

# Ein Blick zurück : die Erfolgsfaktoren für den qualitäts-, zeit- und kostengerechten Bau des Gotthard-Basistunnels

Autor(en): **Zbinden, Peter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Swiss bulletin für angewandte Geologie = Swiss bulletin pour la géologie appliquée = Swiss bulletin per la geologia applicata = Swiss bulletin for applied geology**

Band (Jahr): **22 (2017)**

Heft 2

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-738123>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Ein Blick zurück: Die Erfolgsfaktoren für den qualitäts-, zeit- und kostengerechten Bau des Gotthard-Basistunnels

Peter Zbinden<sup>1</sup>

Der vorliegende Artikel ist eine Zusammenfassung von verschiedenen Beiträgen aus dem Buch der Fachgruppe für Untertagebau (FGU) des SIA «Tunnelling the GOTTHARD» und aus dem Sonderdruck Beiträge zum «Forum Tunnelbau der RWTH Aachen» vom 18. November 2016 sowie eines Vortrags, gehalten an der Tagung und Generalversammlung der Schweizerischen Fachgruppe für Ingenieurgeologie am 7. April 2017 in Olten.

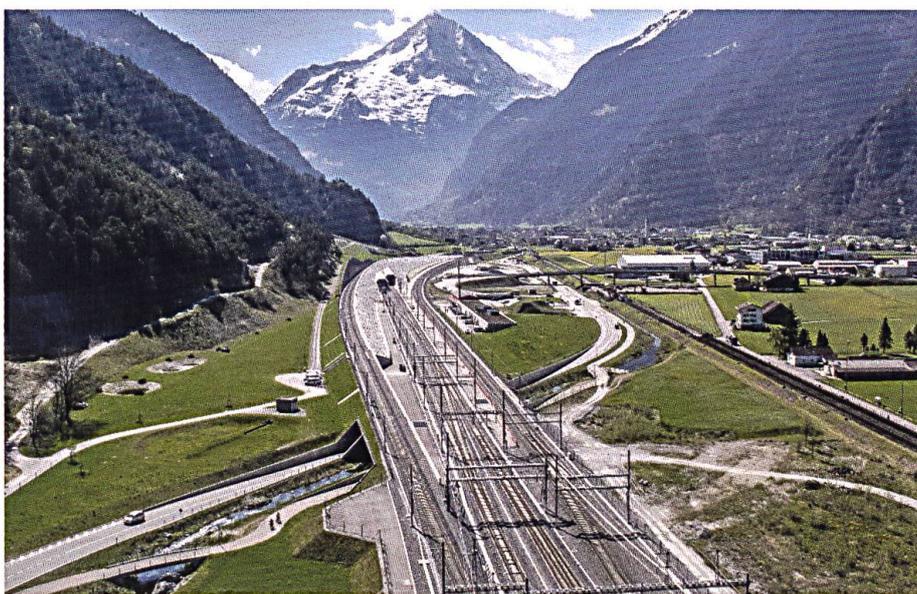


Bild 1: Nordportal Gotthard-Basistunnel in Erstfeld, Alp-Transit Gotthard AG.

## 1 Einleitung

Als die Neue Eisenbahn Alpen-Transversale (NEAT) am 27. September 1992 vom Schweizer Volk beschlossen wurde, konnte man bereits auf mehr als 30 Jahre Basistunnelplanung am Gotthard zurückblicken. Dies allein aber reichte nicht aus, um das anspruchsvolle Werk in Angriff zu nehmen und es dem späteren Betreiber zu übergeben.

Für das damals von der Projektleitung der SBB festgelegte Ziel

*«Wir wollen den Gotthard-Basistunnel in der vereinbarten Qualität, möglichst rasch und zu minimalen Kosten realisieren»*

erreichen zu können, bedurfte es noch einiges mehr, als nur die 30-jährige Erfahrung der vorangegangenen Planung für einen Basistunnel am Gotthard, zumal diese noch keinen Erfolg ausweisen konnte. Der Blick in die weiter zurückliegende Vergangenheit von ausgeführten grossen Bauwerken war nach dem Satz

*«Wer die Geschichte nicht kennt, ist gezwungen sie zu wiederholen»*

von Georg Santayana, spanischer Philosoph

<sup>1</sup> 1992–1997 Stv. Direktor Projektleitung AlpTransit Gotthard der SBB  
1998–2007 Vorsitzender der Geschäftsleitung AlpTransit Gotthard AG  
Freihofstrasse 11, 8703 Erlenbach (ZH);  
e-mail: a.p.zbinden@bluewin.ch

(1863 – 1952) angesagt. Damit begann die Suche in verschiedenen Archiven und Publikationen über früher erstellte Tunnelbauwerke, um daraus die notwendigen Lehren ziehen zu können. Die politische Diskussion vor der Volksabstimmung 1992 wirkte zu dem wie ein Brainstorming über mögliche Gefahren. Damit konnte unser Gefahrenkatalog erweitert und vervollständigt werden. Vor allem Punkte, die möglicherweise zu Problemen in zeitlicher und finanzieller Hinsicht hätten führen können (Fig. 1), wurden in den Medien breit diskutiert. Die Herausforderungen und die Lösungen dazu wurden von der Projektleitung AlpTransit Gotthard der SBB in einem Qualitätsmanagement systematisch aufgenommen und in den folgenden Jahren gepflegt.

Nach dem Prinzip:

*«Wer die Gefahren kennt, kann zu deren Beherrschung die notwendigen Massnahmen zeitgerecht planen und umsetzen»,*

respektive

*«Wer die Chancen kennt und die Massnahmen dazu zeitgerecht ergreift, kann zur effizienteren Zielerreichung beitragen»,*

entstand der Risiko- und der dazu gehörende Massnahmenkatalog für die Planung und den Bau des Gotthard-Basistunnels.

Nachfolgend wird dargelegt wie der Umgang mit den vorangegangenen Leitsätzen zu den Erfolgsfaktoren und damit zur erfolgreichen Erstellung des Gotthard-Basistunnels führte.

## 2 Der politische Prozess

Im Hinblick auf die Volksabstimmung am 27. September 1992 war dem Schweizer Stimmvolk der Nutzen der NEAT am Lötschberg und am Gotthard zu erklären und es davon zu überzeugen. Die Gegner der NEAT argumentierten mit wesentlich höheren Kosten als dem vom Parlament genehmigten Kreditrahmen. Zudem waren sie der Meinung, dass die NEAT nie rentieren würde und damit betriebswirtschaftlich nicht zu vertreten sei.

Da das Verkehrsdepartement der Eidgenossenschaft die SBB schon früh in das Konzept sowie in die Aussagen über Kosten und Bauzeit involviert hatte, konnte das anfangs kleine Team unter der Leitung von Peter Zuber an vorderster Front mitarbeiten. Die Argumente der Gegner der NEAT nahmen wir auf und vervollständigten den Gefahrenkatalog

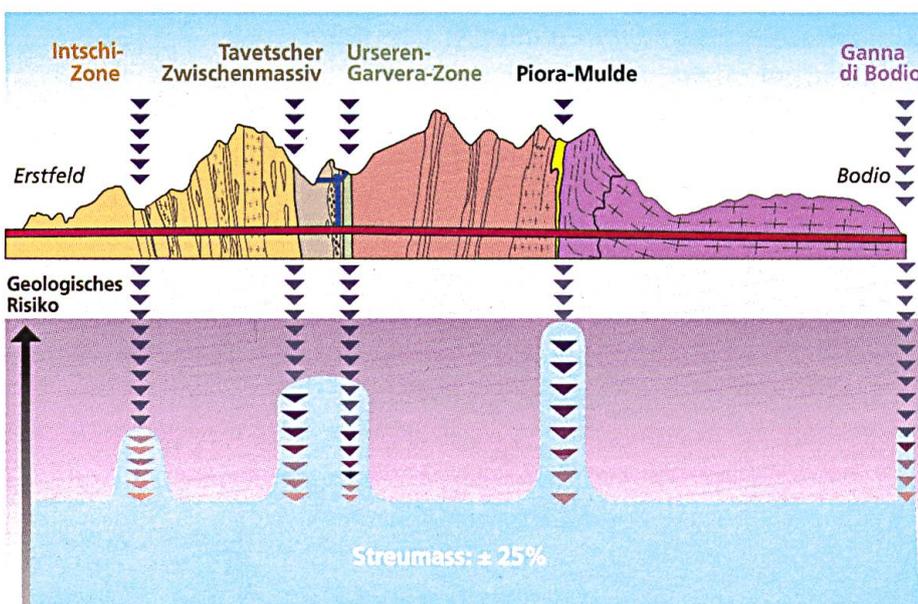


Fig. 1: Risikoprofil Gotthard-Basistunnel 1992, Projektleitung AlpTransit Gotthard der SBB.



Bild 2: Nationalratssaal, Bundeshaus Bern.

der Projektleitung AlpTransit Gotthard der SBB. Auf die Vorwürfe der Gegner während des politischen Prozesses wurden Antworten gesucht und auch gefunden. Damit entstand ein erster Entwurf eines Massnahmenkatalogs zur Beherrschung der Gefahren resp. zur Nutzung der Chancen. Die Botschaft des Bundesrates an das Parlament und der politische Prozess danach kann mit Recht als Fundament und erster Erfolgsfaktor beim Bau des Gotthard-Basistunnels bezeichnet werden. Die politische Diskussion verbesserte zweifellos die Qualität des Bauwerkes und die Aussagen über Bauzeit und Kosten.

Die Begleitung der NEAT-Aufsichtsdelegation des Parlamentes während der gesamten Bauzeit des Gotthard-Basistunnels war für die Projektleitung AlpTransit Gotthard sehr hilfreich, wirkte unterstützend und förderte das Verständnis auf beiden Seiten. Die Aufsichtsdelegation trug wesentlich zum guten Gelingen und zum gegenseitigen Vertrauen bei.

### 3 Erkenntnisse aus historischen Tunnelbauwerken

Folgende früher erstellte Bauwerke im schweizerischen Alpenraum wurden näher betrachtet:

- Urner Loch (1707 bis 1708, Länge 64 m)
- Gotthard-Bahntunnel (1872 bis 1882, Länge 15'003 m)
- Lötschberg-Bahntunnel (1907 bis 1913, Länge 14'612 m)
- Hauenstein-Basistunnel (1912 bis 1916, Länge 8'134 m)
- Gotthard-Strassentunnel (1970 bis 1980, Länge 16'942 m)

Die Sichtung der verschiedenen Akten aus den Archiven und dem persönlichen Wissen der Mitglieder des Projektleitungsteams sowie der beauftragten Ingenieure und Geologen ergaben für die Projektleitung zu Beginn folgende Erkenntnisse:



Bild 3: Urnerloch um 1890, G. Sommer, Neapel.

- Die Kostenangaben müssen korrekt sein und dürfen nicht manipuliert werden.
- Das «Vier-Augen-Prinzip» und ein konsequentes Qualitätsmanagement mit Risikoanalysen und Massnahmenpläne sind von Anfang an sehr wichtig.
- Geeignete Planungsteams (Ingenieure und Geologen) zu fairen Preisen sind entscheidend für das gute Gelingen.
- Die Ausschreibungen müssen klar und die Verträge mit Einbezug eines Streitschlichtungsteams fair sein.
- Die Arbeitssicherheit muss wesentlich verbessert werden.

Die detaillierten Ausführungen und Erkenntnisse zu den aufgeführten Punkten sind im Sonderdruck Beiträge zum «Forum Tunnelbau mit Ausstellung Historische Alpen-durchstiche anlässlich der Eröffnung des Gotthard-Basistunnels an der RWTH in Aachen» vom 18. November 2016 dargelegt.

Alle bisher erstellten langen Tunnelbauwerke wiesen eine grosse Anzahl von Todesfällen auf (Fig. 3). Dies wollten wir beim Gotthard-Basistunnel verhindern. In sämtlichen Ausschreibungen wurden von den offerierenden Unternehmungen Sicherheits- und Unfallverhütungskonzepte verlangt. Auf allen Baustellen wurden zudem mit dem STOP RISK Plakat auf die Eigenverantwortung aller auf den Baustellen tätigen Mitarbeitenden

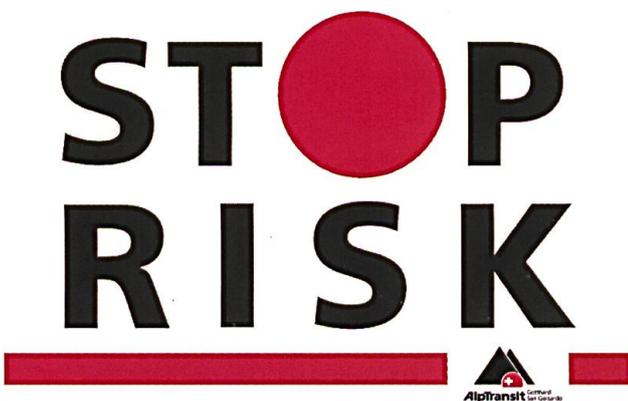


Fig. 2: STOP RISK - Kampagne der Alptransit Gotthard AG.

hingewiesen (Fig. 2). Damit gelang es uns die Anzahl der tödlichen Unfälle massiv zu reduzieren. Doch unser Ziel den Bau ohne Todesfälle auszuführen, haben wir leider nicht erreicht. Jeder Todesfall auf einer Baustelle war und ist heute noch einer zu viel!

#### 4 Erkenntnisse aus jüngeren Bauwerken

Nebst der Auswertung von historischen Tunnelbauten galt es auch Erfahrungen von Bauten aus jüngerer Zeit zu berücksichtigen. Der bereits seit einigen Jahren im Betrieb stehende Kanaltunnel wurde durch Besuche bei der Betriebsgesellschaft in den 90er Jahren in die Auswertung einbezogen. Wir konnten den verantwortlichen Personen folgende Frage stellen:

*«Was würden Sie nach dem heutigem Wissen verändern respektive belassen und warum?»*

Die Antworten darauf ergaben entscheidende Impulse für die weitere Projektierung im Hinblick auf das Unterhaltskonzept und die bahntechnischen Ausrüstungen. Nebst dem Kanaltunnel zogen wir die Erkenntnisse aus folgenden Bauwerken bei:

- Sondierstollen für den Strassentunnel Rawil (1974 bis 1978)
- S-Bahn Zürich (1981 bis 1990)
- Um- und Ausbau des Hauptbahnhofs Zürich in den 80er Jahren.

Durch die Auswertung der vorliegenden Bauwerke wurde erkannt, dass das Gestaltungs- und Entscheidungspotenzial zu Beginn eines Projektes am grössten ist und im Laufe des Projektfortschrittes abnimmt (Fig. 4). Daraus abgeleitet erstellte das Projektteam zusammen mit der SBB noch vor der Übernahme der Projektverantwortung vom Bundesamt für Verkehr (BAV) ein Betriebs-, Unterhalts-, Sicherheits- und Rettungskonzept für den späteren Bahnbetrieb

# Arbeitsicherheit

## Todesfälle früher und heute

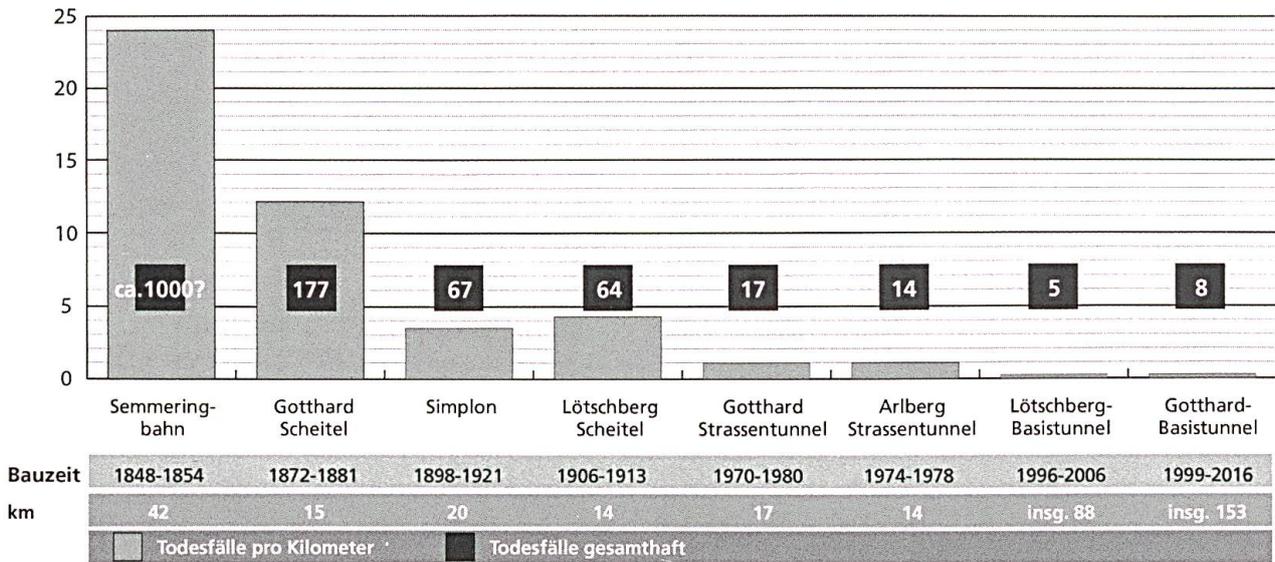


Fig. 3: Diagramm Todesfälle früher und heute.

des Gotthard-Basistunnels als Grundlage für die Ausarbeitung des Vor-, Bau- und später des Ausführungsprojektes.

Aus den vorangegangenen Erkenntnissen der in jüngster Zeit erstellten Bauwerke wurden folgende Grundsätze für die Planung und Projektierung des Gotthard-Basistunnels formuliert:

- Die Anlagen sollen einfach und robust geplant und gebaut werden. Dies um Investitions- und Unterhaltskosten so tief wie möglich zu halten.
- Nur robuste und einfach zu bedienende Anlagen funktionieren im Ernstfall (siehe Brand im Kanaltunnel am 18. November 1996).

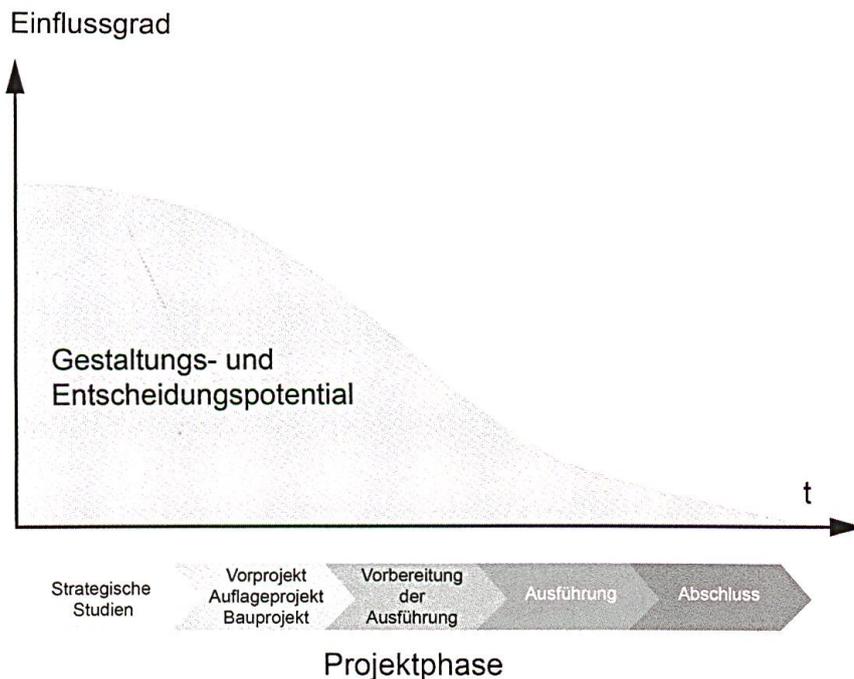


Fig. 4: Gestaltungs- und Entscheidungspotenzial im Projektverlauf.

- Geeignete, aufwärtskompatible Organisation der Bauherrschaft sichert langfristig das im Laufe der Zeit erarbeitete Wissen.
- Klare und ungeteilte Verantwortung zwischen Bauherrschaft, Aufsichts- und politischen Behörden ist für das Gelingen des Projektes entscheidend.
- Betriebs-, Unterhalts-, Sicherheits- und Rettungskonzepte müssen die Grundlage/Bestellung für die Planung und Projektierung sein.
- Klare Grundsätze für Planung und Projektierung festlegen, dazu gehörte das bei der S-Bahn Zürich eingeführte und auf die Objekte des Gotthards weiter entwickelte Projektcontrolling.
- Die Überwachung der Stauhaltungen sind frühzeitig d.h. vor Vortriebsbeginn in Angriff zu nehmen (Bild 4).

Die Zukunft wird zeigen, ob die Anlagen robust und einfach genug gebaut wurden, um die notwendige Sicherheit im Ereignisfall zu gewährleisten und die Unterhaltskosten so tief wie möglich zu halten.

Die Erläuterungen zu diesen aufgeführten Grundsätzen für die Planung und Projektierung können dem Buch «Tunnelling the GOTTHARD» der Fachgruppe für Untertagebau (FGU) des SIA in verschiedenen Beiträgen entnommen werden.

## 5 Erkenntnisse aus der Risikoanalyse und dem Massnahmenplan

Nachdem das Referendum für eine Volksabstimmung über den Beschluss der NEAT und dessen Kredit im Januar 1992 zustande kam, begann der politische Prozess für die Volksabstimmung. Sie fand am 27. September 1992 statt und der Beschluss für die NEAT wurde von Volk und Ständen mit über 63% angenommen. Während der politischen Diskussion warnten die Gegner, wie schon erwähnt, vor vielen möglichen Gefahren. Viele dieser wurden von der Projektleitung bereits früher

erkannt, und die Massnahmen waren geplant oder bereits in Ausführung. Dazu gehörte die Erkundung der Piora-Mulde, die Tiefbohrungen in das Tavetscher Zwischenmassiv, die geologische und ingenieurmässige Bearbeitung der Intschizone und des Bergsturzes Gana di Bodio (Fig. 1). Durch den bereits 1993 begonnenen Bau des Sondierstollens in die Piora-Mulde, konnte schon 1998 nachgewiesen werden, dass die Durchörterung dieser Zone für den Tunnelbau keine besondere Herausforderung mehr war.

Die politische Diskussion im Jahr 1992 erweiterte und ergänzte die Risikoanalyse sowie den Massnahmenkatalog der Projektleitung. Durch die Erweiterung des Kataloges wurden neu auch die Chancen aufgenommen und konsequent verfolgt. Am 19. Dezember 1997 konnte die Projektleitung ihr Qualitäts- und Management-System erstmals zertifizieren lassen.

Es darf heute festgehalten werden, dass die damals zu Beginn erkannten Gefahren und Chancen resp. die getroffenen Massnahmen für deren Umsetzung während der Planung und dem Bau wesentlich zum guten Gelingen des Gotthard-Basistunnels beitrugen. Sie decken sich zum Teil mit den Erkenntnissen aus früheren Bauwerken. Die wichtigsten Massnahmen sind folgende:

- Die richtige Auswahl der Projektierungsteams aus Geologen und Ingenieuren
- Das ab Projektbeginn eingeführte 4-Augenprinzip
- Die frühe Fokussierung auf geologisch und hydrologisch schwierige Zonen (Pioramulde, Tavetscher-Zwischenmassiv etc.) mit den frühzeitigen Sondierbohrungen dank dem vom Parlament genehmigten Kredit von 500 Mio. Fr. für Projektvorbereitungen (Fig. 1)
- Die frühe Zusammenarbeit mit den Technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne sowie der Einbezug der Praktiker im Tunnelbau gaben wesentliche Impulse.

- Die enge Zusammenarbeit der beiden Achsprojektleitungen Lötschberg und Gotthard
- Der frühe Einbezug der Raumplanung, der Architektur und der Umweltschutzorganisationen verbesserte das Projekt wesentlich (Bild 1).
- Die betroffene Bevölkerung zu Beteiligten machen
- Der frühzeitige Umgang mit der Gefahr der Staumauern und der rechtzeitige Beginn der Gebirgs- und Staumauervermessungen (Bild 4)
- Die Arbeitssicherheit wurde in der Projektbearbeitung und Ausschreibung berücksichtigt und half die tödlichen Unfälle zu reduzieren (Fig. 2 und 3).
- Die Eignungs- und Zuschlagskriterien wurden auf Grund der Risikoanalyse und dem Massnahmenplan gewählt und führten damit zu den wirtschaftlich günstigsten Unternehmungen.
- Keine Durchführung von Abbotsgespräche nach der Offerteröffnung (dies gelang uns ausser bei der Vergabe des Bauloses Erstfeld)
- Die Personalführung nach dem Prinzip der «Menschenorientierten Führung».

Die detaillierten Ausführungen zu den Risiken und zu den wichtigsten getroffenen Massnahmen finden sich in verschiedenen Beiträgen im genannten Buch «Tunneling the GOTTHARD» der FGU.

## 6 Die Erfolgsfaktoren

Aus den Erkenntnissen von früher erstellten Bauwerken und deren Beachtung sowie den getroffenen Massnahmen aus den regelmässig durchgeführten Risikoanalysen können rückblickend und zusammenfassend aus den Kapiteln 3, 4 und 5 folgende Erfolgsfaktoren für den qualitäts-, zeit- und kostengerechten Bau des Gotthard-Basistunnels genannt werden, deren detaillierten Beschreibungen sich ebenfalls in verschiedenen Beiträgen im Buch «Tunneling the GOTTHARD» der FGU finden:

- Die Qualität der NEAT-Botschaft, der politische Prozess dazu und die Begleitung der NEAT-Aufsichtsdelegation während dem Bau
- Der frühe Einbezug der SBB für die Betriebs-, Unterhalts-, Sicherheits- und



Bild 4: Vermessung der Staumauern im Hochgebirge, Alptransit Gotthard AG.

- Rettungskonzepte als Grundlage bzw. Bestellung für die Projektierung
- Die Aufarbeitung des Bauprojektes von 1975 für einen ersten Basistunnel durch den Gotthard und deren resultierenden Erkenntnisse für die Angaben der Kosten und der Bauzeiten für die Botschaft des Bundesrates an das Parlament
  - Der Rückblick auf die Geschichte von früheren Bauwerken und die daraus gezogenen Lehren
  - Die richtige Auswahl der Projektierungsteams aus Geologen und Ingenieuren
  - Das ab Projektbeginn eingeführte Risikomanagement mit dem 4-Augenprinzip und das weiter entwickelte Projektcontrolling der S-Bahn Zürich
  - Die frühe Fokussierung auf geologisch und hydrologisch schwierige Zonen (Pioramulde, Tavetscher-Zwischenmassiv, etc.) mit den frühzeitigen Sondierbohrungen dank dem vom Parlament genehmigten Kredit von 500 Mio. Fr. für Projektvorbereitungen (Fig. 1)
  - Die frühe Zusammenarbeit mit den Technischen Hochschulen in Zürich und Lausanne sowie der Einbezug der Praktiker in die Arbeitsgruppe Bautechnik
  - Die enge Zusammenarbeit der beiden Achsprojektleitungen Lötschberg und Gotthard
  - Die internationale Vernetzung mit anderen langen Tunnelprojekten (Kanaltunnel, Mont-Cenis, Semmering und Brenner)
  - Der frühe Einbezug der Raumplanung, der Architektur und der Umweltschutzorganisationen (Bild 1)
  - Der frühzeitige Umgang mit der Gefahr der Staumauern und der rechtzeitige Beginn der Gebirgs- und Staumauervermessung (Bild 4)
  - Die betroffene Bevölkerung in den Kantonen Uri, Graubünden und Tessin zu Beteiligten gemacht
  - Die Risikoanalyse und der Massnahmenplan führten zu den richtigen Eignungs- und Zuschlagskriterien und damit zu den wirtschaftlich günstigsten Unternehmungen

- Der Abschluss von fairen Verträgen mit der festgelegten Streitschlichtung
- Keine Durchführung von Abgebotsgesprächen nach der Offerteröffnung
- Die Arbeitssicherheit hatte oberste Priorität (Fig. 2 und 3),
- Die Personalführung nach dem Grundsatz der «Menschenorientierten Führung» Vorbild sein, Verantwortung übernehmen und Vertrauen schenken.

## **7 Der Beweis für das richtige Vorgehen und für die getroffenen Massnahmen**

Die Angabe des Kostengenauigkeitsgrades von -10% bzw. +30 bis 40% in der Botschaft für den Bau der schweizerischen Eisenbahn-Alpentransversale war erstmalig. Sie war ehrlich und gleichzeitig aber auch fundiert. Sie beruhte auf dem von den SBB ausgearbeiteten Projekt von 1975, das zur Zeit der Botschaft 1990 bereits 15 Jahre alt war und zwischenzeitlich erweitert und verändert wurde. Zu diesem Zeitpunkt wurden die Kostenangaben der Fachleute nach jeweils intensiven Diskussionen anerkannt, und es wurden in der Entscheidungsphase keine politischen Kostensenkungen vorgenommen. Die damalige Situation darf heute als einmalig betrachtet werden und zeugt im Nachhinein von gegenseitigem Vertrauen und von Weitsicht aller Beteiligten. Um die Kostenangaben im Bundesbeschluss von 1991 mit den mutmasslichen Endkosten vom 31. Dezember 2016 vergleichen zu können, müssen Erstere mit dem NEAT-Teuerungsindex des BAV auf die Preisbasis von 1998 hochgerechnet werden. Die Kosten im Bundesbeschluss von 1991 (Projektstand 1989, Preisstand 1991) betragen 6,41 Mia. Fr. Werden diese mit dem NEAT-Teuerungsindex zur Vergleichbarkeit auf die Preisbasis von 1998 berechnet, so ergibt dies 6,79 Mia. Fr. Die detaillierten Erläuterungen zu diesem Betrag sind im Buch «Tunnelling the GOTTHARD» der FGU im Beitrag «Kosten- und Terminüberlegungen» enthalten.

Die mutmasslichen Endkosten gemäss dem Standbericht der NEAT-Aufsichtsdelegation des Parlamentes von Ende 2016 werden mit 9,54 Mia. Fr. (Preisstand 1998) angegeben. Das im Bundesbeschluss von 1991 angegebene Streumass von -10% / +30 bis + 40% für dieses ca. 25 Jahre dauernde Projekt eines tiefliegenden 57 km langen Basistunnels reichte also aus (Figur 5). Dieses Resultat ist unter Berücksichtigung der Tatsache, dass rund die Hälfte der Kostenerhöhung von bewussten Zusatzbestellungen des Bundes stammt, speziell zu würdigen. Nebst einem Quäntchen Glück ist dieses Resultat auch wahrlich eine Meisterleistung aller beteiligten Geologen und Ingenieure.

Die damals angegebene Bauzeit nach der Vergabe der Hauptlose von 13 bis 14 Jahren (Bauprojekt SBB 1975) resp. 12 bis 15 Jahre (Botschaft 1990) hält den heutigen Kenntnissen ohne weiteres Stand (effektive Bauzeit 2000 bis 2016). Die Bauzeitverlängerung von ca. zwei bis drei Jahren ist hauptsächlich durch die geologischen Schwierigkeiten in der Multifunktionsstelle Faido bzw. im Los Bodio und mit den um ca. 3 Jahren verspäteten Bewilligungen im Kanton Uri begründet. Die Pioramulde, das Tavetscher-Zwischen-

massiv und die Unterfahrungen der Stauhaltungen haben die Baukosten nicht erhöht und die vorgesehene Bauzeit nicht verlängert.

Nun kann man sich heute auch die Frage stellen:

*Was würden wir nach dem heutigen Wissen verändern oder verbessern?*

«Wo gearbeitet wird, werden bekanntlich Fehler gemacht und wo nicht gearbeitet wird, werden auch keine Fehler produziert.» Diese allgemeine Weisheit gilt auch hier. Die Antwort auf die oben aufgeführte Frage kann wiederum im Buch «Tunnelling the GOTT-HARD» der FGU ab Seite 696 unter dem Schlusswort nachgelesen werden.

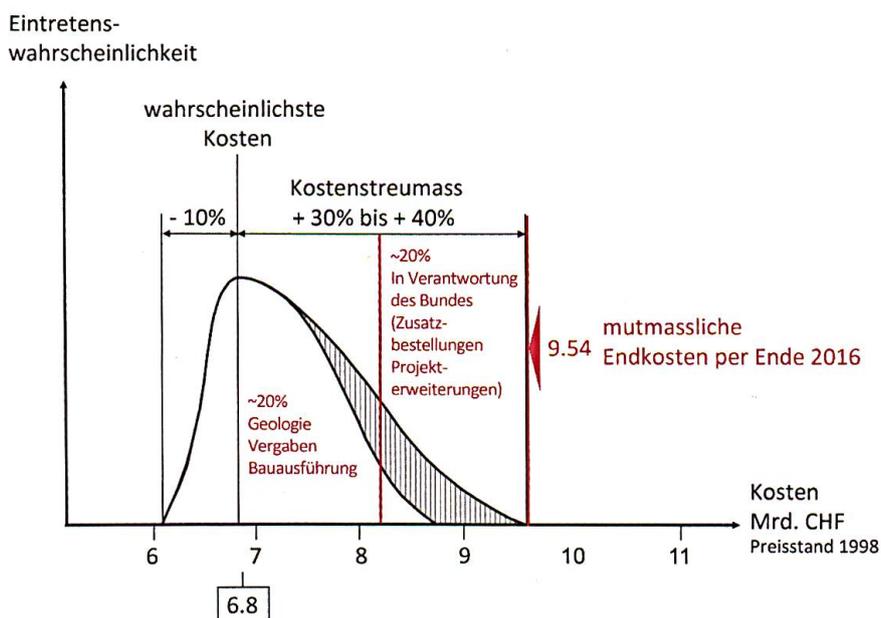


Fig. 5: Streumass des Bundesbeschlusses 1991 im Vergleich mit den voraussichtlichen Endkosten per Ende 2016, Heinz Ehrbar.

## Mein Dank

Unter Berücksichtigung, dass seit dem Bau des Simplontunnels vor über 100 Jahren keine Erfahrungen für lange und tiefliegende Vortriebe von Verkehrstunneln mit Felstemperaturen von bis zu 50 °C vorhanden waren, darf den Verantwortlichen und den beauftragten Ingenieuren und Geologen des SBB Projektes von 1975 sowie den beauftragten Geologen und Projektingenieuren des nun ausgeführten Gotthard-Basistunnels grosse Anerkennung ausgesprochen werden. Dazu gehören auch alle Mitarbeitenden der Unternehmungen.

In meinen Dank schliesse ich folgende Personen ein:

- Prof. Dr. Kalman Kovári für die bautechnischen Beratungen und Impulse im Tunnelbau,
- Franz Kilchenmann, Dipl.-Ing. als ehemaligen Direktor der BLS AlpTransit AG für die gute Zusammenarbeit in den entscheidenden Phasen und
- Peter Zuber, Dipl.-Ing. (+2011) als meinen Vorgesänger für die umsichtige und gründliche Vorbereitung des Bauvorhabens ein.

Zum guten Gelingen haben aber auch ganz wesentlich die Mitarbeitenden auf allen Stufen der AlpTransit Gotthard AG beigetragen. Ich danke ihnen ganz besonders.

## Literatur

- Angele, H.C. & Schneebeli, W. 1997: Umweltmanagement AlpTransit, SIA
- Ehrbar, H., Gruber, L. & Sala, A. 2016: Tunneling the GOTTHARD, mit Fachbeiträgen von über 100 Autoren, Fachgruppe für Untertagebau des SIA (FGU)
- Etterlin, A.: Rekonstruktion Hauenstein-Basistunnel
- Fechtig, R. & Glättli, M. 1990: Projektierung und Bau der S-Bahn Zürich
- Furrer, C., Vogel, H-P., Fagagnini, H-P., Zbinden, P. & Ehrbar, H. et al. 2016: Unser Weltrekordtunnel, Verlag Weltbild
- Kovári, K. & Fechtig, R. 2004: Historische Alpendurchstiche in der Schweiz, Gesellschaft für Ingenieurbaukunst
- Kellenberger, J. & Zbinden, P. 1994: Sicherheitsorientierte Prüfung, Baublatt
- Märki, E. 1996: Qualitätsmanagement bei der Vergabe von Bauleistungen, Baublatt
- Märki, E., Schaad, M.F., Moser, R. & Zbinden, P. 1998: Vertragsplanung: Ein Ergebnis von Risikoanalyse und Projektplanung, Geomechanik Kolloquium Salzburg
- Rutschmann, W. 2004: Neue Eisenbahn-Alpen-transversale, Gotthard-Basislinie, SBB Historic
- SBB Kreis III: Der Hauptbahnhof Zürich im Wandel der Zeit
- SBB und private Archive
- Sprenger, R. K.: Vertrauen führt, Campus Verlag Frankfurt/Main
- Steiger, R. 1990: Menschen orientierte Führung, Verlag Huber Frauenfeld
- Zbinden, P. 2016: Forum Tunnelbau mit Ausstellung Historische Alpendurchstiche an der RWTH Aachen vom 18.11.2016