

# Stand der Bauarbeiten am Gotthard

Autor(en): **yer.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 20

PDF erstellt am: **15.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85464>

## **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**

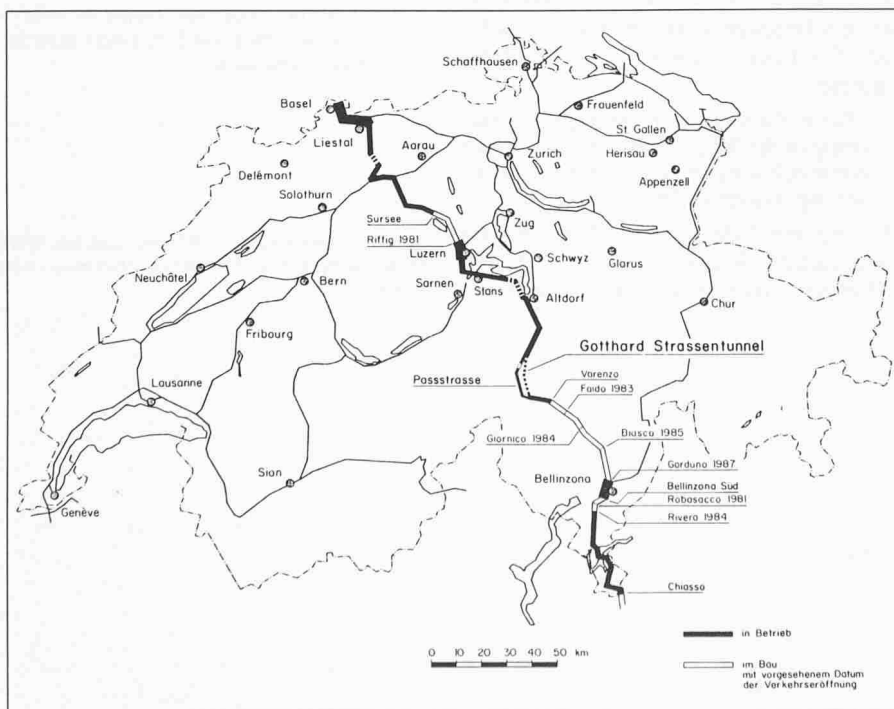
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Stand der Bauarbeiten am Gotthard

Erstmals seit dem Durchschlag des Fluchtstollens (heute Sicherheitsstollen genannt) am 26. März 1976 war die Presse am 4. Mai zu einer Besichtigung des Bauwerks eingeladen worden. Gegenstand der Orientierung bildeten in erster Linie die elektromechanischen Einrichtungen, die zum Teil bereits eingebaut sind. Auch die Kommandozentralen und die Werkhöfe in Göschenen und Airolo sind im Rohbau fertiggestellt. Man konnte sich vergewissern, mit welchem Aufwand und mit welcher Perfektion dereinst für die Sicherheit der Tunnelbenützer gesorgt wird. Die zweispurige Tunnelröhre ist schon seit einiger Zeit durchgehend befahrbar. Es müssen aber noch viele Anlagen installiert und getestet, auch muss noch der endgültige Schwarzbelag aufgebracht werden, bevor im September des folgenden Jahres der Tunnel offiziell eröffnet wird. Bis dahin sind ausserdem noch zahlreiche betriebliche Fragen zu lösen, vor allem muss eine Mannschaft rekrutiert werden, die rund um die Uhr für den Betrieb, den Unterhalt und die Sicherheit im Tunnel und seinen unmittelbaren Zufahrtsstrecken zuständig ist. Auch der 700 m lange Vortunnel bei Göschenen, erstellt im Tagbau, wird bis zur Eröffnung noch nicht fertig gebaut sein.

Der Gotthard-Strassentunnel stellt ein besonderes Teilstück der wichtigen Nord-Süd-Transversale des schweizerischen Nationalstrassennetzes dar. Obwohl die Nationalstrasse N2 auch nach der Eröffnung des Gotthard-Strassentunnels noch einige Jahre drei Lücken aufweisen wird (Sursee-Riffig, 16,7 km; Varenzo-Gorduno, 41,6 km, sowie Bellinzona Sud-Rivera, 7,6 km), wird dieser auch international wichtige Strassenzug mit der Inbetriebnahme des längsten Strassentunnels der Welt erheblich an Bedeutung gewinnen. Die kürzeste Verbindung für Motorfahrzeuge zwischen Basel-Chiasso bzw. Ham-

burg-Reggio di Calabria wird damit erstmals hergestellt sein. Der Gotthard-Strassentunnel nimmt aber vor allem mit seiner Länge von 16,9 km (inkl. Vortunnel bei Göschenen) unter den total 38 Tunnels der Nationalstrasse N2 eine Sonderstellung ein. Dazu kommt, dass mit ihm der Kanton Tessin nun den seit langem erforderlichen direkten Anschluss an das schweizerische Mittelland zusätzlich zur Verbindung durch den San-Bernardino-Tunnel nach Graubünden, die Ostschweiz und den süd-deutschen Raum erhält. Ein altes staatspolitisches Postulat geht damit in Erfüllung.



Nationalstrasse N2. Stand Ende 1980

## Bauprogramm und Ablauf der Arbeiten

### Wichtigste Ereignisse beim Bau des Tunnels

Mai 1969

Vergebung der Bauarbeiten

Herbst 1969

Beginn der Bauarbeiten

5. Mai 1970

Offizielle Eröffnung der Bauarbeiten

26. März 1976

Durchschlag im Fluchtstollen, heute Sicherheitsstollen genannt

3. Dez. 1976

Durchschlag in der Kalotte des Haupttunnels

25. Febr. 1977

Fertigstellung der Aushubarbeiten.

Das Ausbruchmaterial ist in die portalnahen Deponien zur Aufnahme des Anschlussbauwerkes Göschenen im Norden und als Dammschüttung für die Zufahrtsautobahn im Süden abtransportiert worden.

April 1978

Fertigstellung der Rohbauarbeiten (Betonauskleidung, Zwischendecke und Trennwand im oberen Bereich des Tunnelprofils zur Abgrenzung der Lüftungskanäle).

### Innenausbauarbeiten

Erst nach Fertigstellung der Ausbrucharbeiten, die durch die geologischen und felsmechanischen Verhältnisse als programmbestimmende Unbekannte massgeblich beeinflusst waren, konnten verbindliche Programme für die Innenausbauarbeiten aufgestellt werden. Dabei ging es um die koordinierte Planung der Ausführung einer Reihe von Bauarbeiten:

- im Tunnel: die Erstellung der beidseitigen Entwässerungsrinnen, der Aufbau der Gehwege, das Verlegen der 12 Kabelschutzrohre für Hochspannungs- und Niederspannungskabel, das Versetzen der Druckwasserleitung zur Sicherstellung der Wasserversorgung im Tunnel (für Brandbekämpfung und Reinigungszwecke) mit Hydranten alle 125 m, die Montage der Wandverkleidungsplatten zum Schutze der 12 PTT-Kabelrohre an der westlichen Tunnelwand und der Frischluftkanäle für die Zufuhr von Frischluft alle 8 m an der östlichen Tunnelwand, das Einbringen des Schwarzbelages, um nur die wichtigsten zu nennen.
- in den sechs Lüftungszentralen und in der Transformatorstation: das Erstellen der Bodenbeläge, das Versetzen von Schlosser- und Sanitärarbeiten, die betriebsbereite Montage der Raumventilation, die Ausführung von Malerarbeiten, damit die Monta-

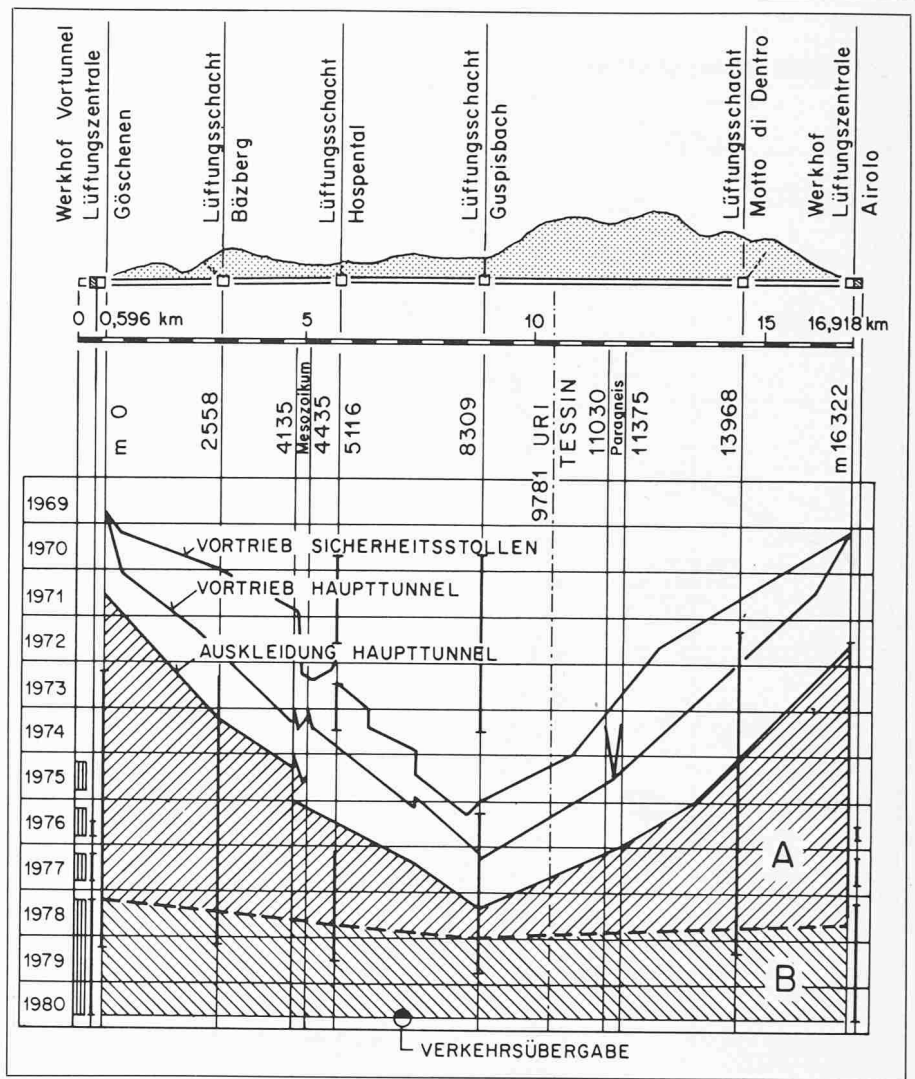
ge elektromechanischer Installationen unbehindert erfolgen kann.

- im Sicherheitsstollen: die Ergänzung der Felssicherungsmaßnahmen, das Einbringen einer befahrbaren Betonsohle, damit das Betriebspersonal und die Polizei den Stollen für Unterhaltsarbeiten und für Hilfeleistungen benutzen können.
- in den vier Lüftungsschächten: die Fertigstellungsarbeiten
- bei den vier Aussenbauwerken der Lüftungsschächte, den Werkhofgebäuden und den Kommandozentralen: die bei einem Hochbau üblichen Innenausbauarbeiten
- bei den insgesamt 67 Schutzräumen (als Verbindung zwischen Sicherheitsstollen und Haupttunnel), den Ausstellbuchten und den 200 Alarmstellen: die Erstellung von Bodenbelägen, das Versetzen von Schlosserarbeiten und das Ausführen von Malerarbeiten.

Alle diese Arbeiten gelangten nach Fertigstellung der Rohbauarbeiten zur Ausführung und sind heute zum Teil abgeschlossen. Das Schwergewicht für die laufende Bausaison liegt bei der baulichen Fertigstellung der Aussenbauwerke, der Kommandozentralen, der Werkhofgebäude und des Vortunnels beim Nordportal. Dieser Vortunnel von etwa 600 m Länge schützt die Autobahnbenutzer vor der Rientallawine. Er wird erst zu Beginn des Jahres 1982 fertiggestellt sein.

### Elektromechanische Installationen

Hand in Hand mit der Fertigstellung der Innenausbauarbeiten erfolgt die Montage der elektromechanischen Installationen, die alle direkt oder indirekt der Sicherheit der Tunnelbenutzer dienen. Das Schwergewicht dieser Tätigkeiten liegt bei den sechs Lüftungszentralen und speziell bei den beiden Kommandozentralen Airolo und Göschenen. Aber auch im Tunnel sind umfangreiche Installationen erforderlich. Die Beendigung aller Montagearbeiten ist auf Ende 1979 vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt wird es möglich sein, die Anlagen von den Lüftungszentralen aus im Handbetrieb zu bedienen. Anschliessend werden die Lüftungszentralen miteinander verkabelt und in die Kommandozentren zusammengefasst. Erst dann kann die Fernsteuerung geprüft und an die elektronische Rechneranlage für die Steuerung von Ventilation und der Verkehrsüberwachung angeschlossen werden. Die Installationen einschliesslich der erforderlichen Tests sind so programmiert, dass der Tunnel Anfang September 1980 dem Tunnelbenutzer für eine sichere Durchfahrt freigegeben werden kann.



Bauprogramm und Verlauf der Bauarbeiten. A: Innenausbau, Rigolen, Gehwege, Wandverkleidungsplatten, Lüftungszentralen, Aussenbauwerke; B: Elektromechanische Montagen, Sicherheitseinrichtungen, Werkhöfe, Belag, Test

Einige wichtige Angaben im Zusammenhang mit der Bauausführung (Stand Ende 1978)

Ausbruchkubaturen (fest)	1 651 000 m <sup>3</sup>
Eingebrachter Beton	370 000 m <sup>3</sup>
Dieselölverbrauch	7 683 000 Liter
Energieverbrauch	116 239 000 kWh
Arbeitsstunden	9 262 000 h
Sprengstoffverbrauch	2 819 000 kg

### Die elektromechanischen Installationen

Auf der Baustelle sind die Arbeiten zurzeit voll auf die Montage elektromechanischer Installationen ausgerichtet. Dabei handelt es sich um Anlagen, die alle direkt oder indirekt der Sicherheit des Tunnelbenutzers dienen. Sie alle werden von den Kommandozentralen Göschenen oder Airolo aus überwacht und gesteuert. Von den gleichen Zentralen aus werden übrigens die Zufahrtsrampen im Norden bis Amsteg und im Süden bis Faido überwacht. Die meisten Installationen werden vom Auto-

mobilisten bei einer Tunneldurchfahrt nicht mehr wahrgenommen.

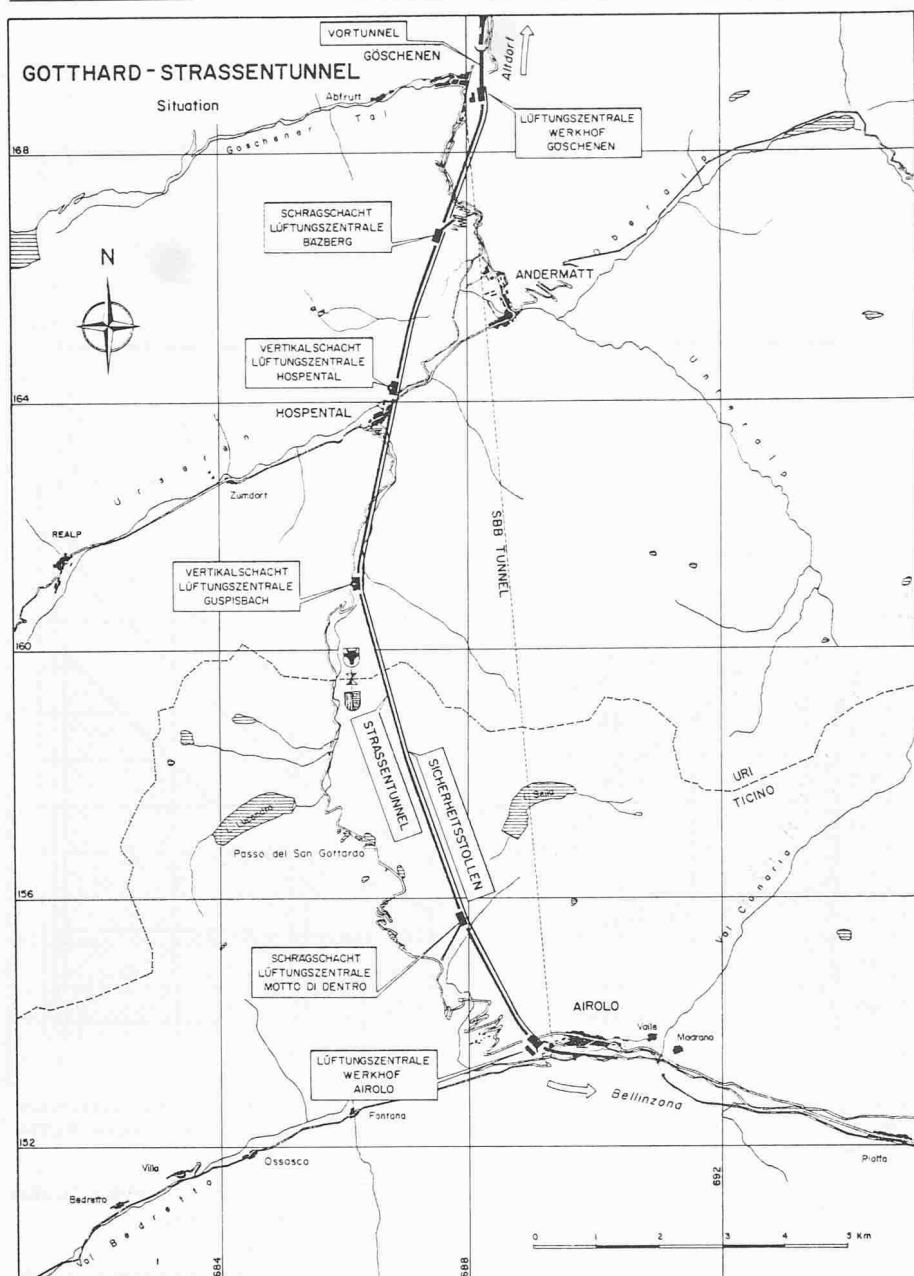
#### Energieversorgung.

Sie ist aus den beiden weitgehend unabhängigen 50 kV-Netzen der Elektrizitätswerke Aldorf (EWA) im Norden und der Azienda Elettrica Ticinese (AET) im Süden vorgesehen. Bei Ausfall eines Netzes ist das andere in der Lage, die Energielieferung für den Bedarf des Tunnels zu übernehmen.

#### Ventilation.

Über 18 Ventilatoren wird Frischluft (im max. 2800 m<sup>3</sup>/s) zugeführt, und alle 8 m auf Fahrbahnhöhe in den Fahrraum geblasen. Es wird dafür gesorgt, dass die CO-Konzentration 150 ppm (150 Teile Kohlenmonoxyd je Million Teile Luft) nicht überschreitet. Eine in der Regel gleich grosse Luftmenge wird als Abluft durch Öffnungen in der Zwischendecke über den Fahrraum abgesogen, so dass keine Längsströmung im Tunnelfahrraum entsteht.

Die Frischluftmenge wird genau der CO-Produktion, also der Verkehrsmenge, angepasst, um den Energieaufwand zu minimalisieren. Zur Sicherstellung einer möglichst optimalen energiesparenden Ventilation (es sind insgesamt 23 000 kW installiert) wird die Steue-



Gotthard-Strassentunnel. Situation

zung einer vorprogrammierten elektronischen Rechneranlage übertragen. Gesteuert wird die Ventilation durch den Verkehr (CO-Konzentration und Sichttrübung), durch Unfallereignisse im Tunnel sowie durch einen Brand im Fahrraum.

#### Beleuchtung.

Durch die Anordnung eines durchgehenden, einseitigen Leuchtenbandes wird eine gleichmässige und während der Durchfahrt ruhig wirkende Ausleuchtung des Fahrtraumes erreicht. Das Lichtband bietet ausserdem die Möglichkeit, eine Anpassung an verkehrsarme Zeiten vorzunehmen, indem die Beleuchtung reduziert wird und damit Energie eingespart werden kann. Im Portalbereich wird das Auge auf das Sehen im Tunnel durch eine Anpassungsbeleuchtung vorbereitet, die in Funktion der Aussenhelligkeit gesteuert wird.

Auf Fahrbahnhöhe ist alle 50 m eine Brandnotleuchte installiert. Im Brandfall gestatten diese Markierungslampen eine Orientierung der Tunnelbenützer und des zur Hilfeleistung eingesetzten Personals. Die Brandnotbeleuchtung wird automatisch durch die Brandmeldeanlage und bei Ausfall der Tunnelbeleuchtung eingeschaltet. Die Lampen sind direkt an Batterien angeschlossen. Zur Steuerung von Ventilation und Beleuchtung sind eine Reihe von Installationen zur Überwachung der Zustände im Tunnelfahrraum erforderlich.

#### Messung der CO-Konzentration und der Sichttrübung

Die CO (Kohlenmonoxid)-Konzentration als massgebender Abgasbestandteil der Tunnelluft wird durch CO-Analysatoren jeden Kilometer kontinuierlich gemessen. Zusätzlich zur CO-Messung wird die vorwiegend durch Dieselfahr-

zeuge verursachte Sichttrübung ermittelt.

Beide Messwerte werden in die Kommandozentrale übertragen und dienen zur Auslösung der in der elektronischen Rechneranlage gespeicherten Lüftungsprogramme.

#### Brandmeldeanlage

Sie gestattet eine rasche Erkennung eines Tunnelbrandes. Die etwa alle 25 m an der Zwischendecke befestigten Brandmelder reagieren auf Temperaturschwankungen und melden die kritischen Werte in die Kommandozentralen. Die automatisch im entsprechenden Tunnelabschnitt eingeschalteten Fernsehkameras zeigen dem diensttuenden Polizeimann in der Kommandozentrale über Bildschirm die Situation an, damit allenfalls gezielte Massnahmen getroffen werden können. Ebenfalls automatisch erfolgt die Erhöhung des Beleuchtungsniveaus und die Inbetriebnahme besonderer Ventilations- und Signalisationsprogramme.

#### Verkehrsüberwachung

Im Tunnel werden in regelmässigen Abständen (500 m) die ein- und ausfahrenden Fahrzeuge gezählt und ihre Geschwindigkeit gemessen und im Kommandoraum angezeigt. Aufgrund dieser Angaben sowie über eine bildliche Darstellung erhält der Mann im Kommandoraum den Überblick über die Verkehrssituation und hat die Möglichkeit, die Tunnelabschnitte mit gestörtem Verkehrsfluss zu erfassen und über die Verkehrsampeln entsprechende Massnahmen zu treffen.

#### SOS-Stationen

In erster Linie bieten die alle 125 m angeordneten SOS-Stationen die Möglichkeit, durch entsprechende Knopfbedienung mit dem Kommandoraum in Sprechverbindung zu treten. Sie enthalten im übrigen zwei Handfeuerlöcher für erste Brandbekämpfungsmassnahmen. Die Entnahme eines Feuerlöschers löst automatisch erste Notmassnahmen aus.

Die Fernsehanlage gestattet dem Personal im Kommandoraum, die Situation auf einem wählbaren Tunnelabschnitt zu überblicken um allfällige Hilfemassnahmen gezielt einleiten zu können.

Lautsprecheranlage. In den alle 250 m angeordneten Schutzräumen werden zur direkten Orientierung der Personen, die im Brandfalle darin Zuflucht gefunden haben, Lautsprecher installiert.

Tunnelfunkanlage. Sie erlaubt über ein Antennenkabel den Funkbetrieb für Polizei und Unterhalt. Über die gleiche Antennenkabelausrüstung werden die UKW-Programme Uri und Tessin abgestrahlt, so dass der Empfang mit normalen Autoradios auch im Tunnel gewährleistet ist. Wichtige Durchsagen, die der Sicherheit im Tunnel dienen,



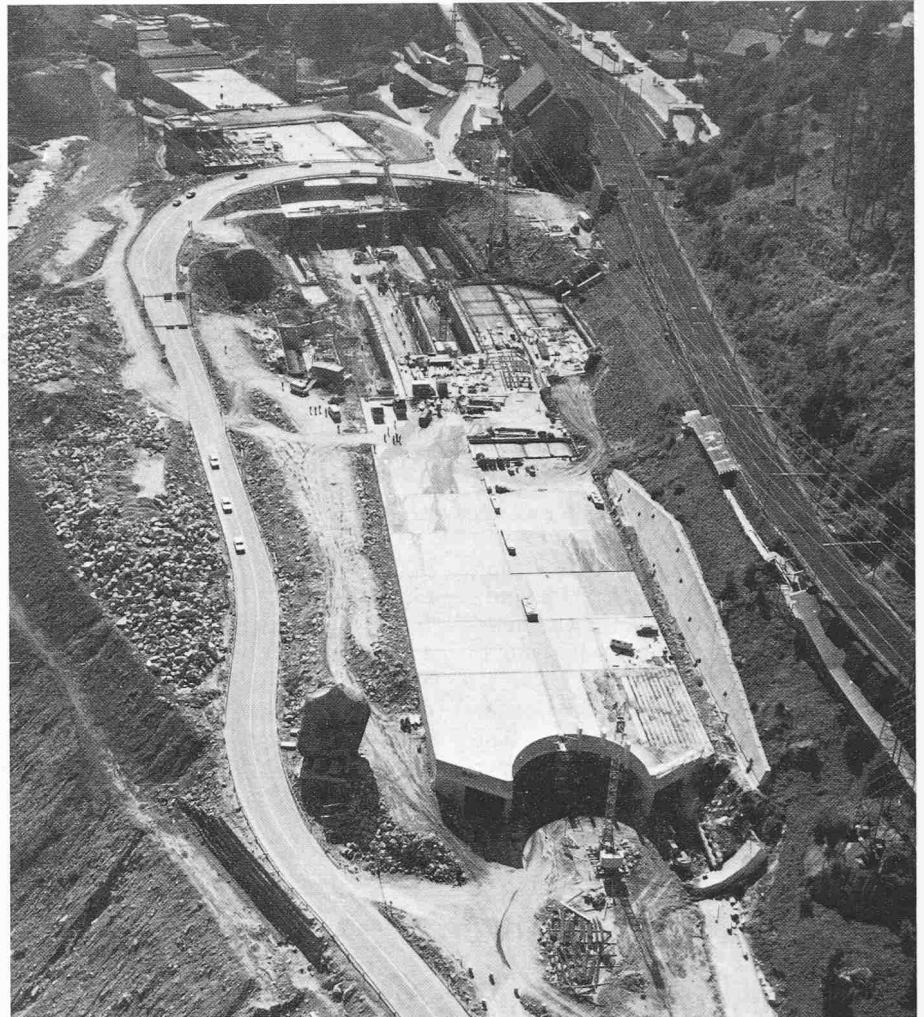
können durch Unterbrechung des UKW-Programmes den Automobilisten mit eingeschalteten Radios direkt übermittelt werden. Das *nationale Autotelefonsystem der PTT* wird ebenfalls über die gleiche Ausrüstung erreicht.

**Erstellungskosten**

Die gesamten Erstellungskosten (Projektierung, Bauleitung, Bau und elektromechanische Ausrüstung) des 16,3 km langen Bauwerks werden sich *nach heutigen Schätzungen auf rund 686 Mio. Franken* belaufen. Dies sind 380 Mio. Franken über dem Kostenvorschlag des *ursprünglichen Ausführungsprojektes auf der Preisbasis vom 16. Juni 1969*.

Die *Hauptfaktoren*, die zu diesen Mehrkosten führen, können wie folgt zusammengefasst werden:

	Mio. Fr.	%
1. Teuerung	186,7	49
2. Mehraufwand für die Projektierung	9,3	3
3. Geologisch und felsmechanisch bedingte Mehraufwendungen	99,2	26
4. Erforderliche Ergänzungen des Projektes	39,4	10
5. Verstärkung von Bauinstallationen	5,0	1
6. Zusätzliche Bauinstallationen, bauliche Massnahmen sowie Mehrkosten für den nachträglich beschlossenen Zwischenangriff über dem Schacht Hospental	19,1	5
7. Vorinvestitionen für die zukünftige zweite Tunnelröhre	21,5	6
Total	380,3	100



Portalzone Göschenen mit Vortunnel und Lüftungszentrale. Unten links am Tunneleingang erkennt man den Teufelsstein

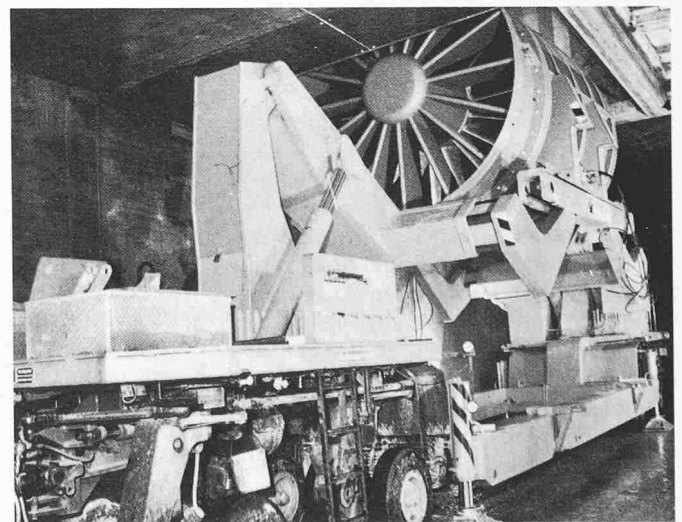
**Massive Kostenüberschreitungen auch beim Seelisbergtunnel**

An der Pressekonferenz in Airolo, die der Besichtigung folgte, gab *Jules Jakob*, Direktor des Amtes für Strassen- und Flussbau, noch einige Zahlen in bezug auf die Kostenüberschreitungen

am Sellisbergtunnel bekannt. Der zwei-röhrige Tunnel von je rund 9,3 km Länge wurde im Jahre 1970 auf 312 Mio. Fr. veranschlagt. Die Kosten für den Tunnel dürften bei seiner Eröffnung Ende 1980/Anfang 1981 etwa 727 Mio. Fr. betragen, es muss also mit einem Mehraufwand von 415 Mio. Fr. gerechnet werden. Auch hier mussten wiederum



Aussenbauwerk Guspisbach am Gotthardpass mit Zuluftpilz und Betriebsgebäude mit Abluftkamin



Montage eines Ventilators ab Spezial-Transporthebebühne in der unterirdischen Lüftungszentrale Motto die Detro



Tunnelnormalprofil nach Abschluss der Innenausbauarbeiten



Blick in eine Lüftungsanlage

die Teuerung und die Geologie – unerwartete Erdgasvorkommen (Methan), die zu ausserordentlichen Sicherheitsmassnahmen Anlass gaben – herhalten.

In bezug auf den *Arlberg-Strassentunnel* (14 km Länge, zwei Röhren, Bauzeit: 54 Monate), der im vergangenen Dezember ein halbes Jahr früher als ge-

plant eröffnet werden konnte, gab Direktor Jakob zu verstehen, dass dieser Ingenieurleistung höchste Anerkennung zu zollen sei. Bedingt durch die Tunnelbauweise hätte dort aber durchgehend gearbeitet werden müssen, ausserdem seien zum grossen Teil einheimische Arbeitskräfte zur Verfügung gestanden, somit hätten nicht Verzöge-

rungen durch einen häufigen Personalwechsel in Kauf genommen werden müssen. Die geologischen Schwierigkeiten hätten etwa denen am Gotthard entsprochen. Die Lüftungsverhältnisse am Arlberg seien ausserdem günstiger gewesen, besteht doch der Tunnel eigentlich aus zwei in sich selbständigen Abschnitten (Rosanna-Querung). -yer.

## Kartographie

# Zur Geschichte der Landeskarten

Von E. Huber, Wabern\*)

**Vor 115 Jahren wurde in der Schweiz die Dufourkarte im Massstab 1:100 000, vor rund 75 Jahren der Siegfried-Atlas in den Massstäben 1:25 000 und 1:50 000 abgeschlossen. Beide Kartenwerke galten im Zeitpunkt ihres Erscheinens auch im Ausland als überragende Spitzenerzeugnisse der schweizerischen Kartographen. Trotz der umwälzenden Entwicklung leisteten die beiden Kartenwerke noch bis in die sechziger Jahre wertvolle Dienste. Mit der Herausgabe der letzten vier Blätter der Landeskarte 1:25 000 – Maggia, Thonon, Evian und Friedrichshafen – liegt das jüngste Kartenwerk mit insgesamt 249 Blättern über die ganze Schweiz nun vollendet vor. Seine Geschichte beginnt mit dem Bundesgesetz aus dem Jahre 1935 über «die Erstellung neuer Landeskarten in der Schweiz».**

Als vor rund dreiundvierzig Jahren die eidgenössischen Parlamentarier das Bundesgesetz über «die Erstellung neuer Landeskarten der Schweiz» beschlossen, sah manches in der Schweiz noch ganz anders aus als heute. 4,1 Millionen Einwohner besaßen 70 000 Personenaufomobile gegenüber heute 6,3 Millionen Einwohnern mit mehr als 2 Millionen Autos. Der mittlere Stundenlohn eines gelernten Arbeiters betrug 1 Franken 33 Rappen gegenüber

13 Franken heute. Die Zahl der Luftpassagiere in der Schweiz stieg von 55 000 im Jahr auf heute über 11 Millionen. Diese ungeheuren Veränderungen wirkten sich auch auf die staatlichen Tätigkeiten aus, denken wir nur an die Wohnungen und Arbeitsplätze für eine um 50% höhere Einwohnerzahl und die daraus entstehenden Infrastrukturprobleme oder an die heutige Motorisierung der Armee. In den Auseinandersetzungen um die neuen Landeskarten war denn auch keine Rede von den Bedürfnissen der Landesplanung, der Regionalplanung, auch nicht von Karten der Schademissionen oder von einem Grundwasserkatalog.

Wie haben sich alle diese wechselnden Bedürfnisse der Umwelt auf die Herstellung der Landeskarten ausgewirkt?

## Die Periode 1935 bis 1951

Ende der dreissiger Jahre liess die Situation in Europa immer mehr eine kriegerische Auseinandersetzung befürchten. Es war daher verständlich, dass das Armeekartenprogramm der Landeskarte 1:50 000 aus finanziellen und personellen Gründen Vorrang haben musste. Unter der Leitung von Direktor *Karl Schneider* und Vizedirektor Dr. h.c. *Hans Zölly* wurden die ersten Blätter Interlaken und Wildstrubel in Kupfer gestochen und 1938 zum hundertjährigen Jubiläum des Bestehens des eidgenössischen topographischen Bureaus publiziert.

Bei Kriegsausbruch erkannte man rasch, dass das neue Landeskartenwerk der Armee erst in einigen Jahrzehnten zur Verfügung stehen könnte. Es galt daher, möglichst viele Kräfte für die Verbesserung der bestehenden Kartenwerke einzusetzen.

Die Dufourkarte 1:100 000 zeigte sich fortan vierfarbig, indem der Schwarzdruck in einen Braundruck umgewandelt und die Wälder durch einen Gründruck hervorgehoben wurden. Diese und andere militärische Arbeiten, Personalengpässe, die Schwerfälligkeit des

\*) Vortrag, gehalten am 20. Februar anlässlich der Feier zum Abschluss der Landeskarten, leicht gekürzt.