

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 90 (1972)  
**Heft:** 36: Internationales Symposium für Untertagebau in Luzern, 11. bis 14. September 1972

**Artikel:** Der Lüftungsschacht Hospental des Gotthard-Strassentunnels  
**Autor:** Diethelm, W. / Schatzmann, A.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-85304>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.05.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Résumé

Durant le percement d'une galerie de sondage pour le tunnel du Seelisberg (9,3 km), l'on a constaté des dégagements instantanés de gaz à la base de méthane. Les caractéristiques les plus importantes du méthane y sont résumées et les recherches entreprises sur la provenance et la quantité du gaz y sont décrites. La fin de l'article traite les mesures de sécurité prévues pour les travaux du tunnel.

## Summary

While driving the exploratory gallery for the 9,3 km long Seelisberg tunnel the presence of methane gas was noted. The most important characteristics of methane are given above and the investigation of the origin and quantity of this gas outflow has been described. Finally, a summary of the safety measures required for the tunnelwork are given.

Bauherr und Oberbauleitung: Kantone Uri und Nidwalden.

Oberaufsicht: Eidg. Amt für Strassen- und Flussbau, Bern.

Projekt und Bauleitung: Ingenieurgesellschaft Seelisberg: Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, und Suisselectra Ingenieurunternehmung AG, Basel.

Baulos Rüttenen (Tunnelbaulos): Arbeitsgemeinschaft Nord, 6375 Beckenried: Locher & Cie. AG, Bauingenieure und Bauunternehmung, 8022 Zürich; Prader AG, Ingenieure und Bauunternehmung, 8001 Zürich; AG Franz Murer, Bauunternehmung, 6375 Beckenried; Riva AG, Bauunternehmung, 6374 Buochs.

Baulos Huttegg (Tunnelbaulos): Arbeitsgemeinschaft Huttegg, 6499 Bauen: Murer AG, Bauunternehmung, 6472 Erstfeld; Losinger AG, 3001 Bern; Emil Baumann AG, Ingenieure und Bauunternehmung, 6460 Altdorf.

Baulos Büel (Tunnelbaulos): A. Marti + Cie. AG, Bauunternehmung, 6462 Seedorf und 3000 Bern.

Baulos Hattig (Schachtbaulos): Arbeitsgemeinschaft Schacht Hattig, 6376 Emmetten: Kopp Bauunternehmung AG, 6002 Luzern; H. R. Schmalz AG, Bauunternehmung, 3000 Bern; Thyssen Schachtbau GmbH, D-433 Mülheim/Ruhr.

# Der Lüftungsschacht Hospental des Gotthard-Strassentunnels

DK 624.191.5:622.25

Von W. Diethelm, Locarno, und A. Schatzmann, Zürich

*Der abgeteufte Vertikalschacht Hospental dient der künstlichen Belüftung des 16,3 km langen Gotthard-Strassentunnels der Nationalstrasse N2 Basel-Chiasso.*

*Der Schacht hat eine Höhe von rund 300 m, einen Ausbruchdurchmesser von 6,76 m und eine lichte Weite von 5,6 m.*

*Die Auskleidung besteht aus zwei Betonringen mit dazwischenliegender Isolation. Der Aussenring wird aus Fertigelementen von 15 cm Stärke zusammengebaut und der Zwischenraum bis zum Fels mit Drainagekies gefüllt. Der Aussenring und die innere Auskleidung aus Ortsbeton sind in Abständen von 10 m über Zwischenauflager auf den Fels abgestützt. Durch die 15 cm starke armierte Trennwand wird der Schachtquerschnitt in einen Zuluft- und Abluftkanal unterteilt.*

*Die Bauarbeiten haben im Juli 1970 begonnen, die Endteufe wurde im April 1972 erreicht. Ende Juli 1972 wurde auch die Betonierung des Innenringes fertiggestellt.*

## 1. Einleitung

Der Gotthard-Strassentunnel, mit 16,3 km der längste Strassentunnel der Welt, verbindet Göschenen mit Airolo auf rund 1100 m ü.M. (Bilder 1 und 2). Er gewährleistet die wintersichere Nord-Süd-Verbindung der Nationalstrasse N2, Basel-Chiasso, durch die Alpen. Bis zur späteren Inbetriebnahme der zweiten Röhre wird der zweispurige Tunnel im Gegenverkehr befahren. Er wird künstlich belüftet nach dem Querlüftungssystem, welches entsprechend der Verkehrskapazität der zweispurigen Röhre für eine grösste Fahrzeugmenge von 1800 Personenwageneinheiten/Stunde bemessen ist. Bei der Frischluftmenge ist im Hinblick auf den späteren Richtungsverkehr eine Reserve von 30% zugeschlagen worden.

Wegen der grossen Länge des Tunnels kann die Frischluftversorgung nicht nur von den beiden Portalen aus erfolgen. Auf Grund von umfangreichen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen hat sich eine Disposition mit vier Lüftungsschächten als optimale Lösung ergeben. Der Tunnel wird damit in neun Lüftungsabschnitte unterteilt. Als Folge der topographischen Verhältnisse sind die Schächte nicht in regelmässigen Abständen angeordnet, und die Lüftungsabschnitte weisen demzufolge unterschiedliche Längen auf. Es erwies sich nämlich als vorteilhaft, die Strecken mit kleiner Felsüberlagerung im Norden durch Anordnung relativ wenig hoher Schächte in kurze Lüftungsabschnitte zu unterteilen, die Zonen hoher

Überdeckung im Süden dagegen mit langen Abschnitten zu unterfahren. Als Folge davon erhält der Tunnel im Süden einen grösseren Querschnitt als im Norden.

Zwei von den vier Lüftungsschächten sind Schrägschächte (Bäzberg und Motto di Dentro) und die beiden andern abgeteufte Vertikalschächte (Hospental und Guspisbach). Alle Schächte sind von der Gotthard-Passstrasse aus durch kurze Verbindungsstrassen gut zugänglich. Die Lage der Mündungen längs der Talfurche des Gotthardpasses gestattet auch den Bau möglichst kurzer Schächte. Diese Vorteile werden durch eine kräftige Auslenkung der Tunnelröhre nach Westen erreicht, welche sich auch aus anderen Gründen aufdrängte (Umfahrung des Kolkes von Andermatt und der Zonen häufiger Gesteinswechsel südlich davon).

Im folgenden wird das Projekt und die Bauausführung des rund 300 m tiefen Vertikalschachtes Hospental beschrieben.

## 2. Projekt

### 2.1 Festlegung des Schachtdurchmessers

Durch den Schacht Hospental wird bei Vollast im Normalbetrieb eine Frischluft- und Abluftmenge von je 400 m<sup>3</sup>/s gefördert. Bei Inanspruchnahme der Reserveleistung der Frischluftventilatoren kann die Frischluftmenge um 30% auf 520 m<sup>3</sup>/s gesteigert werden. Die Abmessungen des Schachtes wurden auf Grund von Wirtschaftlichkeitsrechnungen ermittelt. Für den optimalen Durchmesser gilt die Bedingung, dass die Jahreskosten bzw. deren kapitalisierter Wert (in Bild 3 mit Vergleichskosten bezeichnet) für Bau und Betrieb einen minimalen Betrag ergeben. Die jährlichen Aufwendungen setzen sich zusammen einerseits aus Beiträgen für die Verzinsung und Amortisation, den Unterhalt, die Reparaturen und Erneuerungen usw., des baulichen und elektromechanischen Teils. Beim letzteren handelt es sich um den Anteil der Installationen in der Lüftungszentrale, der durch den Leistungsbedarf des Schachtes für die Lüftung gegeben ist. Andererseits sind die durch den Schacht bedingten Betriebskosten der Lüftungsanlage (Energieverbrauch einschl. Leistungsanteil) in Rechnung zu stellen. Auf Grund der angenommenen Dauerkurve des Verkehrs kann mit einer ideellen Vollastbetriebsdauer der Frischluftventilatoren von 585 h/Jahr, der Abluftventilatoren von rund 200 h/Jahr gerechnet werden. Wie Bild 3 zeigt, beträgt der optimale lichte Durchmesser des Schachtes 5.6 m.

Die Trennwand, welche das Schachtprofil in einen Zuluft- und einen Abluftkanal unterteilt, liegt nicht genau in der Schachtachse. Optimierungsrechnungen haben gezeigt, dass es wegen der längeren Betriebsdauer und der Leistungsreserve der Frischluftventilatoren angezeigt ist, den Zuluftkanal grösser auszubilden als den Abluftkanal.

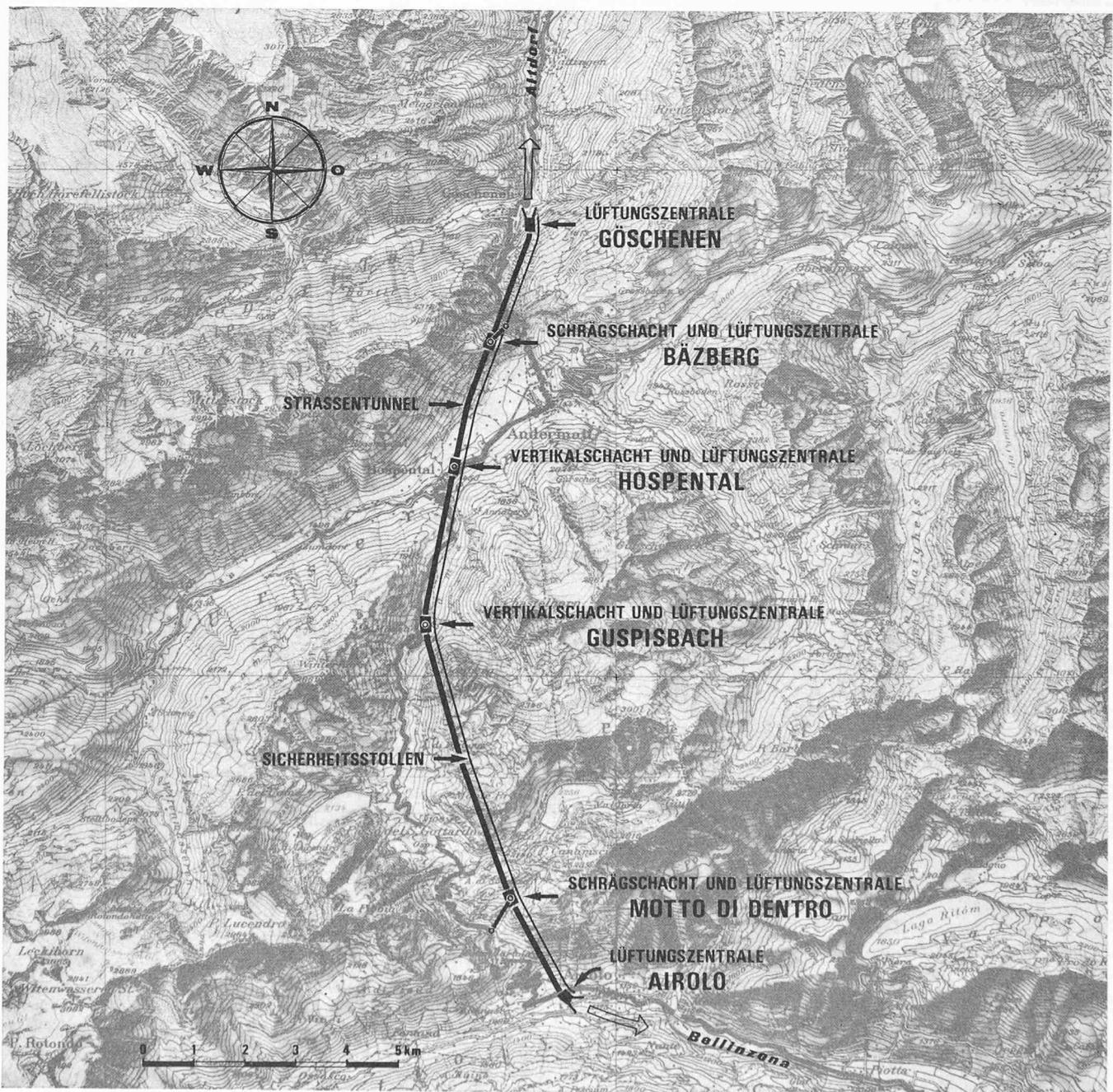
Es sei hier noch erwähnt, dass für die Optimierung des Gesamtprojektes für jeden Schacht der günstigste Durchmesser in Abhängigkeit der Luftmenge ermittelt wurde. Auch für die Tunnelröhre wurde der optimale Querschnitt in Funktion der Luftmenge, das heisst der Länge der Lüftungsabschnitte berechnet. Die wirtschaftlichste Disposition der Gesamtanlage konnte dann durch sorgfältiges Zusammensetzen der bereits getrennt optimierten Einzelbauwerke und durch Vergleich der einzelnen Kombinationen bestimmt werden. Dabei war den Randbedingungen (bestehende Bauwerke, Geologie, Lawinen usw.) gebührend Rechnung zu tragen.

## 2.2 Konstruktive Ausbildung des Schachtes

Der Schacht, mit einer lichten Weite von 5,6 m, weist einen theoretischen Ausbruch-Durchmesser von 6,76 m auf (Bilder 4 und 5). Die Auskleidung besteht aus zwei Betonringen mit dazwischenliegender Isolation und hat eine Gesamtstärke von 58 cm. Der Aussenring wird während des Teufens laufend nachgezogen; die Isolation und der Innenring wie auch die Trennwand, folgen in einem zweiten Arbeitsgang von unten nach oben.

Der Aussenring wird, entsprechend dem Vorschlag der Unternehmung (Arbeitsgemeinschaft Lüftungsschacht Hospental: Murer AG, Andermatt/Deilmann-Haniel AG, Dortmund) aus Fertigelementen von 15 cm Stärke zusammgebaut und der Zwischenraum bis zum Fels (theoretisch 8 cm) zur Drainage mit Kies, Durchmesser 15 bis 30 mm, hinterfüllt. Das Gewicht der Fertigelemente und der Kieshinterfüllung wird von Zwischenauflegern, die im Abstand von 10 m

Bild 1. Übersichtskarte rund 1:125 000 mit Gotthard-Strassentunnel. Reproduktion mit Bewilligung der Eidg. Landestopographie vom 25. August 1972





welche den Aussenring und den Drainagekies tragen, auf den Fels übertragen. Im Innenring sind sieben Stahlrohre von 10 cm Durchmesser angeordnet, in welchen tunneleigene und Fremdkabel vom Strassentunnel zum Schachtkopf geführt werden.

Die Trennwand aus armiertem Ortsbeton von 15 cm Stärke besteht ebenfalls aus 10 m hohen Elementen. Sie ist beidseitig in durchgehenden Aussparungen des Innenringbetons frei gelagert und gibt ihr Gewicht über Auflagnocken an die innere Auskleidung ab.

Um zu vermeiden, dass Abluft direkt in den Frischluftteil des Schachtes gelangen kann, sind sämtliche Trennfugen auf der Abluftseite, wo der grössere Luftdruck herrscht, abgedichtet.

Zur Ableitung des Sickerwassers dienen zwei auf die ganze Höhe des Schachtes eingebaute verzinkte Stahlrohre von 20 cm Durchmesser. Im Abstand von 50 m angeordnete Kontrollkammern erlauben die periodische Überwachung und Reinigung dieser Entwässerungsleitungen. In den Kontrollkammern wird jeweils das Sickerwasser aus dem darüberliegenden Schachtabschnitt von 50 m Höhe, das durch den Drainagekies nach unten fliesst, in die Entwässerungsrohre eingeleitet. Zu diesem Zweck weisen die bei den Kontrollkammern vorhandenen Zwischenaufleger keine Durchleitungen auf.

### 2.3 Aussenbauwerk Schachtfuss

Am Schachtkopf ist für das Ausstossen der Abluft und das Ansaugen der Frischluft ein spezielles Bauwerk erforderlich. Die verbrauchte Luft aus dem Tunnel strömt mit hoher Geschwindigkeit durch einen vertikalen Kamin aus dem Schacht, während die frische Luft mit kleiner Ansauggeschwindigkeit unter einem haubenförmigen Dach am steilen Abhang über der Reuss gefasst wird. Wegen der Nähe des Dorfes Hospental werden sowohl im Zuluft- wie im Abluftteil des Aussenbauwerkes Schalldämpfer eingebaut. Damit kann der Lärmpegel der in der Lüftungszentrale am Fuss des Schachtes installierten Ventilatoren in einer Distanz von 100 m vom Schachtkopf auf höchstens 45 dBA beschränkt werden. Im Aussenbauwerk ist auch die Winde untergebracht, mit der beide Schachthälften für Kontrollen und Revisions- oder Reparaturarbeiten befahren werden können.

Am Schachtfuss geht das Normalprofil auf zwei Lüftungsstollen über, welche zu den Ventilatoren in der Lüftungszentrale führen. Sie sind durch eine Trennwand in Zuluft und Abluft aufgeteilt und dienen der Belüftung je eines Lüftungsabschnittes von 1279 m bzw. 1475 m Länge. Eine Vertiefung der Schachtsohle ist als Eisfang ausgebildet, um bei einer allfälligen Eisbildung im Schacht eine Beschädigung der Ventilatoren durch herabfallende Brocken zu verhindern. Durch eingehende Modellversuche war es möglich, die Schachtverzweigung bezüglich Druckverluste optimal zu gestalten sowie ein gleichmässiges Anströmen der Ventilatoren sicherzustellen.

### 3. Bauausführung

Der Schacht hat folgende Hauptabmessungen: Höhe des Schachtes 303 m; Ausbruchdurchmesser 6,76 m; Durchmesser im Licht 5,6 m.

#### 3.1 Geologie

Der Schacht wurde auf seiner gesamten Höhe in den Sericitschiefern am nördlichen Ende des Gotthardmassivs abgeteuft. Die Schichten dieser Formationen fallen praktisch vertikal und streichen mit einem Azimut von rund 70°.

Das Gebirge ist schwach wasserführend (etwa 1 l/s am Schachtfuss), es handelt sich dabei um ein ganz ungewöhnlich sulfatreiches Bergwasser. Die gemessenen Konzentrationen betragen bis zu 3870 mg/l SO<sub>4</sub> und 4170 mg/l Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Es ist

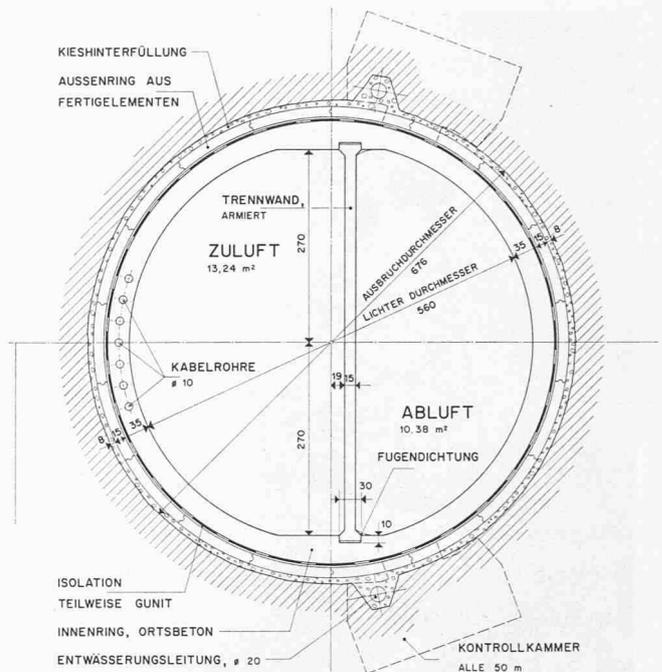


Bild 4. Lüftungsschacht Hospental, Normalprofil

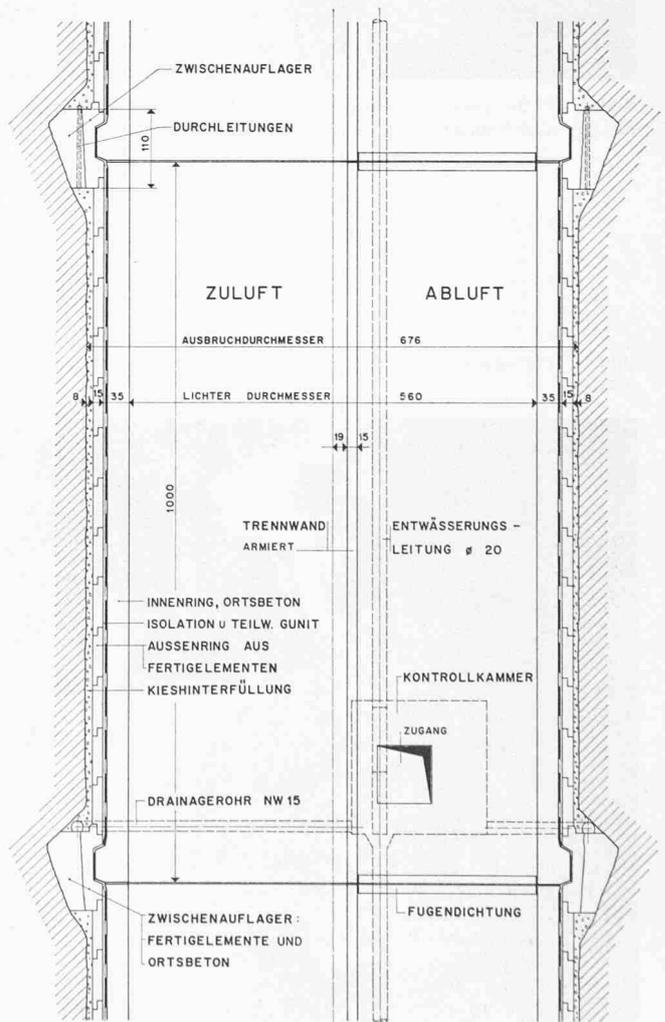


Bild 5. Lüftungsschacht Hospental, Normalelement

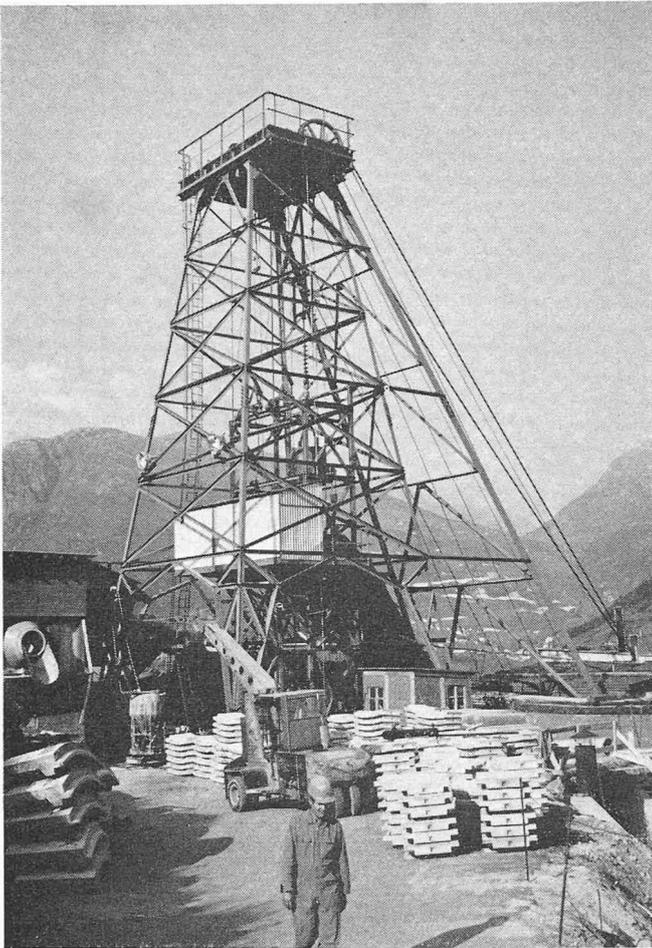
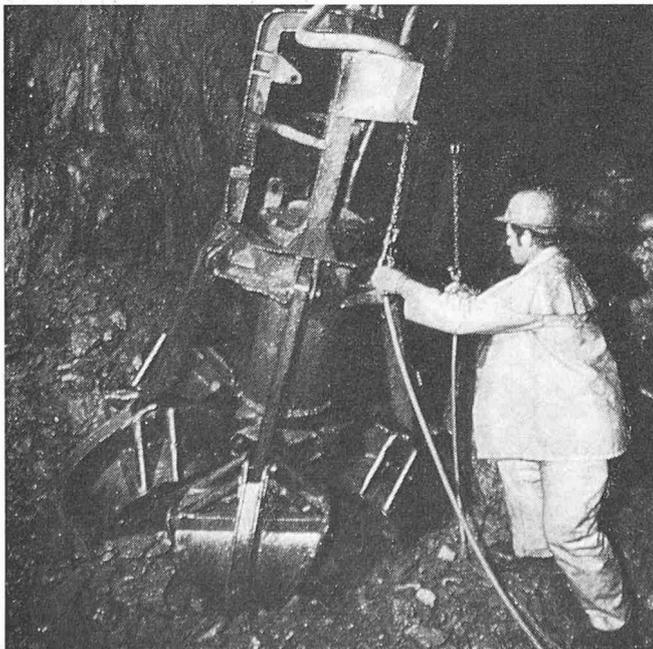


Bild 6. Lüftungsschacht Hospental, Bereitstellen der Fertigelemente für die Schachtauskleidung in der Nähe des Bohr- und Förderturmes

Bild 7. Lüftungsschacht Hospental, Schutterung mit Polyp-Greifer 0,5 m<sup>3</sup>



demzufolge aussergewöhnlich stark betonaggressiv und verlangte die Verwendung von sulfatbeständigem Zement für den Ortsbeton. Die Fertigteile wurden bergseits vor dem Einbau mit einem Schutzanstrich versehen.

### 3.2 Bauvorgang und Installationen

Die Abteufarbeiten für den Vertikalschacht erfolgten von oben nach unten vorwiegend im Zweischichtbetrieb (Bild 6).

Das Bohren der Sohle auf eine Länge von 2,5 m/Abschlag beanspruchte, für insgesamt 113 Bohrlöcher, Durchmesser 36 bis 40 mm, im Schnitt 4 bis 5 Stunden. Dazu diente ein dreilafettiges Schachtbohrgerät. Die mittlere Abschlagstiefe betrug 2,25 m, der spezifische Sprengstoffverbrauch rund 1,8 kg/m<sup>3</sup>.

Als Schuttergerät wurde ein Polyp-Greifer 0,5 m<sup>3</sup> (Bild 7) verwendet. Die Aufhängung des Greifers an der zweistöckigen Schwebebühne an einem drehbaren Arm, radial verschiebbar, erlaubte das Bestreichen der gesamten Schachtsohle. Die Bedienung erfolgte aus einer Kanzel von der Schwebebühne aus.

Die zwei Förderkübel (Bild 8) für den Abtransport des Materials mit einer Fördergeschwindigkeit von maximal 6 m/s und einem Kübelinhalt von 1,5 m<sup>3</sup> erlaubten bei der Endteufe eine Schutterleistung von rund 25 m<sup>3</sup>/h lose. Dank der guten Felsqualität war es möglich, den Fels bis zu 10 bis 15 m Höhe unverkleidet zu belassen und die Fertigelementauskleidung in 10-m-Etappen dem Ausbruch folgend einzubringen. Die Fertigelemente wurden jeweils am darüberliegenden Zwischenauflager aufgehängt. Der erforderliche Zeitbedarf betrug im Durchschnitt etwa 30 h für den Einbau von 234 Ringelementen pro 10-m-Etappe (Bild 9).

Zur Sicherung der Felspartien im unverkleideten Bereich wurden Felsanker System «Perfo» versetzt, im Mittel 0,7 Anker/m<sup>2</sup>. Ein auf der ganzen Felsoberfläche versetztes, mit Ankerbolzen befestigtes Maschendrahtnetz diente zur Sicherung gegen herausfallende Felspartien. Es wurde vor dem Einbau der Fertigelemente wieder entfernt, um die Kieshinterfüllung nicht zu hindern.

Im obersten und im mittleren Ring jeder 10-m-Etappe sind die Fertigelemente mit einem Einfüllstutzen Durchmesser 15 cm versehen, wodurch der Hohlraum zwischen Fels und Auskleidung mit eingeblasenem Kies in 5-m-Etappen verfüllt werden konnte. Das erforderliche Kiesvolumen betrug im Mittel rund 80 m<sup>3</sup>/10-m-Etappe, das mittlere Überprofil 32 cm. In der Tiefe von rund 150 m sind rund 8 m<sup>3</sup> besonders schlechte Schieferpartien ausgebrochen. Diese Stelle wurde vollständig mit Beton verfüllt, durch Einlegen von Vertikalröhren ist das Ableiten des Bergwassers durch den Betonring sichergestellt worden.

Die Fertigelementauskleidung dient als Träger der Isolation (siehe Abschnitt 2.2). Sie wurde zusammen mit dem Beton für den Innenring der Schachtauskleidung nach Fertigstellung der Teufarbeiten von unten nach oben hochgezogen. Die Betonierung des Innenrings erfolgte gleichzeitig mit der Armierung und Betonierung der Trennwand. Dazu diente eine Gleitschalung, die mit einer Geschwindigkeit von 4 bis 4,5 m/Arbeitstag gezogen wurde. Der Beton, BH 300 mit plastifizierendem Zusatz, wurde mit Innenrüttler verdichtet.

Gleichzeitig mit dem Hochziehen der Schalung wurden für die Ausbildung der Auflagernut der Trennwand U-Schalen aus Eternit verlegt. Diese wurden mit 1 cm starken Sagexplatten versehen, wodurch eine saubere Trennung Trennwand/Innenbeton gewährleistet wird.

Das anfallende Bergwasser ist während der Teufarbeiten alle 50 m in den Pumpenkammern gefasst und in 50-m-Sprüngen von Kammer zu Kammer ins Freie gepumpt worden. Während der Betonierung des Innenrings wurde in Anbetracht der kleinen Wassermengen eine Hochdruckpumpe

installiert und das Wasser direkt von der Schachtsohle aus ins Freie gefördert.

Die Belegschaft für die Baustelle Hospental betrug im Mittel 25 bis 30 Mann. Die Teufarbeiten haben die Zeit vom Juli 1970 bis April 1972 beansprucht. Die mittlere Leistung, einschliesslich Einbau der Fertigelemente, betrug 0,8 m/Arbeitsstag. Der relativ guten Qualität der angetroffenen Sericitschiefer und nicht zuletzt der guten Organisation der Baustelle ist es zu verdanken, dass dieser Schachtbau Ende Juli 1972 ohne schwere Unfälle abgeschlossen werden konnte.

### Résumé

Le puits vertical de Hospental sert à la ventilation artificielle du tunnel routier du Gothard, d'une longueur de 16,3 km, situé sur la route nationale N2 Bâle-Chiasso.

Le puits a une hauteur de 300 mètres, un diamètre d'excavation de 6,76 mètres et un diamètre d'espace libre de 5,60 mètres.

Pour le revêtement, on a prévu deux cylindres en béton séparés par une couche isolante. Le cylindre extérieur est constitué d'éléments préfabriqués de 15 cm d'épaisseur à la différence du revêtement intérieur qui est sur place. L'espace vide jusqu'à la roche est rempli de gravier de drainage.

Le revêtement est fixé tous les 10 mètres à la roche par des supports intermédiaires. La section du puits est divisée par une paroi armée de 15 cm d'épaisseur en un canal d'air frais et un canal d'air vicié.

Les travaux du génie civil ont débuté en juillet 1970 et la profondeur finale a été atteinte en avril 1972. Les travaux de bétonnage du cylindre intérieur ont été terminés en juillet 1972.

### Summary

The Hospental vertical shaft, sunk from above, serves the artificial ventilation of the 16,3 km long St. Gotthard Road Tunnel of the National Highway N2 from Basel to Chiasso.

The shaft has a length of about 300 m, an excavation diameter of 6,76 m and a lateral clearance of 5,6 m.

The lining consists of two concrete rings with insulation in between. The outer ring is composed of prefabricated elements having a thickness of 15 cm, and the space between it and the rock is filled with drainage gravel. The outer ring and the inner lining, made of in-situ concrete, are supported by intermediate bearings on the rock at intervals of 10 m. The reinforced partition, which has a thickness of 15 cm, divides the cross-section of the shaft into fresh-air and exhaust-air ducts.

Construction work began in July 1970, and the final depth was reached in April 1972. At the end of July 1972, the concreting of the inner ring was also completed.

Der Gotthard-Strassentunnel ist Bestandteil der Nationalstrasse N2 und steht unter der Oberaufsicht des Eidg. Amtes für Strassen- und Flussbau. Bauherren sind die Kantone Uri und Tessin; sie üben die Oberbauleitung, z. T. auch die Bauleitung aus.

Die Projektierung ist der Ingenieurgemeinschaft Dr. Lombardi, Locarno, und Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Zürich, sowie dem Beauftragten für Lüftungsfragen, Dr. Haerter, Zürich, übertragen.

Die Bauarbeiten des Loses Nord werden vom Konsortium AG Conrad Zschokke, Zürich / Schafir & Mugglin AG, Zürich / AG Heinr. Hatt-Haller, Zürich / Ed. Züblin & Cie. AG, Zürich / Subalpina AG, Lugano / Bau AG, Erstfeld / Valentin Sicher AG, Gurtellen, ausgeführt, diejenigen des Loses Süd vom Konsortium Walo Bertschinger AG, Zürich / Schindler Bauunternehmung AG, Luzern / Walter J. Heller AG, Bern / Rothpletz, Lienhard & Cie. AG, Aarau / H. R. Schmalz AG, Bern.

Adressen der Verfasser: *W. Diethelm*, dipl. Ing. ETH, Bureau Dr. G. Lombardi, Locarno, und *A. Schatzmann*, dipl. Ing. ETH, Elektro-Watt Ingenieurunternehmung AG, Zürich.

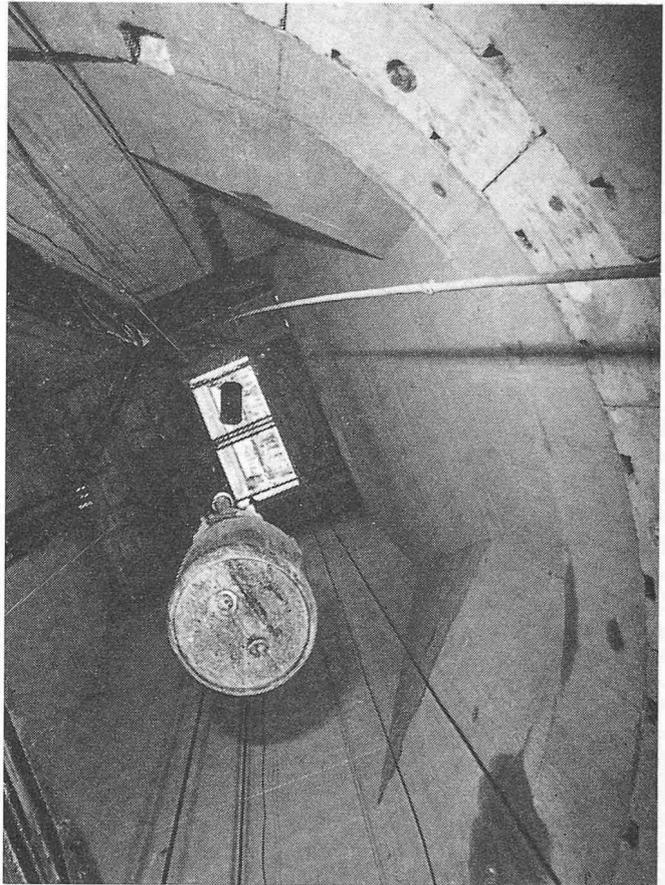


Bild 8. Lüftungsschacht Hospental, obere Schachtmündung mit Übergang vom kreisrunden Profil mit Fertigelementauskleidung auf das Rechteckprofil

Bild 9. Lüftungsschacht Hospental, Abtransport des Schuttermgutes mit Förderkübel 1,5 m<sup>3</sup>

