

Lüftungsschacht Hattig

Autor(en): **Sidler, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 50: **Zur Eröffnung des Seelisberg-Strassentunnels**

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74270>

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.

Lüftungsschacht Hattig

Von Hans Sidler, Luzern

In der Schweiz gehören Vertikalschächte von mehreren hundert Metern Tiefe zu den eher selten vorkommenden Bauaufgaben. Die anspruchsvollen Probleme, die sich dem Tiefbauunternehmer stellen, wirken aber als echte Herausforderung sowohl in technischer wie auch in organisatorischer Hinsicht, so dass der Anreiz zur Teilnahme am Submissionswettbewerb allgemein verlockend ist und eine relativ grosse Zahl von Angeboten zur Folge hat.

Im Fall des Lüftungsschachtes Hattig verlangte die Bauherrschaft aus Sicherheitsgründen, dass die deutschen Schachtbaunormen und -bestimmungen dem Arbeitsvorgang zu Grunde zu legen seien. Um diesen Randbedingun-

gen zu genügen, war es angezeigt, eine deutsche Spezialfirma an der Arbeitsausführung zu beteiligen. Die Firmen

Kopp Bauunternehmung AG,
Luzern/Hergiswil,
Thyssen Schachtbau GmbH,
Mülheim-Ruhr und
H.R. Schmalz AG, Bern

schlossen sich zu einer Arbeitsgemeinschaft mit dem rechtlichen Status einer einfachen Gesellschaft zusammen, um die Arbeiten des Bauloses Hattig auszuführen. Das Baulos Hattig umfasste die Erstellung des Vertikalschachtes (Tiefe 283 m', Ausbruchdurchmesser 8,45 m', lichter Schachtdurchmesser nach Betonverkleidung 7,05 m' mit Mittelwand Stärke 20 cm), das Zuluftbauwerk und den Abluftkamin mit den technischen Annexbauten sowie die Zufahrtsstrasse. Aus Bauprogrammgründen war der Schachtausbruch von oben her und unabhängig von den Vortriebsarbeiten im Seelisbergtunnel auszuführen.

Geologie

Von oben nach unten fortschreitend war die Abteufung durch folgende geologische Zonen auszuführen (Bild 1):

- Eine Lockergesteinsstrecke mit 48 m' Murgang- und Bachschuttmateriale und 9 m' vorwiegend feinkörnige Moräne. Die Lagerungsdichte variierte von sehr locker bis ausgesprochen hart. Das Material war wasser-durchlässig, so dass die Wasserfüh-

rung je nach Witterung während des Abteufens stark wechselte. Die Schachtwände waren wenig standfest und mussten laufend mittels Stahleinbauringen und Verzugsblechen gesichert werden. Der Kontakt Lockergestein - Fels war nicht gestört und sauber, so dass beim Übergang vom Aushub zu den Bohr- und Sprengarbeiten keine zusätzlichen Schwierigkeiten wie erschwertes Bohren oder Zusammenfallen der Bohrlöcher angetroffen wurden.

- Eine Strecke im Amdener-Mergel von 26 m' Mächtigkeit mit relativ weichen grauen bis grünlichen tonigen Schiefern, enthaltend auch feine Glimmerschüppchen. Die Standfestigkeit der Schachtwände nach dem Sprengen betrug 24 bis 48 Stunden, so dass rasch ein äusserer Betonring als Felssicherungsmassnahme erforderlich war.
- Eine Strecke im Seewerkalk von 41 m'. Diese dünnbautigen Kalke von heller Farbe waren gut bohrbar und standfest.
- Strecken im Gault (55 m') und Schrattenkalk (107 m'). Sie waren von vielen Störungszonen und Kluftsystemen durchzogen und boten erhebliche Schwierigkeiten für die Bohr- und Sprengarbeit wie auch für die Felssicherung. Speziell im Schrattenkalk waren viele Karsterscheinungen festzustellen (vgl. beispielsweise die Höllochgrotten im Muotatal).

Als besonderes Ereignis sei erwähnt, dass im August 1973 beim Ausblasen und Besetzen der Bohrlöcher mit Sprengstoff in einer Tiefe von 190 m' eine graue, sandig-gallertige, asbest-ähnliche Masse aus dem Gestein quoll. Die Geologen diagnostizierten das Phänomen als «Mondmilch». Ein analoger

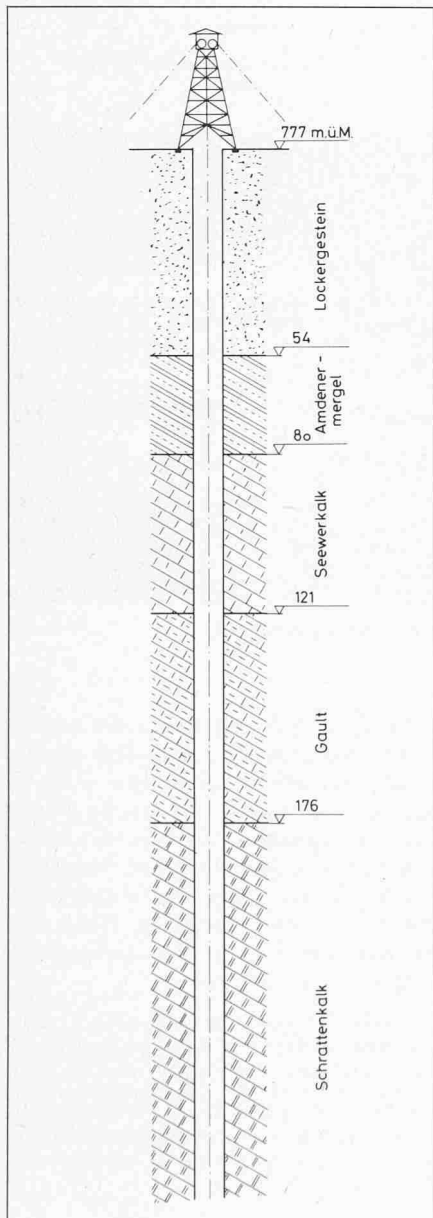


Bild 1. Längsschnitt Vertikalschacht mit geologischen Formationen



Bild 2. Arbeitsplattform für die Schachtinstallationen. In Bildmitte Grundring und Startschacht, links Schachtwinde teilmontiert mit Hilfswinden, rechts Werkstatt und Bühnenwinde

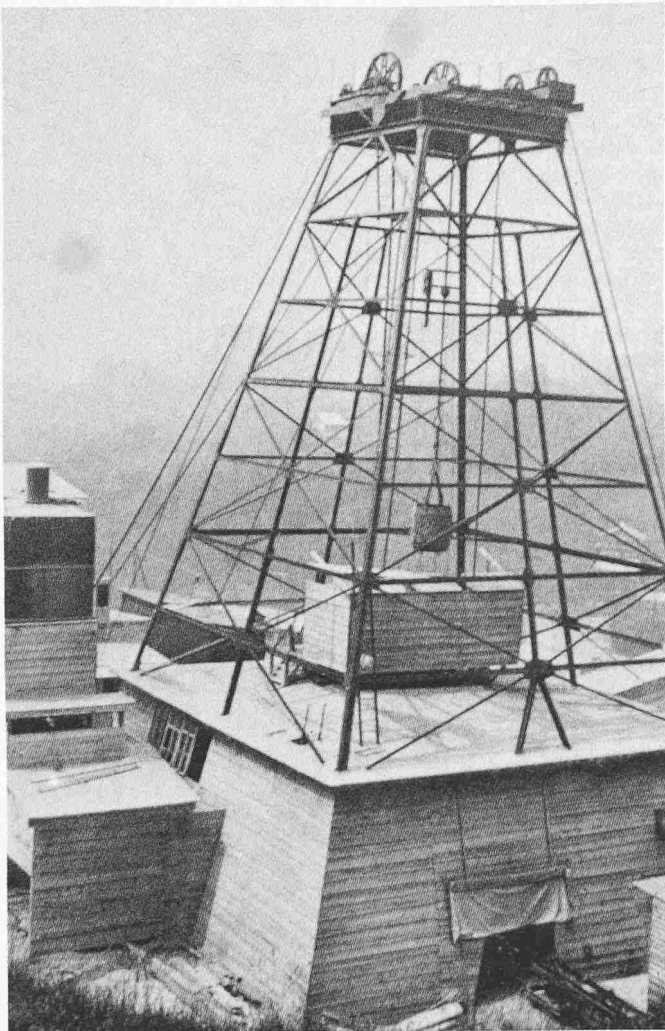


Bild 3. Schachtförderturm mit aufgezogenem 2-m³-Förderkübel. Verkleidung im unteren Teil gegen Witterungseinflüsse im Winter

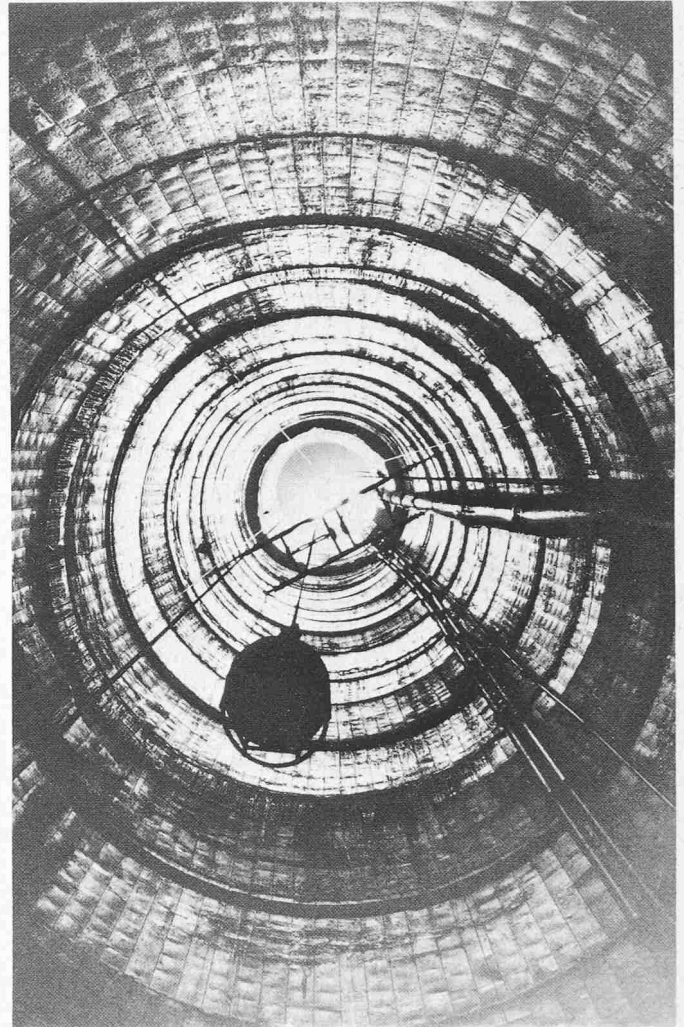


Bild 5. Perspektive von der Schachtschale aus. Zu erkennen äusserer Betonring, Betonkübel, Versorgungsleitungen sowie Seilführung

Fall war bis anhin nur aus einer Höhle am Pilatus bekannt. Vor dem weiteren Abteufen musste der Gefahr vor grösseren instabilen Karstbildungen durch Konsolidationsinjektionen begegnet werden. Von der Schachtschale aus wurden schirmförmig bis 33 m' tiefe Bohrungen angeordnet und mit Zementmilch injiziert. Erst nachdem Kernbohrproben aus der behandelten Zone das Verfestigen der Karststrecke bestätigten, konnte mit dem weitem Abteufen fortgefahren werden.

Aufgrund von Erfahrungen im Haupttunnel musste auch im Lüftungsschacht mit *Methangasvorkommen* gerechnet werden. Es wurden alle erforderlichen Sicherheits- und Rettungsvorbereitungen getroffen, insbesondere wurde alle 20 m' eine 25 m' tiefe Sondierbohrung ausgeführt und auf evtl. Gasvorkommen geprüft. Im weitem wurden mit Kreislaufgeräten trainierte Rettungstrupps von einem benachbarten Kavernenflugplatz mit den Örtlichkeiten des Vertikalschachtes vertraut gemacht. In Übungen testete man eine evtl. erforderliche «Katastrophenhilfe» für Gasunfälle im Schacht. Dabei nahmen sowohl die eigenen mit KG-Geräten ausgebildeten Schachtspezialisten wie auch die Rettungstrupps von aussen teil.

Zum Glück für alle Beteiligten blieb es aber bei diesen Übungen, da nie nennenswerte Methangasmengen festgestellt wurden und sich auch keine weiteren Unfälle ereigneten.

Zufahrtsstrasse und Installationen

Der obere Angriffspunkt für den Schachtbau liegt etwa 50 m überhöht südlich der Kantonsstrasse Emmetten-Seelisberg. Vor Beginn der Installationsarbeiten mussten eine Erschliessungsstrasse sowie umfangreiche Erdarbeiten für den Voreinschnitt und zur Schaffung ausreichend grosser ebener Plattformen erstellt werden. Als weitere Vorarbeiten waren ein massiver Eisenbetonring als oberer Schachtabschluss (Bild 2) und ein «Startschacht» von 20 m' Tiefe nach konventioneller Bauweise auszuführen. Die Bemessung der Zufahrtsstrasse musste für Schwertransporte bis 80 t auf Tiefganhängerzügen für Schachtwinden und schweres Installationsmaterial ausgelegt werden.

Neben den üblichen Installationen wie Trafo für Stromversorgung, Wasserver-

sorgung, Druckluftherzeugung, Betonzentrale, Sprengstoffmagazin sowie Werkstätte sind zusätzlich die eigentlichen *Schachtinstallationen*, die vom Partner Thyssen Schachtbau aus der Bundesrepublik Deutschland antransportiert wurden, zu montieren. Sie umfassen:

- Schachtförderturm mit vollständiger Abteufleinrichtung (Bild 3),
- Fördermaschinen (Winden und Schachtkübel),
- Schwebebühnenwinde,
- Notfahrwinde (unabhängig von el. Stromversorgung),
- Spannseilwinde,
- Lotwinden,
- Lichtkabelwinde,
- Schiesskabelwinde,
- Bauventilationsanlage.

Für das Abteufen wurde eine Doppelbobine mit Leistung 250 KW für die Aufnahme der Förderseile eingesetzt. Die Bergbauvorschriften verlangen eine *Notfahrmöglichkeit*, die über eine unabhängige *Notstromgruppe* zu betreiben ist. Die Signal- und Zeichengebung für die Schachtkübel erfolgt von der Sohle aus mit Glockensignalen beim «Anschläger» am Schachtkopf. Dieser ist für die Weiterleitung an den Win-

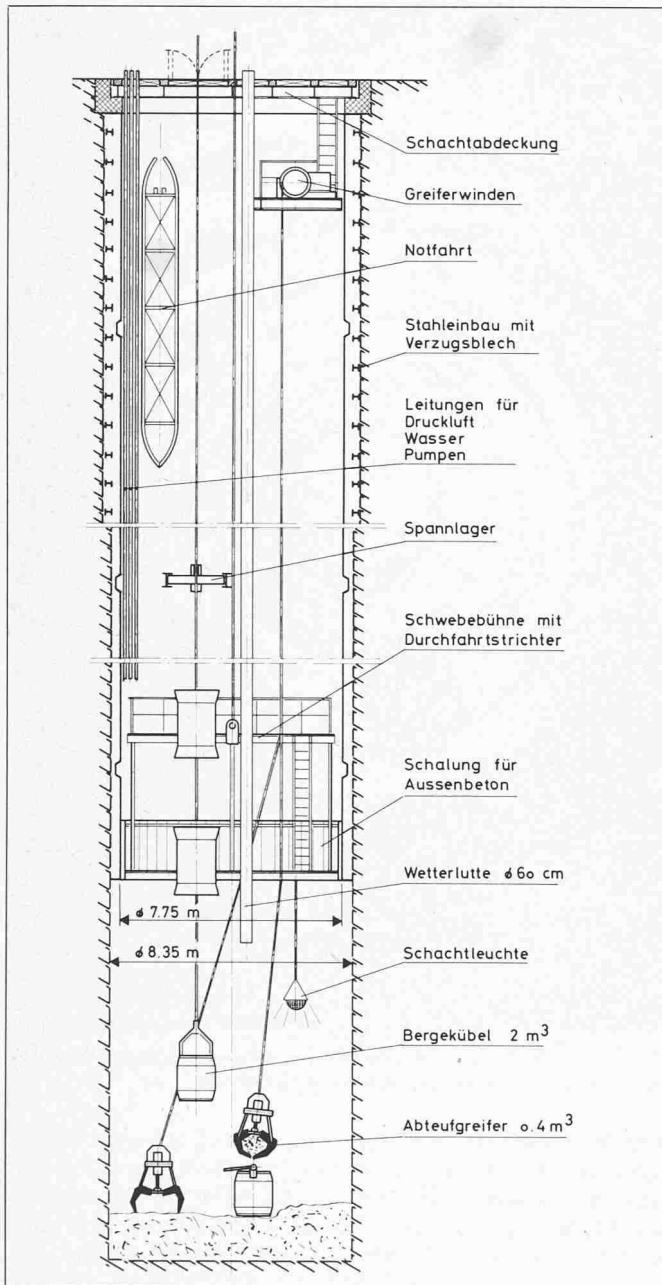


Bild 4. Teillängsschnitt mit Abteufinstallationen

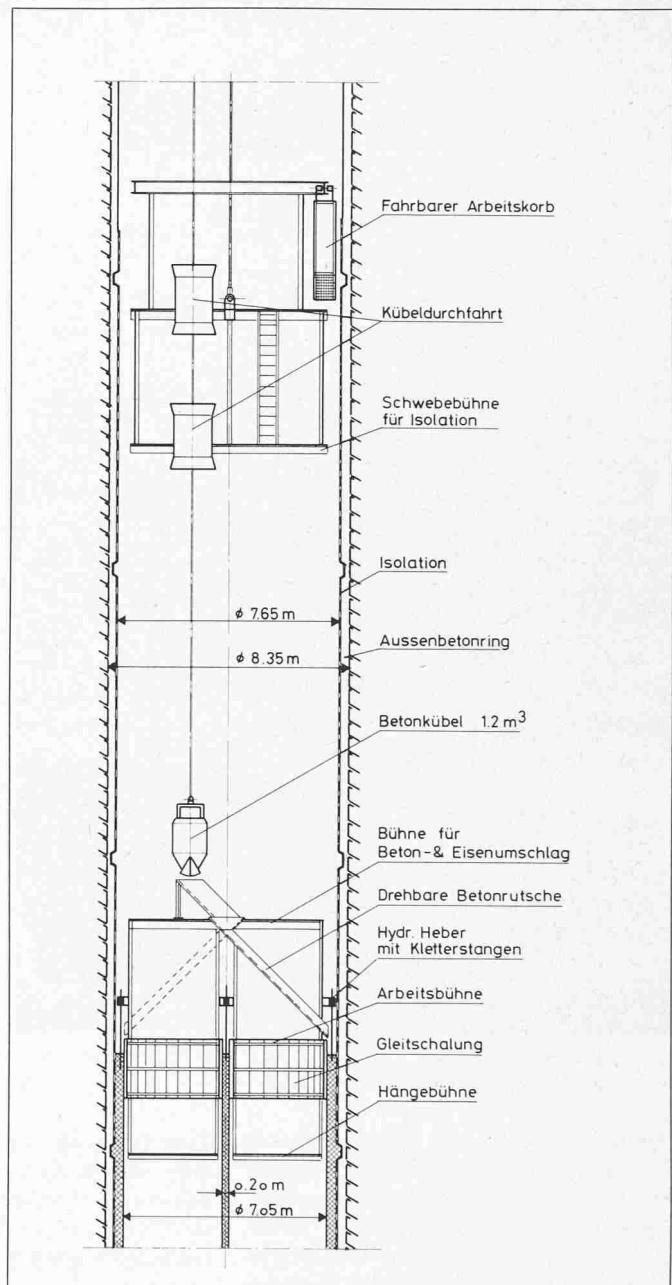


Bild 6. Teillängsschnitt mit Bauinstallation für Isolation, Innenbetonring und Trennwand

denmaschinisten verantwortlich. Der Fördermaschinist verfügt wohl über ein Telefon, fährt aber ausschliesslich nach den Glockenzeichen, diese bilden Bestandteil des Berufswissens der Schachtbauer.

Abteufen und Felssicherung

Nach Betonierung des Grundrings und nach Vollendung des Startschachtes konnte das normale Abteufen mit den Bergbau-Schachtinstallationen beginnen (Bilder 4 und 5). Es wurde von Anfang an im 3-Schichtbetrieb mit Ablösung an der Schachtsohle gearbeitet. Im Fels wurde mittels Schachtbohrgerät eine Abschlagslänge vorgebohrt und anschliessend gesprengt. Die angestrebte Abschlagslänge von 4 m (im Schacht

mit Ø 8,45 m) konnte infolge ungünstiger Gesteinslagerung und Schwierigkeiten mit dem Zusammenfallen der tiefen Bohrlöcher nur mangelhaft erreicht werden. Als optimal erwies sich nach einer Serie von Versuchen eine Abschlagslänge von etwa 2,30 m'. Das Sprenggut wurde mittels zwei Polypgreifern in die Bergekübel von 2 m³ Inhalt geladen und wechselweise hinaufgeführt. Im Schachtturm wurden die Kübel automatisch entleert, wobei das relativ gut zerkleinerte Felsmaterial über ein Bergeband auf die Zwischen-deponie gelangte. Die Hauptdeponie nördlich der Kantonsstrasse in etwa 400 m' Distanz wurde mittels Lkw erreicht. Dem Ausbruch folgend wurde in 5-m'-Etappen die äussere Betonauskleidung mit Stärke 35 cm (theoretisch) eingebracht. Ausser einiger Felsanker

und sehr wenig Gunit zur Sofortsicherung von Kluftzonen im unteren Schachtteil erübrigten sich als Folge des äusseren Betonrings umfangreiche Felssicherungen. Diese Methode hat sich gut bewährt. Im Schacht waren keine Unfälle mit schweren Verletzungen oder Todesfälle zu beklagen. Neben Glück spielte dabei sicher auch die erprobte Baumethode mit den für solche Arbeiten angepassten maschinellen Einrichtungen eine entscheidende Rolle.

Abdichtung und Innenbeton

In einem Lüftungsschacht für Zuluft und Abluft treten grosse Temperaturschwankungen auf. Insbesondere könn-

ten im Winter Sickerwasseraustritte zu unerwünschten Eisbildungen führen. Um eine lückenlose Dichtigkeit des Schachtes zu gewährleisten, entschied sich die Bauherrschaft schon frühzeitig, den Schacht vollständig zu isolieren und zwecks Vermeidung von Rissen aller Art im Innenbeton auch zu armieren (Bild 6).

Nach Fertigstellung der Abteufung bis zur Tunnelsohle musste auf Höhe des Ventilationszentralengewölbes ein gut im anstehenden Fels verankerter Start-ring für den Innenbeton erstellt werden. Aus Sicherheitsgründen wurden anschliessend alle noch erforderlichen Arbeitsgänge auf einer kurzen Strecke auf verschiedenen Bühnen parallel und gleichzeitig ausgeführt. Es war dies in der zeitlichen Reihenfolge, und zwar fortschreitend von unten nach oben:

- ab Zwischenbühne (etwa 15 m' höher als Hauptbühne) die Vorabdichtung und das Aufbringen der PVC-Folienisolationen,
- ab 2stöckiger Hauptbühne: das Armieren inkl. Trennwand, das Nachziehen der Gleitschaltung ($h = 1,25 \text{ m'}$) sowie das kontinuierliche Betonieren,
- ab unten angeschlossener Hängebühne: das Nacharbeiten der Betonoberfläche nass in nass und das Vorbereiten der Leitungsmontagen.

Eine vor kurzer Zeit stattgefundene Inspektion des Schachtes bestätigte mehr als zwei Jahre nach Fertigstellung der Betonarbeiten die praktisch vollständige Dichtigkeit des Schachtes in bezug auf Bergwasser.

Lüftungsbauwerke im Freien

Die Foundation und die untersten Elemente des Lüftungsbauwerkes reichten tiefer als der für das Schachtabteufen erstellte Grundring. Es folgte also nach Fertigstellung des Betons im Schacht eine weitere Aushubetappe, verbunden mit Demontage der obersten, mittels Stahleinbau gesicherten Schachtpartie.

Alle Teile des Lüftungsbauwerkes, das den Zuluftkanal mit Schalldämpfverbreitung, den Abluftkamin, den Traforaum sowie die Service- und Windenkammer umfasst, sind in konventioneller Eisenbetonbauweise erstellt. Die Abbildung der Gesamtanlage vom

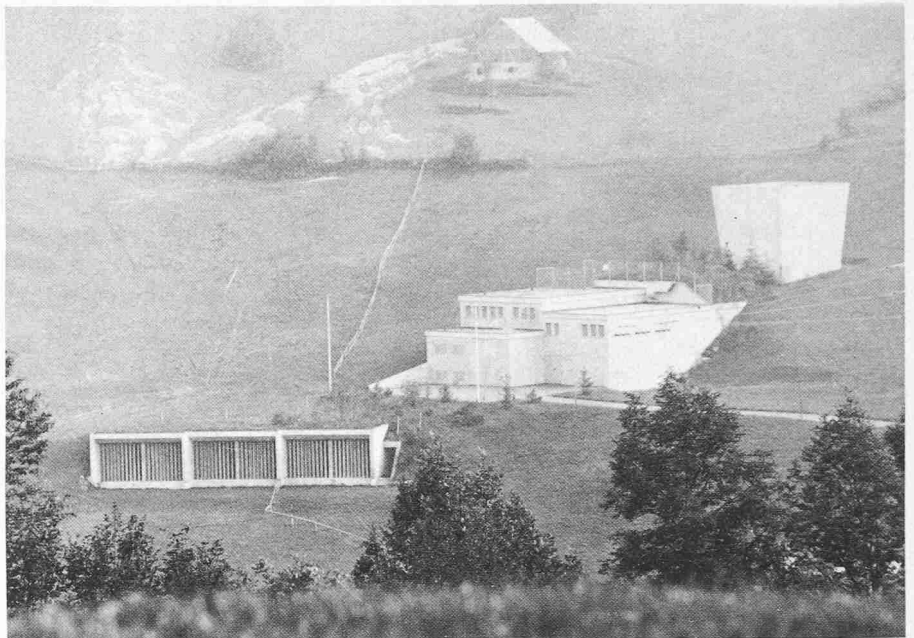


Bild 7. Gesamtansicht Lüftungsbauwerk. Im Vordergrund Schalldämpfer für Zuluftkanal, in der Mitte Dienstgebäude mit Traforäumen, rechts hinten Abluftkamin

nördlich gelegenen Gegenhang aus fotografiert zeigt, dass nach Einfüllen der Baugrube noch weniger als 30 Prozent der Baumasse sichtbar bleibt und dass es trotz der grossen Abmessungen gelungen ist, die für das Funktionieren der Tunnelbelüftung notwendige Anlage gut in die Landschaft einzupassen (Bild 7).

Zeitliche Abwicklung

Im Spätherbst 1971 wurde mit dem Bau der Erschliessungsstrasse begonnen. Ab März 1972 lief das Abteufen, unterbrochen durch die Montage der Schachtinstallationen. Der Förderturm konnte ab August 1972 in Betrieb genommen werden. Nach Überwindung aller Schwierigkeiten infolge Klüftung, komplizierter Trennfugen, Karstbildung und Konsolidationsinjektionen konnte am 12. März 1974 der letzte Kübel aus der Endteufe von 283 m' gefördert werden. Ab Mai 1974 bis Ende Juli 1974 wurden die Innenausbauarbeiten des Schachtes mit der Gleitschalungsbauweise ausgeführt. Die Demontage der Spezialinstallationen für den Schacht konnte bereits im August 1974 abgeschlossen werden. Noch im gleichen Jahr wurde der umfangreiche Ausbruch mit Böschungssicherung für die Bauwerke am Schacht-

kopf ausgeführt und im Frühjahr 1975 die Foundationen betoniert.

Infolge Kreditbeschränkung und zwecks Koordinierung der Fertigstellung mit dem Hauptbaulos im Tunnel waren alle Arbeiten von Mai 1975 bis Ende März 1976 eingestellt. Die Baumeisterarbeiten des Lüftungsbauwerkes nahmen dann das ganze 1976 in Anspruch und im Frühjahr/Sommer 1977 wurden die Umgebungs-, Erdbau- und Fertigstellungsarbeiten inklusiv Beihilfe bei Montagen ausgeführt.

Zusammenfassung

Der Lüftungsschacht Hattig von 283 m Tiefe wurde von oben nach unten im Vollquerschnitt abgeteuft und laufend mittels einer 35 cm starken äusseren Betonverkleidung gesichert. Die Arbeiten für den Innenausbau, umfassend Isolation, armierten Innenbetonring und Mitteltrennwand, wurden in weniger als drei Monaten im durchgehenden Betrieb mittels Gleitschalungsbauweise von unten nach oben ausgeführt. Das Lüftungsbauwerk am Schachtkopf in Eisenbeton schloss als letzte Etappe die Bauarbeiten am Los Hattig ab.

Adresse des Verfassers: H. Sidler, dipl. Ing. ETH, c/o Kopp Bauunternehmung AG, Luzern