ETH-Tunnelbau-Symposium 1994: Basistunnel durch die Alpen

Autor(en): **Pfleghard, Ueli**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **112 (1994)**

Heft 18

PDF erstellt am: **28.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-78430

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 Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

gung sorgen Dieselgeneratoren auf beiden Seiten des Kanals für die Aufrechterhaltung der wichtigsten Funktionen, wie Beleuchtung und Kommunikation, und Diesellokomotiven in beiden Terminals für das Abschleppen der Züge.

Die Oberleitungen sind in nur 1,2 km lange Bereiche unterteilt. Von einer Leitungsbeschädigung wird also jeweils nur ein Zug betroffen.

Die in den Wartungstunnels laufend gedrückte Luft gelangt über Auslassöffnungen in die Eisenbahntunnels (Bild 6). Tore an den Enden des Wartungstunnels sorgen dafür, dass der Luftdruck hier immer höher ist als in den Tunnels selbst und im Brandfall ein rauchfreier Bereich zum Evakuieren der Passagiere entsteht.

Über die Gleisverbindungen in den grossen Kavernen für die Überleitstellen im Kanaltunnel (Bild 8) können bei Betriebsstörungen und Wartungsarbeiten Züge von einem in den anderen Eisenbahntunnel fahren, wozu die hier eingebauten Luftschotts vorübergehend geöffnet werden. Ansonsten sind die Luftströme in beiden Eisenbahntunnels voneinander getrennt, sieht man von den Druckausgleichsstollen ab. Im Brandfall kann der Rauchfluss über zusätzliche Gebläse so gesteuert werden, dass die Rettungs- und Löschmassnahmen erleichtert werden.

Zwischen den Kontrollzentren in beiden Terminals und den Mitarbeitern im Tunnnel und in den Zügen bestehen leistungsfähige Kommunikationsverbindungen. Diese teils drahtlosen und teils drahtgebundenen Systeme sind so ausgelegt, dass bei Ausfall eines Systems sofort ein anderes verfügbar ist.

Der Wartungstunnel verfügt über ein Leitsystem in der Betonfahrbahn und eine von äusserer Energiezufuhr unabhängige, luftreifengestützte Transportanlage (Bild 9). Damit können Personal- und Rettungsdienste jede Unfallstelle mit einer Geschwindigkeit von 80 km/h anfahren. Dafür gibt es an beiden Tunnelenden einheitliche Wartungs-, Ambulanz- und Feuerwehrfahrzeuge mit Dieselmotorantrieb.

In den Eisenbahntunnels befinden sich zur Brandbekämpfung in Abständen von nur 125 m Hydranten (Bild 10). Die Rohrleitungen dafür sind sicherheitshalber im Wartungstunnel verlegt.

Sollte die vollständige Evakuierung eines Eisenbahntunnels notwendig sein, werden zunächst einmal alle nachfolgenden Züge den Tunnnel rückwärts verlassen. Deshalb ist die Lokomotive am Zugende bzw. der hintere Triebkopf stets mit einem Triebfahrzeugführer besetzt. Die Signalanlagen sind, wie bereits erwähnt, für solche Richtungswechsel ausgelegt.

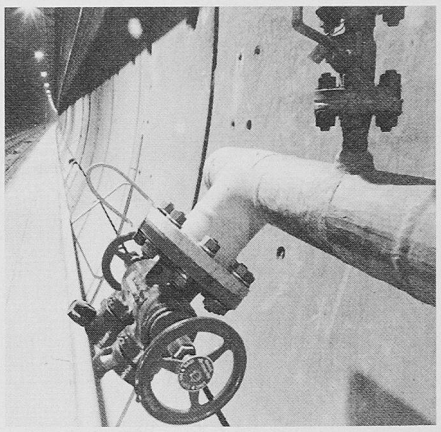


Bild 10. Löschwasserhydrant im Tunnel

Die durchfahrenden Güterzüge verlassen den Tunnel in Fahrtrichtung. In den Wartungstunnels evakuierte Passagiere werden von einem Zug im anderen Eisenbahntunnel aufgenommen. Sollte dies nicht möglich sein, verlassen sie den Tunnel in Wartungs- und Rettungsfahrzeugen.

In jedem der beiden Terminals befindet sich neben dem Kontrollzentrum eine vollständig eingerichtete Leitstelle, die in Notfällen mit Mitarbeitern der Rettungsdienste sowie mit Eurotunnel-Personal besetzt werden kann.

AB

ETH-Tunnelbau-Symposium 1994: Basistunnel durch die Alpen

Die ETH Zürich – insbesondere die Institute für Geotechnik, für Bauplanung und für Baubetrieb – lud am 24./25. März 1994 zu einem internationalen Symposium über grosse Tunnelbauten ein. Die Tagung stand unter dem Patronat der Fachgruppe für Untertagbau des SIA und der Schweiz. Gesellschaft für Boden- und Felsmechanik. Neben Grundsätzlichem sollte auch der Stand der Projekte der Basistunnels aufgezeigt werden – ein spannendes Thema nach der Annahme der «Alpeninitiative» in der Schweiz.

Vor ziemlich genau zwei Jahren versammelten sich Tunnelbauer und zugewandte Kreise, um sich nach einem engagierten Vortrag von Bundesrat *Ogi* in die Problematik des Alptransit (NEAT) einführen zu lassen. Diese Tagung galt zudem als Teil der Kampagne für die nachfolgende Volksabstimmung.

Man durfte deshalb mit einiger Spannung dem diesjährigen Symposium entgegensehen, um so mehr, als ausländische Referenten aus unseren Nachbarländern angekündigt waren, nicht selbstverständlich nach unserem Nein zum EWR und dem positiven Abstimmungsresultat zur Alpeninitiative. Erfreulich war es jedoch, an dieser Tagung festzustellen, dass Diskussionen über den schienengebundenen Verkehr grenzüberschreitend und sachlich geführt werden.

Kommende Alpen-Basislinien

Dies galt hauptsächlich für die erste Gruppe von Referaten, die sich mit den verkehrspolitischen Aspekten durch die Alpen beschäftigte. Alle Staaten Mitteleuropas von Ventimiglia bis Wien müssen sich mit der Erneuerung ihrer vor hundert Jahren gebauten Transitlinien auseinandersetzen. Denn der Druck der Ökologie auf die Ökonomie wird immer grösser und verbannt die Eisenbahn der Zukunft unter den Boden. Dies bedeutet immense finanzielle Aufwendungen aller beteiligten Staaten, die auch volkswirtschaftlich verkraftbar sein müssen. Deshalb entstand der Wunsch nach grenzübergreifenden Gesprächen im Hinblick auf die Definition der Hauptachsen und Randbedingungen. Geometrie, Gewichte und schwerpunktmässig auch die Umweltnormen bedürfen einer Regelung auf hohem Schutzniveau. Dies soll die Planungssicherheit verbessern und die Privatfinanzierung erleichtern.

Als Hauptachsen für das kommende 21. Jahrhundert werden vier Alpen-Basislinien vorgesehen, die aber verkehrsgeographisch an ihren Endpunkten Verzweigungen brauchen:

☐ Im Westen beginnend soll ein Mont-Cenis-Basistunnel den Raum Lyon mit dem Industriegebiet um Turin verbinden. Dies bedeutet die Entlastung der beiden Strassentunnels in den Savoyer Alpen und den Zusammenschluss der beiden Schnellbahnsysteme von Frankreich mit Italien.

☐ Im mittleren Bereich liegen die beiden Schweizer Projekte mit den Basistunnels durch den Lötschberg und den Gotthard, wobei ersterer zur Lösung regionaler Probleme im Wallis beitragen soll. Aber auch für den Gotthard werden die Zubringer aus der Ostschweiz und dem Raum Zürich ausgebaut, um vor allem das Ostalpenbahn-Versprechen des Bundes einzulösen.

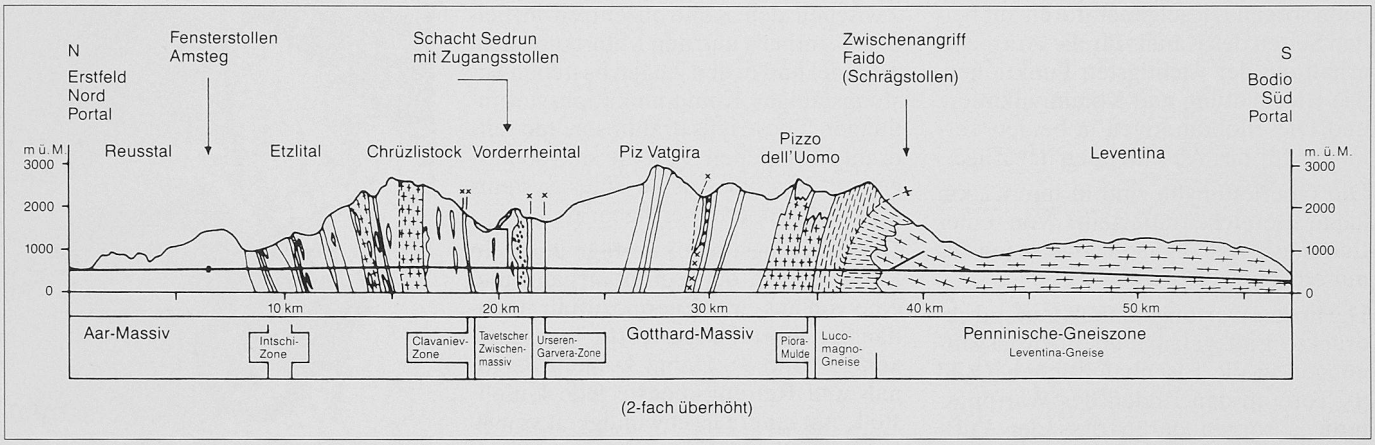


Bild 1. Geologisches Längenprofil des 57 km langen Gotthard-Basistunnels. Zwischenangriffe erfolgen in Amsteg UR, Sedrun GR und Faido TI

□ In Österreich wird das Projekt Brennerbahn studiert, und erste Ausbauschritte sind mit der Umfahrung Innsbruck bereits in Ausführung. Die Eröffnung dieses 12 km langen Tunnels ist für dieses Frühjahr vorgesehen. Beizufügen ist, dass für den Brenner-Basistunnel die Abzweigung und die ersten 200 m bereits gebaut sind. Aus Österreich spürt man für diese Erneuerung Tatkraft und Optimismus.

Die Schweizer Projekte

In einem zweiten Block von Vorträgen referierten Vertreter der Bauherren und Projektverfasser über den Stand der Vorprojekte der beiden schweizerischen Basistunnels.

Gotthardlinie

Für die Gotthardlinie durfte mit Befriedigung die Aussage zur Kenntnis genommen werden, dass das Vorprojekt die vom Bun-

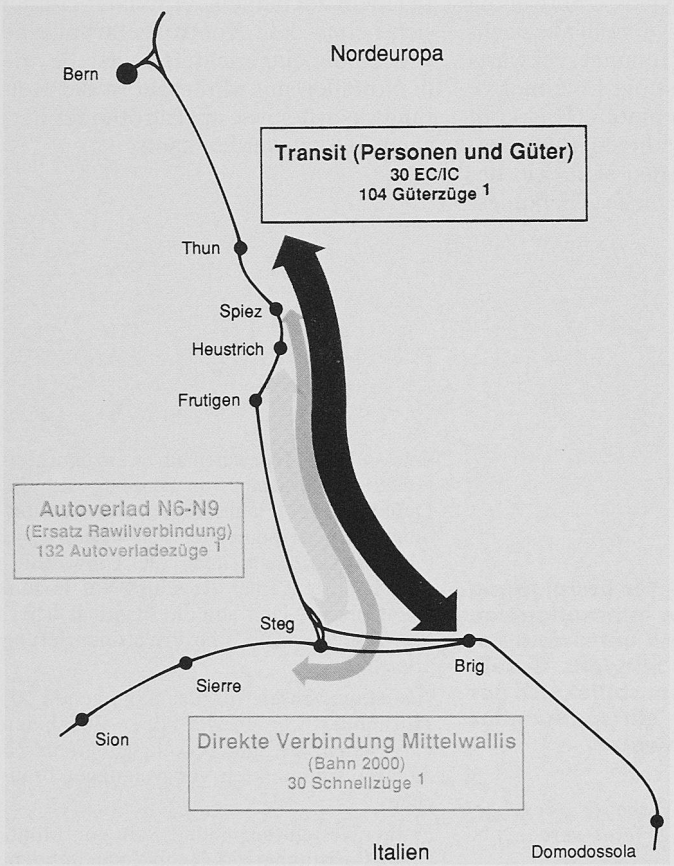


Bild 2. Die drei Funktionen der Lötschberg-Basislinie (1Kapazität der Linie, Anzahl Züge pro Tag in beiden Richtungen zusammen)

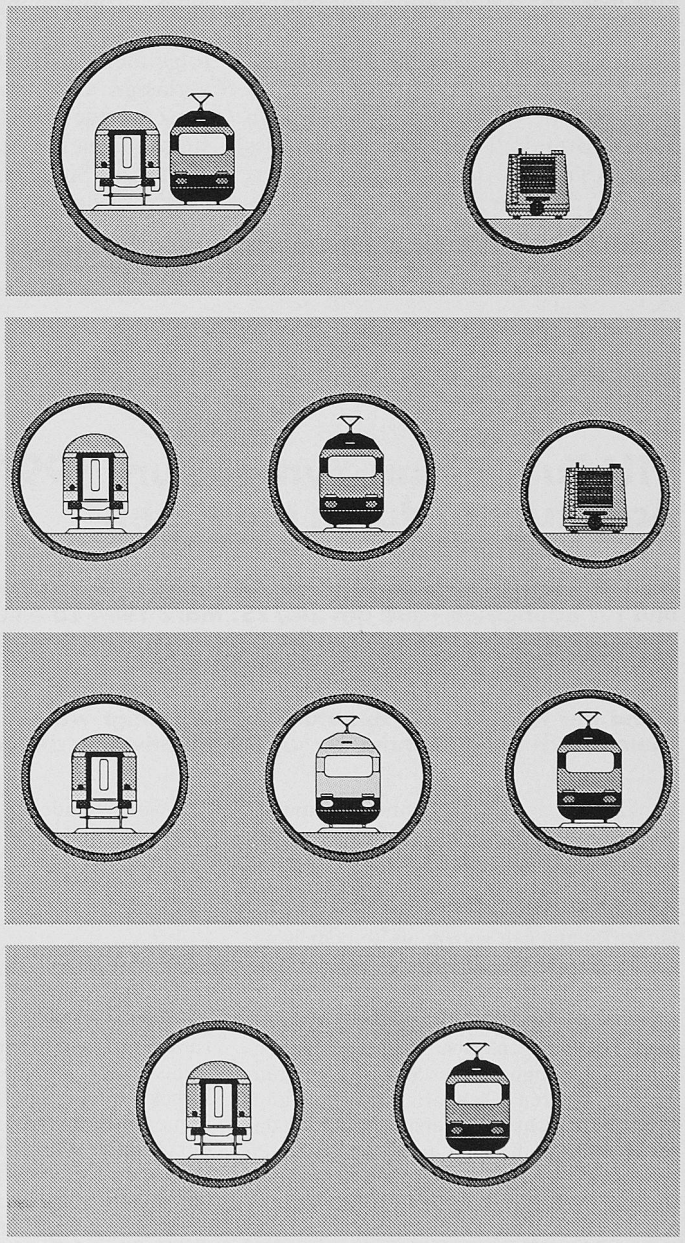


Bild 4. Tunnelsystemvarianten. Für den Gotthard-Basistunnel ist die Wahl auf zwei parallele Einspurröhren (unterste Variante) mit regelmässigen Querverbindungen und Möglichkeiten zum Gleiswechsel (Bild: Basler & Partner AG)

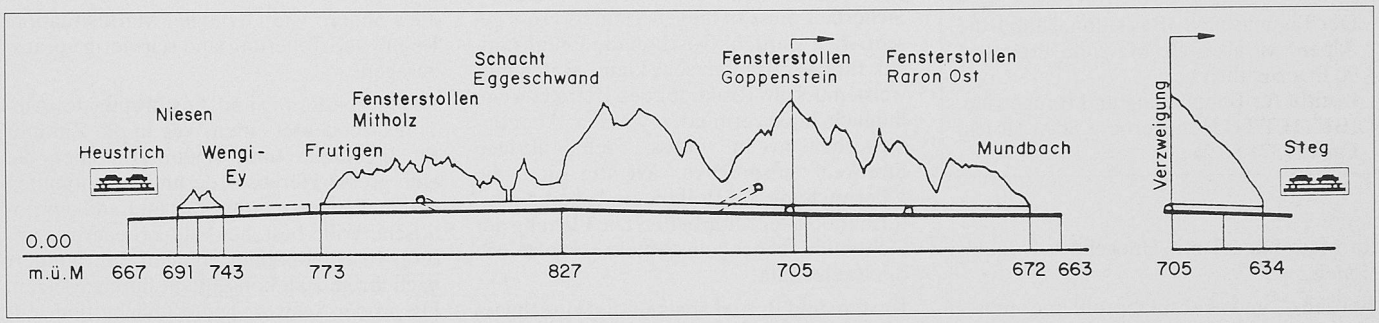


Bild 3. Längenprofil der Lötschberg-Basislinie (Variante «Gesamtausbau») mit Verzweigung nach Steg

desrat gesetzten Bedingungen in bezug auf die Kosten von 9,7 Mia. Fr. und auf die Umweltverträglichkeit erfüllt. Der Basistunnel verkürzt die heutige Strecke um satte 40 km, doch bleiben für offen geführte Strecken zwischen Arth-Goldau und Lugano noch ganze 5 Minuten Fahrzeit, aufgeteilt in Aussichtsblitze von Sekunden bis Minuten. Die Anliegerkantone haben Wünsche angemeldet, die die Tunnelstrecken noch verlängern und Mehrkosten von rund 11% bewirken.

Der heutige Stand des Gotthard-Vorprojektes zeigt zwei Einspurtunnels von rund 57 km Länge mit drei Zwischenangriffen bei Amsteg, Sedrun und Faido (Bild 1). Das Bauprogramm wird durch die kritische Geologie im Vorderrheintal und im Val Piora bestimmt. Es wird mit einer Bauzeit von 10 Jahren gerechnet.

Lötschberglinie

Für den Alptransit durch den Lötschberg ist eine Tochtergesellschaft der BLS verantwortlich. Der Zweck dieser Verbindung ist nicht nur aus europäischer Sicht zu verstehen. Es geht hier um den Anschluss des Mittelwallis an die übrige Schweiz und um die rollende Strasse als «Rawiltunnel-Ersatz», gleichsam den Zusammenschluss der Nationalstrassen N 6 und N 9 (Bild 2).

Diese Ziele bedingen auf der Südseite zwei Tunneläste nach Osten und Westen, für den Autoverlad den Einsatz besonderer, überdeckter Wagen und nicht zuletzt neue Verladeanlagen. Für den kommenden Euro-Shuttle-Verkehr wird ein anderer Wagentyp gebraucht, so dass das Tunnelsystem beiden Anforderungen genügen muss.

Im weiteren wurden folgende bauliche Probleme erkannt: Hohe Temperaturen und Feuchtigkeit in Gipszonen gefährden den Zement und können zu grossen Verformungen führen. Daher muss man sich die Frage nach dem Überbau mit oder ohne Schotter stellen. Es muss noch darauf hingewiesen werden, dass nach heutigem Wissensstand die Kosten um rund 700 Mio. Fr. zu hoch ausfallen werden. Der Bauherr schlägt deshalb eine Etappierung des Projekts im Süden vor, um den vorgesehenen Kostenrahmen einzuhalten.

Für den Lötschbergtunnel ist das Vorprojekt ebenfalls fertig (Bild 3). Die Länge beträgt 30 km mit zwei Einspurtunnels, im Süden mit Doppelspur im Anschluss Mundbach. Die bekannten geologischen Verhältnisse erfordern im Nordteil einen 9 km langen Sondierstollen im Bereich des Kandertals mit Baubeginn in diesem Frühjahr. Über die Probleme im Gasterntal und die Fragen zum Bergwasser wurde früher berichtet (vgl. Tagungsbericht H. 17-18 vom 27. April 1992, S. 354). Die nötigen Modelle wurden weiterentwickelt. Nun ist die Projektdefinition eng geworden. Der Spielraum des Unternehmers beschränkt sich auf Ausbruchsmethode, die Wiederverwendung des Materials, die Transporteinrichtungen und das Detail-Bauprogramm.

Gotthard-Zubringer-Projekte

Eine dritte Serie von Informationen befasste sich mit den Zubringern des Alptransit Gotthard. Der Zimmerberg- und der Hirzeltunnel sollen die Anschlüsse für Zürich und die Ostschweiz sicherstellen. Der nördliche Ast des Zimmerbergtunnels, der zwischen Zürich und Thalwil parallel zum See verläuft, dient auch für die S-Bahn und die Bahn 2000. Der Hirzeltunnel findet seine Fortsetzung mit Ausbauten bis zum Bodensee und zum Bahnhof Chur.

Ein anspruchsvoller Tunnel ist derjenige durch den Urmiberg zwischen Arth-Goldau und Brunnen. Auf dieser geotechnisch schwierigen Strecke interessiert der umweltbezogene Entscheid, ob die Querung des Muotatales unterirdisch erfolgen soll, dies mit Tunnellängen von 11 oder 17 km. Die Fortsetzung von Brunnen nach Flüelen verläuft durch den Fronalpstock und den Rophaien in tertiären Formationen. Aus umweltpolitischen Gründen darf auf dieser Strecke kein echter Zwischenangriff vorgesehen werden. Karstwasser und Gasaustritte werden die zu lösenden Probleme sein.

Gleich wie im Norden wird auch im Tessin der Zubringer unterirdisch geplant, als Basistunnel M. Ceneri. Aus dem Raum Bellinzona führt dieser entweder nach Taverne oder nach Lugano, wobei der Kanton Tessin die um rund 6 km längere Variante mit entsprechenden Kostenfolgen bevorzugen würde. Bei den Südportalen werden Optionen offengehalten, um unterirdische Fortsetzungen nach Varese oder Chiasso finden zu können. Im ganzen wird ein solcher Tunnel eine Länge von etwa 50 km (Vergleich Gotthard: 57 km) erreichen. Die Verknüpfungen für diese Optionen sollen alle unterirdisch erfolgen, ein wahrlich teurer und anspruchsvoller Plan, wenn man zudem noch an die vielen Störungen im Tessiner Gneis denkt. (Der Berichterstatter fragte sich, warum Italien an einer verkehrsgeographisch günstigen Lösung entlang des linken Ufers des Lago Maggiore kein Interesse zeigt.)

Problematik langer Tunnelbauten

Im vierten Programmteil wurden neuere Informationen zur Sicherheit am Arbeitsplatz, zur Kühlung und Lüftung vermittelt. Ein Vertreter der SUVA wies hauptsächlich auf die grossen Gesundheitsrisiken der langen Tunnelbaustellen hin. Diese müssten bereits bei der Planung mit in Rechnung gestellt werden. Neben Bauunfällen sind Hitze und Verätzungen grosse Gefahren. Dafür sollten in Zukunft nebenamtliche Sanitäter entsprechend ausgebildet werden.

Lange Stollen mit grosser Überlagerung erfordern für den Bau besondere Einrichtungen, genügende Ventilationen, zusätzliche Kühlung und in der Schneidphase wirksame Entstaubungsanlagen. Der Nutzen dieser teuren Anlagen muss genau kontrolliert werden.

Beide Basistunnels der Schweiz brauchen im Betrieb Belüftungsanlagen, wobei die Konzepte unterschiedlich ausgelegt werden müssen: Im Lötschberg benötigen hohe Felstemperaturen und Feuchtigkeit motorische Ventilation und Kühlanlagen. Im Gotthard dagegen genügen drei Luftkanalverbindungen nach aussen, die für den Notfall (Brand) mit Ventilatoren ausgerüstet sind.

Endlich wurden in einer fünften Gruppe noch besondere Aspekte beim Bau und Betrieb von langen Tunnels erläutert. Hier kam der Umfahrungstunnel Innsbruck nochmals zur Sprache. Auffallend war die kurze Bauzeit von 4 3/4 Jahren mit Vortriebsleistungen für den Doppelspurtunnel von 4 bis 9,5 m/Tag.

Auch über einen rekordverdächtigen Stollenvortrieb aus Zypern wurde berichtet. Der Ausbruch war 14,5 km lang mit einem Durchmesser von rund 3 m und wurde nur von einer Seite aus auf die ganze Strecke ohne Zwischenangriff mit einer TBM erstellt.

Als ein wichtiges Spezialkapitel erschien dem Berichterstatter das Referat über die Evaluation des Normalquerschnitts. Diese entscheidende Wahl beeinflusst Risiko, Unterhalt und Kosten in hohem Masse. Hierbei bringen einspurige Röhren grössere Vorteile: kleineres Baurisiko bei schwierigem Gebirge und einfacher Unterhalt, weil vorbeifahrende Züge nicht stören. Im allgemeinen sind die in der Schweiz gewählten Querschnitte im Vergleich zum Ausland grösser, dies aufgrund des Systems der Fahrleitungs-Aufhängung. Im Hinblick auf Jahrhundert-Bauwerke scheint hier eine gewisse Grosszügigkeit angebracht (Bild 4).

Kürzlich wurden für den Mont-Cenis-Tunnel in einem französischen Labor Versuche über Strömungen in Tunnels durchgeführt, mit dem Ziel, Wärmeabfuhr und Energieverbrauch besser kennenzulernen. Italien experimentierte daneben bei gleicher Zielsetzung

Der Tagungsband «Basistunnel durch die Alpen» ist ab Ende Mai zum Preis von 90 Fr. erhältlich bei:
Institut für Bauplanung und Baubetrieb, IBETH, ETH Hönggerberg, 8093 Zürich, Fax 01/371 80 24

im Massstab 1:1 mit Huckepack-Kompositionen.

Betriebs- und Fahrplanprobleme müssen schon bei der Planung von langen Tunnels überdacht werden, weil diese Fragen das Tunnelsystem mitbestimmen. Zwei Einspurtunnels genügen im Gotthard für 440 Züge im Tag, jedoch ohne Abzugzeiten für den Unterhalt. Die alte Gotthardlinie über den Berg hätte dann eine Überlauffunktion mit längeren Fahrzeiten.

Sicherheit muss in langen Tunnels gross geschrieben werden. Obschon die Unfallstatistik für diese Bauten sehr kleine Raten aufweist, muss das Risiko für den Betrieb, wenn möglich, noch vermindert werden. Aber das Sicherheitsniveau muss den übrigen Strecken entsprechen. Wichtig sind die Überwachung des Rollmaterials und die Information aller Mitarbeiter. Die Planung der Sicherheit gehört zum Projekt genauso wie die Bautechnik.

Kosten- und Betriebsrisiken sind ein schwieriges Thema, das mit Worten zwar gut umschrieben werden kann; wenn es dann aber um Zahlen geht, wird es anspruchsvoller, weil diese kontrollierbar sind. Das Kostenstreumass derartiger Grossprojekte wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die nur teilweise kalkulierbar sind. Gut schätzbar ist eigentlich nur das Bauprojekt, alles andere wie Geologie, Marktsituation, Löhne und Teuerung sind schwierig vorauszusagen.

Die Projektierung und Ausführung des Alp-Transit bedeutet einen Weg in die Zukunft für Ingenieure und Bauunternehmer, die eine grosse Herausforderung angenommen haben. Daneben muss aber im Land der politische Wille bestehen, die Erneuerung unserer Eisenbahnlinien rund ein Jahrhundert nach ihrem Bau konsequent durchzusetzen. Die in der Schweiz heute übliche und teilweise kleinliche Einsprachenmentalität fördert die moderne, umweltgerechte Entwicklung der Schienenwege kaum. Es gilt, auch grössere Schritte zu wagen.

Ueli Pfleghard, dipl. Bauing. ETH

Wettbewerbe

Neugestaltung des «Tors zu Basel»

Das Baudepartement des Kantons Basel-Stadt veranstaltete einen Projektwettbewerb auf Einladung für die Neugestaltung des Centralbahnplatzes in Basel. Sponsor für diesen Wettbewerb war die Bank Sarasin & Cie, die zum Anlass der Eröffnung ihres Neubaues an der Elisabethenstrasse auf diese Weise einen Beitrag zur besseren Gestaltung des öffentlichen Raumes zwischen Bahnhof und Elisabethenanlage leisten möchte.

Aufgrund eines Bewerbungsverfahrens für Fachleute aus dem Oberrheinischen Wirtschaftsraum wurden 18 Arbeitsgruppen zur Teilnahme eingeladen. Drei Projekte mussten wegen schwerwiegender Verletzung von Programmbestimmungen von der Preiserteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis:

1. Preis (18 000 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Ökoskop, für Projekte mit der belebten Natur, Gelterkinden, Guido Masé; Rosemund + Rieder, Liestal, Daniel Nussbaumer, Heidi Rieder, Raoul Rosenmund; Stierli und Ruggli, Ing., Lausen, Markus Ruggli

2. Preis (15 000 Fr.): Hannes + Petruschka Vogel, Basel

3. Preis (13 000 Fr.): H. R. Güdemann, Architekt, Lörrach; Mitarbeiter: R. Böttcher, P. Müller-Riesterer, C. Kucsera; B. Meier, Landschaftsarchitekt, Freiburg i. Br., Mitarbeiter: A. Böhringer

4. Preis (11 000 Fr.): Burckardt + Partner AG, Basel; Samuel Schultze, Pierre Schär, Christian Bühler, Magnus C. Forsberg; Jürg Häusler, Bildhauer

5. Preis (8000 Fr.): Ken Komai, Baur + Komai, Basel; Ernst Spycher, Walter Stauffenegger, Basel; Christian Stauffenegger, Ruedi Stutz, visuelle Gestalter, Basel; Rudolf Keller AG, Verkehrsing., Basel

6. Preis (5000 Fr.): Lukas Buol & Marco Zünd, Basel; Reto Oechslin, Basel

Preisgericht: Carl Fingerhuth, Basel, Dr. Franz Hidber, Gesamtprojektleiter EuroVille, Basel, Peter Merian, Bank Sarasin, Basel, Dr. Christoph Stutz, Vorsteher des Baudepartementes des Kantons Basel-Stadt, Werner Felber, Kreisdirektion II SBB, Luzern, Fritz Schumacher, Kantonsbaumeister, Basel-Stadt, Prof. Dieter Kienast, Landschaftsarchitekt, Zürich, die Architekten Prof. Günter Pfeifer, Lörrach, Jean-Michel Wilmotte, Paris.

Schul- und Gemeindebauanlagen Rothenthurm SZ

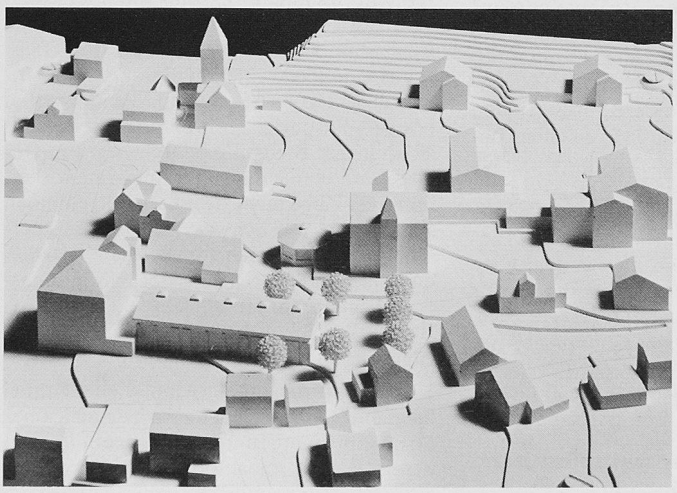
Der Gemeinderat Rothenthurm veranstaltete unter sechs eingeladenen Architekten einen Projektwettbewerb für Schul- und Gemeindebauen. Ein Projekt musste wegen eines schwerwiegenden Verstosses gegen das Programm von der Preiserteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis

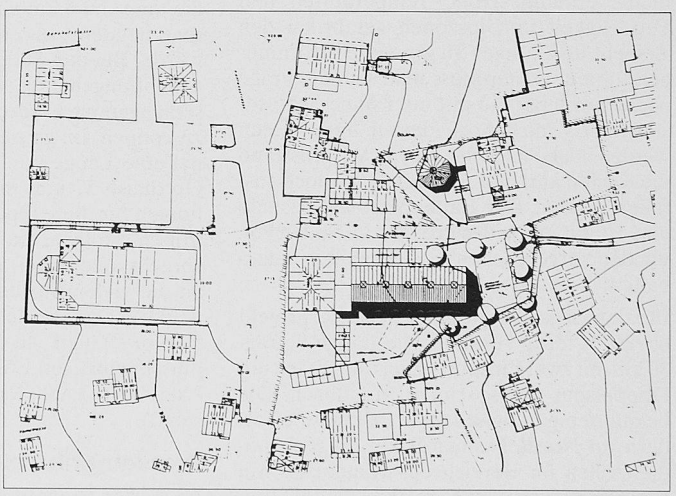
1. Preis (9500 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Thomas Kälin, Bennau

2. Preis (7000 Fr.): J. E. Müller, Bäch

3. Preis (3500 Fr.): Robert Mächler, Küssnacht

Jeder Teilnehmer erhielt eine feste Entschädigung von 3000 Fr. Fachpreisrichter waren Klaus Vogt, Scherz, Gilbert Chapuis, Zug, Alfred Gubler, Schwyz, Albino Luzzatto, Schwyz.





Schul- und Gemeindebauanlagen Rothenthurm SZ, 1. Preis