheit auf der Baustelle sind seither noch wesentliche Fortschritte erzielt worden.

Interessant sind auch die Änderungen, die im Lohnwesen eingetreten sind.

Dadurch, dass sich die Leistungsfähigkeit der Mineure dank der Maschinen stark verbessert hat, kann folgende Tatsache mindestens teilweise erklärt werden. Beim Bahntunnel Fréjus im Jahre 1860 verdiente der Baustellenchef 30mal so viel wie die Mineure. Beim Strassentunnel unter dem gleichen Berg im Jahre 1975 war der Lohn des entsprechenden Baustellenchefs nur noch 3mal so hoch wie derjenige des Mineurs. Dabei spielt natürlich auch der Umstand eine Rolle mit, dass es im letzten Jahrhundert sehr viel weniger Ingenieure gab als heutzutage; sie waren entsprechend mehr geschätzt und relativ besser behandelt.

10. SCHLUSSBEMERKUNG

Ich hoffe, Ihnen mit diesen kurzen Ausführungen gezeigt zu haben, wie oft das Gotthard-Massiv untertunnelt worden ist und wie sich die Verhältnisse im Laufe der letzten Jahrhunderte geändert haben.

Ich möchte nur dem Wunsch Ausdruck geben, dass mit dem Basis-Bahntunnel der Gotthard noch einmal - wenn auch unter dem Lukmanierpass - durchbohrt werden wird.

Von der unerlässlichen Fertigstellung des Gotthard-Strassentunnels, der ja mit einer einzigen Röhre nur zur Hälfte gebaut worden ist, habe ich nicht zu sprechen gewagt.

Nach der Ausführung dieser zwei neuen Durchstiche könnte wahrscheinlich der Gotthard dann eine Weile in Ruhe gelassen werden.

Beilagen: Figuren 1 bis 22

Minusio, August 1998

Lo/hp

Lombardi AG

Beratende Ingenieure

Dr Ing. G. Lombardi, Präsident