

**Der Verbandssammlerstollen VS 3.1 durch den Mönchsberg,  
Salzburg**

von

**G. HORNINGER**

mit 3 Abbildungen

Anschrift des Verfassers:

Dr. Georg Horninger  
Salzburgerstraße 4  
A-4713 Gallspach

## Inhalt

Zusammenfassung, Summary	106
1. Einleitung	106
2. Vorläufer des Verbandssammlerstollens VS 3.1	107
3. Der Verbandssammlerstollen VS 3.1	113
(Danksagung)	115
4. Literatur	115

## Zusammenfassung

Ein 592 m langer Stollen mit 7 m<sup>2</sup> Ausbruchsquerschnitt wurde mit Hilfe einer VÖEST-Alpine Tunnelvortriebsmaschine in interglaziale Mindel-Riß Nagelfluh (Konglomerat) des Salzburger Mönchsberges aufgeföhren. Obwohl die Aussichten für das Stollenprojekt nur mäßig waren, ging der Vortrieb schnell und ohne ernsthafte Störungen vor sich. Überlegungen über deutlich sichtbare einzelne Klüfte mit Öffnungen von 2 bis 3 cm im Abstand von 90 bis 110 m von der Oberfläche des Mönchsberges werden angestellt.

## Summary

A gallery of 592 m length, sectional area 7 m<sup>2</sup>, was bored by means of a VÖEST-Alpine tunneling machine through the interglacial Mindel-Riß nagelfluh (conglomerate) of the Mönchsberg in Salzburg downtown. Although auspices for the tunneling project were not too good, the operations ran smoothly, and without any serious accident. Considerations about conspicuous individual clefts as wide as 2 to 3 cm at 90 to 110 m distances from the Mönchsberg surface walls.

## 1. Einleitung

Im Rahmen eines umfassenden Wasserentsorgungsprogrammes ließ der „Reinhalteverband für den Großraum Salzburg und Umgebungsgemeinden“ 1976 durch den nördlichen Teil des Mönchsberges, einige Meter unter dem Straßenplanum der Stadt, einen Stollen von 7 m<sup>2</sup> Ausbruchsquerschnitt (Rechteckprofil mit überwölbter Firse), Richtung N 39° E, fräsen. Der Stollen verbindet das Entsorgungsnetz für die westlich der Altstadt gelegenen Bereiche Moosstraße und Glanegg mit einem Sammlerstrang längs des linken Salzachufers. Die Ausbruchs-Sohlkote des Verbandssammlerstollens VS 3.1 liegt an dessen Einlaufschacht in der Reichenhaller Straße auf 421,25 m SH und damit 7.35 m unter dem Planum der Straße. Mit 592,05 m Gesamtlänge, ausschließlich in Nagelfluh, hat dieser jüngste Stollen durch den Berg die mit Abstand größte Länge aller Mönchsberg-Durchschlagstollen. In den ersten 440 lfm ist er als großteils unverkleideter Rohrstollen ausgestaltet, in den letzten 50 lfm vor dem Ende auf der Salzachseite als vollausgekleidetes, massives Betongerinne. Die Ausbruchs-Sohlkote liegt am Stollenende auf 416,80 m SH, 8,20 m unter dem der „Friedhofterrasse“ (Th. PIPPAN, 1960, S. A58) zugerechneten Niveau

der Müllner Hauptstraße. Für die Ortswahl von Einlauf und Auslauf des VS 3.1 waren projektbezogene Gesichtspunkte entscheidend: für den Einlauf günstigste Zuleitung des Abwassers zum Berg und für das Austrittsmundloch eine günstige Stelle 40 m N' vom Klausentor (unmittelbar unter der bekannten Humboldt-Terrasse). Das Klausentor war das nördliche Stadttor des mittelalterlichen Salzburg. Es ist einem ausgeprägten Bergvorsprung angebaut, der von der ehemals unregulierten Salzach unmittelbar bespült wurde. An der für das Stollenende gewählten Stelle bestand seit der Regulierung 1862/63 ein für die Bauzwecke günstiger, nur 50 m breiter, unbesiedelter Uferstreifen. Baugeologische Überlegungen haben die Trassenwahl kaum beeinflusst.

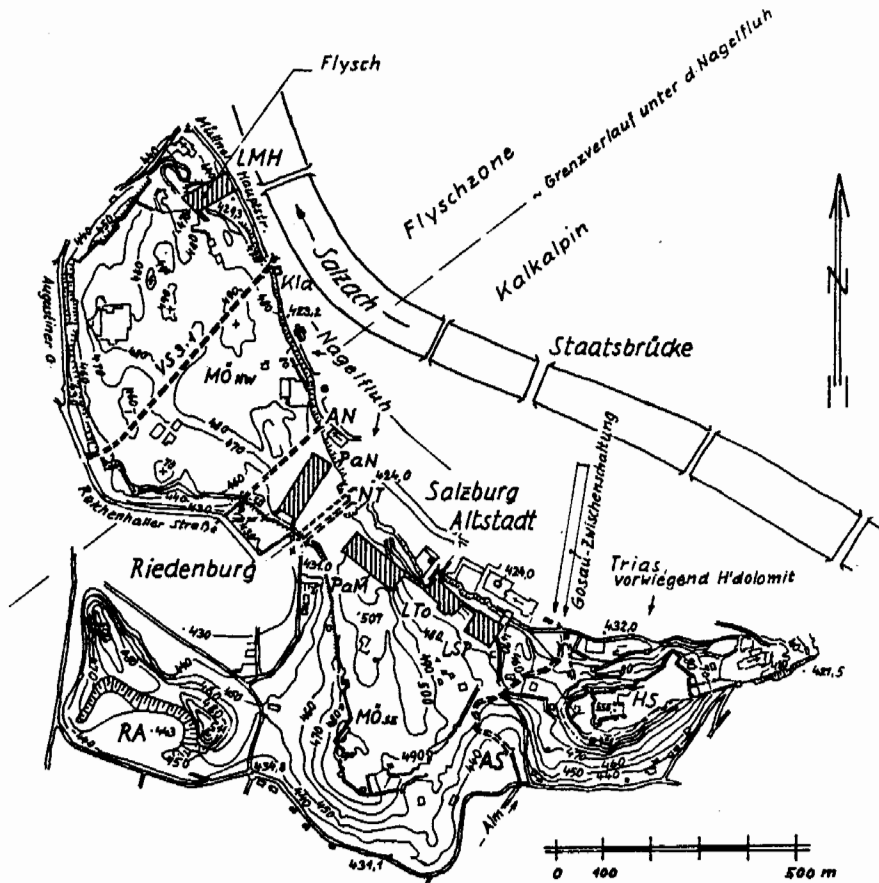
## 2. Vorläufer des Verbandssammlerstollens VS 3.1

Über die Baugeschichte des ersten Durchschlagstollens durch den Berg, der um 1137 im Auftrage des Erzstiftes St. Peter zur Beileitung von „Alm“-Wasser – daher „Stiftsarm“ des (künstlichen) Almgerinnes – ist durch die Forschungen F. ZILLNERs, 1864, viel bekannt geworden. Bis zur Jetztzeit folgten an Großbauten ein zweiter, ebenfalls mittelalterlicher Almkanalstollen, dann, Jahrhunderte später, der als „Siegmundstor“ oder „Neutor“ bekannte Straßentunnel. In langem zeitlichen Abstand wurde im Zweiten Weltkrieg eine ganze Kette weiträumiger, eingeschobiger Stollensysteme auf Straßenniveau für Luftschutzzwecke gebaut und schließlich folgten um 1972–1975 zwei Kavernen-Großgaragen. Das Wissen um die Baugeschichte dieser mehr als acht Jahrhunderte umfassenden Tradition an Untertagebauten im Mönchsberg, in die die zahllosen „privaten“ Unterwühlungen zur Erweiterung von Wohn- und Nutzraum hinter den Altstadthäusern gar nicht einbezogen sind, bedeutet für die Gegenwart alles in allem mehr Belastung als Förderung für baugeologische Prognosen. Ein historischer Rückblick möge dies verständlich machen. Die Reihung der Objekte erfolgt dabei von SE nach NW fortschreitend.

– Der erwähnte älteste Stollen am „Stiftsarm“ der Alm, wurde damaligen Möglichkeiten entsprechend mit kleinstmöglichem Querschnitt in zwar leicht minierbaren, dafür aber nässeempfindlichen und auf Dauer wenig standfesten Gosaumergeln hergestellt. Sie sind eine schmale Zwischenschaltung zwischen den Triaskalken und -dolomiten des Festungsberges und der Mindel–Riß-Nagelfluh des Mönchsberges.<sup>1)</sup> Die Stollensohle liegt am Einlauf auf 431.45 m SH in der SW-schauenden Mulde zwischen Festung und Richterhöhe. Der Auslauf auf 428.23 m befindet sich im Stiftsbereich St. Peter, nahe der Festungsgasse. Durch die geologisch bedingten, weitausholenden Krümmungen (siehe Abb. 1), brachte es dieser Stollen auf 404 m Lauflänge. ZILLNER schätzte, daß im Mittel alle 200 Jahre eine Großreparatur zur Sanierung von Verstürzen notwendig war. Weil nur geographisch, nicht aber geologisch dem Mönchsberg zuzurechnen, hat dieser Stollen keine Beziehung baugeologischer Art zum 800 m weiter im NW gelegenen Verbandssammlerstollen VS 3.1.

– Nur 150 m NW' der Ausmündung des Stiftsarm-Stollens liegt auf 427,4 m SH, etwa 3 m über der mittleren Straßenhöhe des St. Peter-Bezirktes der Zugang zum südlichsten weiträumigen Stollensystem des Mönchsberges für Luftschutzzwecke (Luftschutz . . . LS) aus dem 2. Weltkrieg. Es hat(te) nach NW Verbindung zu ebensolchen Anlagen hinter dem Toscaninihof und dem Festspielhaus, und zwar durchwegs auf Straßenhöhe der Altstadt, d. i. um 424 m SH. Sie alle liegen in standfestem, leicht bearbeitbarem Mönchsbergkonglomerat. Im Zusammenhang mit VS 3.1 ist nur die An-

<sup>1)</sup> „Mindel-Riß“, natürlich nicht „Riß-Würm“, wie sich durch ein bedauerliches Versehen in HORNINGER, 1975, auf S. 77, oben, eingeschlichen hatte. Der Verf. dankt Herrn Prof. G. TICHY für den freundlichen Hinweis.



### LAGESKIZZE

mit den im Bericht erwähnten Hohlgebäuden

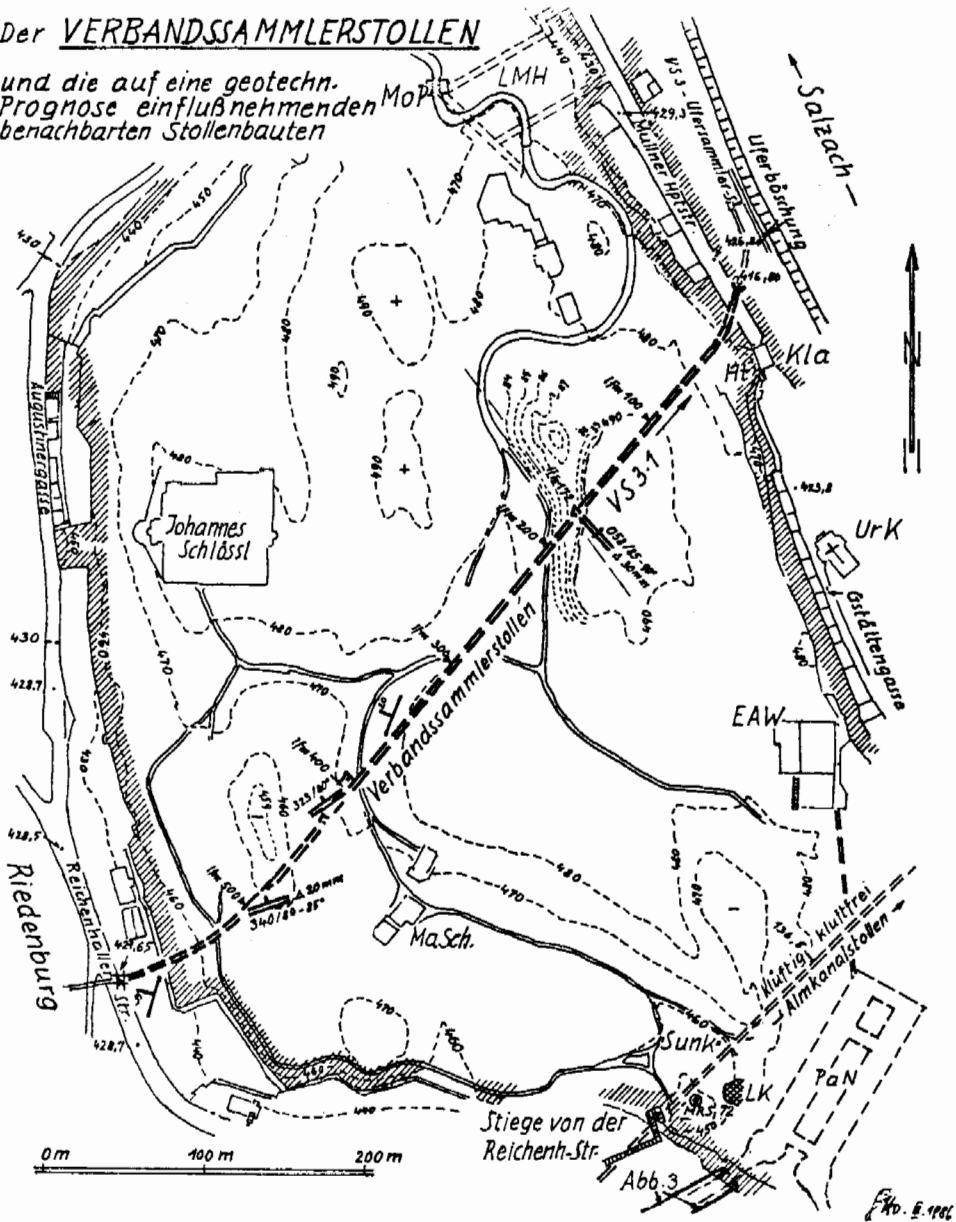
#### Abkürzungen

AN	Almkanalstollen Neutorarm (auch: Städtischer Arm)
AS	— " — " — Stiftsarm
HS	Festung Hohensalzburg
Kla	Klausentor
LMH	Luftschutzanlagen Müllner Hauptstraße
LSP	— " — " — St.-Peter-Bezirk
LTo	— " — " — Toscanini-Hof
MÖNW	Mönchsberg, Abschnitt NW' vom Neutor
MÖSE	— " — " — SE' " —
NT	Neutor oder Siegmundstor
PaM	Parkgaragenkavernen, Mönchsberg-Mitte'
PaN	— " — " — Mönchsberg-Nord'
RA	Rainberg
VS 3.1	Verbandssammlerstoßen VS 3.1

Abb 1: Lageplan der Hohlraumbauten im Mönchsberg

Der VERBANDSSAMMLERSTOLLEN

und die auf eine geotechn. Prognose einflussnehmenden benachbarten Stollenbauten



UrK	Ursulinenkirche	LMH	LS-Stollen Müllner Hptstr.		Rinnstelle
EAW	Elektr. Aufzug, Café Winkler	Ma.Sch	Marketender Schlossl		Wand oder Stufe
Ht	Humboldt-Terrasse	MoP	Monika-Pforte		ss
Kla	Klausentor	MRS 72	Bohrpunkt MRS 72		Große, offene Klüft
LK	Lehmklüfte, NW-Ende f. LS-stollenbau	PaN	Parkgaragenkav-Nord		

Abb. 2: Lageplan Verbandssammlerstollen

lage hinter dem St. Peter-Bezirk bedeutsam, weil in ihr 115 m tief hinter der Mönchsbergwänden auf 145 m Stollenlänge eine meterschmale Zone fast vertikaler Großklüfte aufgeschlossen ist. Vgl. G. HORNINGER, 1974.

– Gegen NNW folgt das 1766 fertiggestellte „Neutor“ – kein Tor im herkömmlichen Sinne, sondern ein Straßentunnel von 131 m Länge –, ganz in der Nagelfluh. Das Neutor oder Siegmundstor, wie es eigentlich heißen sollte, liegt an der engsten natürlichen Einschnürung des Mönchsberges. Heutzutage, nach den Erfahrungen, die der Bau der Kavernengaragen 1972–1975 brachte, die zu beiden Seiten des Neutors hergestellt worden waren, versteht man, wie sehr dem verdienstvollen Erbauer des Neutors, Jh. E. v. GEYER, bei seiner Arbeit auch das Glück hold war. Wäre die Tunnelachse nur etwa 40 m weiter NW' angesetzt worden, wäre der Tunnel so gut wie sicher in den örtlich schon stark gelockerten Felsbereich der 25 x 20 m<sup>2</sup> weiten Kuppel einer im Berginneren verborgenen Sackungshöhle geraten. 1973, also 200 Jahre später, bereitete diese „Mönchsberg-Seehöhle“ ernste Bauprobleme, als sie beim Garagenbau angeschnitten werden mußte (G. HORNINGER, 1975). An eine andere, böse Klippe hätte man beim Bau des Neutors in Nähe seines SW-Endes geraten können, wenn man nicht vom stadtseitigen Anschlagpunkt weg zwecks Erzielung günstigeren Lichteinfalles stark steigend vorgegangen wäre. Die Sohle des Neutors hätte nur zu leicht in die südlichen Randfelder des durch Mischungskorrosion zerweichten Nagelfluhhorizontes geraten können, der, an ein altes Grundwasserniveau knapp unter Neutorplanum gebunden, dem Ausbruch beim Garagenbau ernste Erschwerungen einbrachte (G. HORNINGER, 1976). Mit Glück lief aber beim Neutorbau alles Technische bestens. Erst später schälten sich aus dem Mosaik der mannigfaltigen geologischen und technischen, zunächst kaum aufeinander beziehbaren, ja widersprüchlich erscheinenden Feststellungen beim Bau der Kavernengaragen – „Nord“ und – „Mitte“ – gemeinsame Ursachen heraus. So schien vorerst schwer verständlich, warum sowohl das Neutor als auch die südlich daran anschließenden Kavernen der Garagengruppe „Mitte“ mit keinen ernststen geotechnischen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten und daß auch der Ausbruch des Luftschutzkavernensystems unmittelbar NW' vom Neutor wenig behelligt von gesteinsbedingten Schwierigkeiten ablief, daß dagegen der Bau der Kavernengaragen – „Nord“ – buchstäblich ab 1 Meter unter dem Planum der LS-Stollen an mehreren Stellen auf erhebliche geologisch bedingte Erschwerungen stieß. Dabei lagen doch die Kavernengaragen – „Nord“ – im Grundriß genau auf dem rund 10400 m<sup>2</sup> großen Areal des LS-Kavernensystems! Die erwähnte gemeinsame Ursache ist in der für eine interglaziale Nagelfluh ungewöhnlich intensiven Entwicklung der über die ganze Mönchsbergwandhöhe reichenden Steilklüfte in der SW-Hälfte des Mönchsberges zu sehen. Kausal übergeordnet sind dieser Klüftentwicklung, die etwa 30 m NW' vom Neutor einsetzt und zumindest 125 m weit nach NW anhält, Sackungstendenzen im Nagelfluhkörper (vgl. G. HORNINGER, 1976), die ihren Ausgang in den Gesteinen unter der Nagelfluh nehmen. Mit der schrittweise reifenden Erfassung dieser Zusammenhänge war u. a. der Schlüssel für das Verständnis um das Zustandekommen der „Mönchsberg-Seehöhle“ gegeben (an die man übrigens beim Aussprengen der LS-Kavernen ahnungslos auf 80 cm herangekommen war, ohne die Höhle anzukratzen). Damit waren ferner die dem Garagenbau recht hinderlichen, von oben her genau horizontgebundenen einsetzenden Gesteinszerweichungen als Mischungskorrosion am Zusammentreffen des Felsickerstromes mit Klüftwasser zu erklären. Wo die Steilklüfte fehlten, wie in den Garagen „Mitte“, war auch keine Mischungskorrosion zustande gekommen. In Abwandlung eines bekannten Wortspieles könnte

man für den klüftigen 125-m-Abschnitt des Mönchberges sagen: „Oben hui, unten pfui.“ Die Grenze zwischen oben und unten lag ganz knapp unter dem Horizont, auf dem die LS-Kavernen, die an das schräg nach NE fallende Neutorplanum angeschlossen waren, hergestellt worden waren. Nun war auch die Tatsache einzuordnen, daß der versuchte Weiterbau der LS-Kavernen gegen NW an einer örtlichen Häufung bis zu 30 cm weiter, mit Lehm und mit eingeschwemmtem Sand gefüllter Klufspalten scheiterte (vgl. Abb. 2). Auch das 1943 von CZOERNIG in einem Aktenvermerk festgehaltene Kuriosum, daß beim Bau der LS-Kavernen eine winzige Höhlung angeschnitten worden war, gehört in den umfassenden Zusammenhang. Hätte man nachgegraben, wozu allerdings 1943 wenig Lust bestand, wäre man in den ausgedehnten Zerweichungshorizont geraten, der dem Garagenbau so hinderlich war.

Z. T. knetbar-weiche Nierentaler Tonmergel waren wohl zusammen mit grauen Gosaumergeln von mehreren Aufschlußbohrungen im SW-Bereich der Kavernengaragen—,„Nord“ und „Mitte“ erfaßt worden. Sie tauchten aber gegen E so rasch ab, daß sie dem Garagenbau nicht mehr schaden konnten. Einen ausgezeichneten räumlichen Aufschluß in diesen, die Nagelfluh gegen E unterteufenden Mergeln bot aber dann der Bau der Ausfahrtsrampe für das Garagensystem „Nord“, die die 4,8 m Höhenunterschied zwischen Kavernensohle und Reichenhaller Straße zu überwinden hatte. (Da über diesen interessanten Aufschluß nach Wissen des Verfassers noch nirgends geschrieben worden ist, seien die Profilbilder längs beider Aushubflanken der Rampe  $\Delta$  etwa 10 m, hier als Abb. 3 beigegeben). Im westlichen Mönchsbergvorland sind oft Bohraufschlüsse bei nur 20 m Seitenabstand voneinander so verschieden, daß sie nicht mehr aufeinander beziehbar sind.

— Der nordwestlichste Stollenbau in jener Zone intensiver Bergzerklüftung ist der sogenannte „Städtische Arm“ oder „Neutor-Arm“ des Almgerinnesystems. Dieser schnurgerade Stollen wurde um 1380 im Auftrag der Bürger der Stadt als kleinquerschnittiger Freispiegelstollen gebaut. Sohlkote am Einlauf, genau unter der Stiege, die aus der Reichenhaller Straße auf den Mönchsberg führt, 426,4 m SH, d. i. 2,90 m unter dem Planum der Straße. Länge der Felsstrecke — durchwegs Nagelfluh — bis zum Stollenende am Gstätentor 215 m. Sohlkote dortselbst 425,4 m SH, 2 m unter der dortigen Straßenhöhe. Stollenrichtung N  $46^{\circ}$  E. Die Nagelfluh dieses Stollens ist in dessen riedenburgerseitiger Hälfte bis lfm 136,5 ab Eintritt unter die Mönchsbergwand an der Stiege noch intensiv von mittelsteil einfallenden Großklüften in Mitleidenschaft gezogen. Die ersten 37,5 m der Einlaufstrecke sind ab Wandkante voll ausgemauert. Wie es hinter der Mauerung aussehen dürfte, lassen die vielen großen Klüfte an der Bergwand in Einlaufnähe schätzen. Ab 37,5 m bis etwa 62 m ist der Nagelfluhfels ober den gemauerten Wangen dick mit Kalksinter überkrustet. Die Schichtung fällt etwa  $45^{\circ}$  nach NW, also in den linken Ulm. Bis lfm 136,5 ist das Gestein arg zerklüftet. In dieser Strecke stellt man neben vielen kleineren Klüften allein 13 Klüfte von mehr als 4 cm und bis zu 10 cm Spaltweite fest. Diese Klüfte sind durchwegs mit weichem, meist blaß rotbraunem Lehm gefüllt. Sie entsprechen jenen, an denen man in nächster Nähe bei den Arbeiten zur versuchten N-Ausweitung der LS-Kavernen gescheitert war (vgl. Abb. 2). Im Stollenabschnitt zwischen lfm 64 und 110 streichen die Großklüfte um N—S und fallen  $50$  bis  $70^{\circ}$  nach E. Ab lfm 110 bis 136,5 dreht das Streichen der großen Klüfte auf N  $40^{\circ}$  W und liegen die Fallwinkel bei  $60$ — $70^{\circ}$  NE. Bei Stat. 136,5 hört die Felsklüftung schlagartig auf und die Folgestrecke bis zum Auslauf beim Gstätentor liegt in voll-standfester Nagelfluh. In ihr sind die hier unter  $20^{\circ}$  nach W bis WNW fallenden, meist um 20 bis 50 cm starken Schichtbänke

**S 65°W Kavernengaragen-Nord Profil I : NW-Wange der Ausfahrt N 65°E**

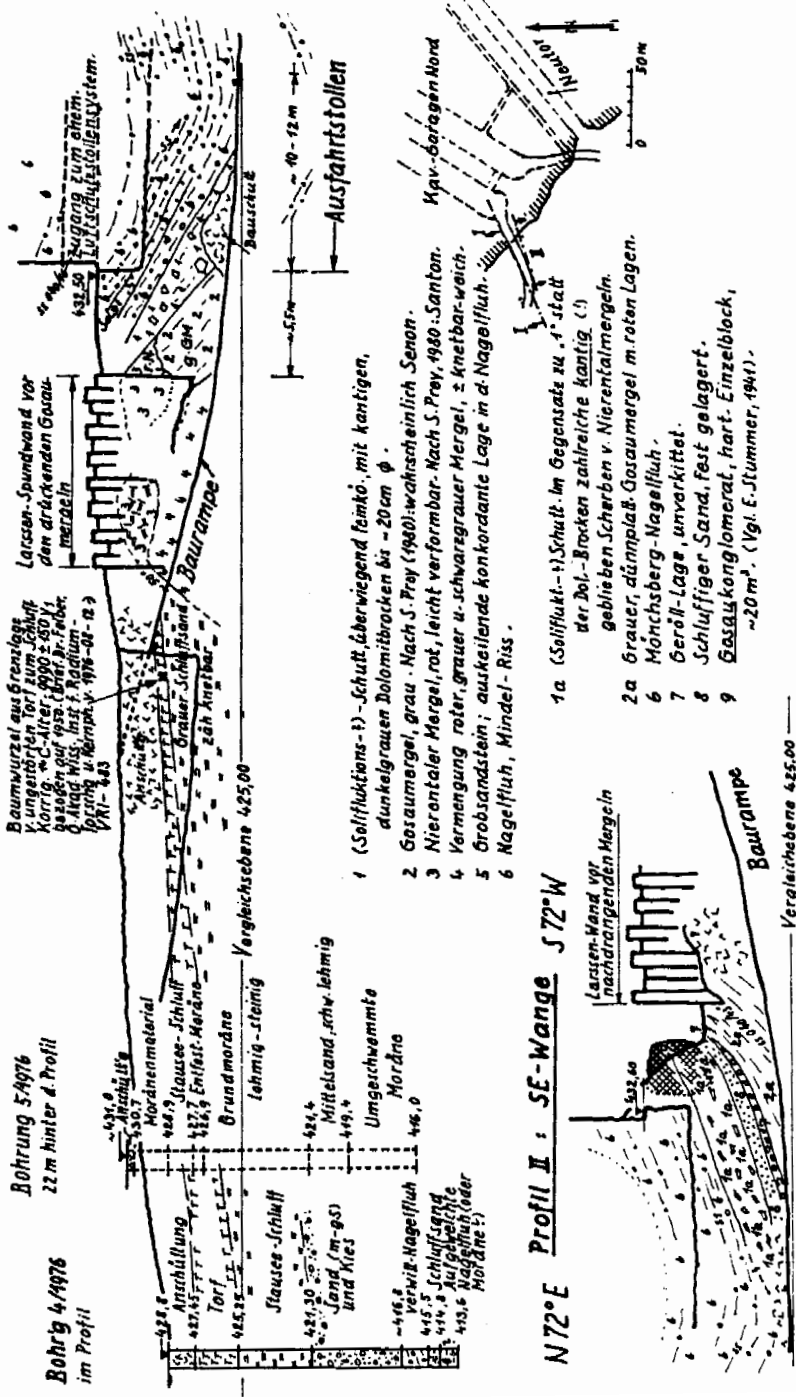


Abb. 196

**N 72°E Profil II : SE-Wange S 72°W**

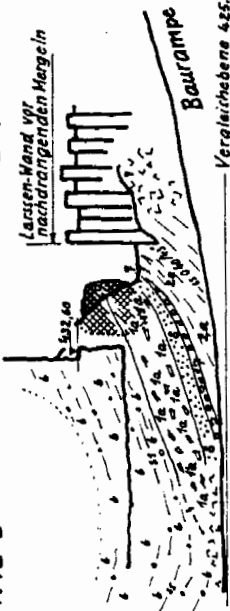


Abb. 3: Profile Ausfahrt Kavernengaragen Nord.



die einzigen, übrigens bautechnisch harmlosen, Diskontinuitäten. Es scheint zwar, daß die intensive Klüftung der Nagelfluh ab der erwähnten Stiege gegen W bzw. NW rasch ausklingen würde. (Eingehende Untersuchungen darüber unterblieben seinerzeit, weil für den Bau der Garagenkavernen nicht mehr relevant.) Merkwürdig wäre aber solches plötzliche Aufhören der intensiven Klüftung an der Stiege auf den Berg auf jeden Fall, weil diese Stelle in nächster Nähe des Intensitätszentrums der Sackungerscheinungen liegt und ein Ausklingen des Phänomens gegen NW wahrscheinlicher wäre als das plötzliche Aussetzen.

Der zuletzt beschriebene Kanalstollen im „Städtischen Arm“ ist von dem um 1974/75 projektierten Verbandssammlerstollen VS 3.1 nur 300 m entfernt. Nach dem oben Dargestellten wäre eine Randwirkung des Intensivklüftungsbereiches in das SW-Ende des VS 3.1 hinein zwar nicht sehr wahrscheinlich, aber auch nicht unbesehens auszuschließen gewesen.

– Wesentlich höhere Eintrittswahrscheinlichkeit einer direkten Rückwirkung auf den VS 3.1 kam den Befunden aus den Luftschutzzstollen in der Müllner Hauptstraße zu. Sie waren erstmals 1944 von E. STUMMER in einem Zeitungsartikel einem weiteren Kreise zugänglich gemacht worden. Zur Stollenlage und zur Lagebeziehung gegenüber VS 3.1 vgl. Abb. 2. Statt, wie erwartet, von der Müllner Hauptstraße aus direkt in die Nagelfluh zu gelangen, die wenig höher über dem südlichen der beiden Zugangsstollen als Wand überzeugend ansteht, geriet man mit den LS-Stollen auf Straßenhöhe, ca. 426,0 m SH, in graue, nachbrüchige Mergel, die dem Flysch zuzurechnen waren. Den Mergeln war noch eine schräg aufsitzende Kappe aus blockreicher Grundmoräne und darüber etwas Seeton aufgelagert, ehe man in die Nagelfluh kam. E. STUMMERs Freude über die geologische Neuerkenntnis dürfte entschieden größer gewesen sein als die Begeisterung der Mineure, denen die Nachbrüchigkeit von Mergel, Moräne und Seeton sehr zu schaffen machte (E. STUMMER, 1944; DEL-NEGRO, 1979).

So hatten also die dem VS 3.1-Projekt räumlich nächstgelegenen unter den älteren Untertagebauten, die für Vergleiche am ehesten in Frage kommen hätten können, mit erheblichen Bauschwierigkeiten zu kämpfen gehabt: im SE die Garagenkavernen—„Nord“ einschließlich des Stollens für den „Städtischen Ast“ der Alm, im NW die LS-Stollen in der Müllner Hauptstraße. Daß weder die eine noch die andere Befürchtung tatsächlich eintreffen werde, konnte man vor dem Bau des VS 3.1 nicht wissen. Es war ein beachtlicher, durchaus nicht selbstverständlicher Glücksfall für den Bau des VS 3.1, daß die Flyschmergel und die sie begleitenden Grundmoränen und Seetone vom VS 3.1 nicht mehr angeschnitten wurden, obwohl der VS 3.1-Stollen volle 10 Höhenmeter tiefer als die Müllner LS-Stollen liegt.

### 3. Der Verbandssammlerstollen VS 3.1

Ende Jänner 1976 wurde ohne viel Aufsehen etwa 40 m nördlich vom Klausentor im schmalen Parkgelände zwischen der Salzach und der steilen Stufe zur Müllner Hauptstraße hinauf, mit der Herstellung der Abfahrtsrampe für die Teilschnittfräse begonnen. Binnen kurzem hatte sich dann die „AM 50“ so weit in den Berg gefressen, daß die weiteren Vortriebsarbeiten jeder Art schädlicher Neugierde entzogen waren. Der Stollen blieb vom Anschlagpunkt am salzachseitigen Ende bis zum Endpunkt an einem kurzen Fallschacht, einige Meter jenseits der Mönchsbergwand in der Reichen-

haller Straße in gutartiger, fast durchwegs frei stehender oder mit nur leichten Stützeinbauten zu sichernder Nagelfluh. Zur einzigen größeren Vortriebsschwierigkeit kam es bei Baustationierung lfm 172 (ab salzachseitigem Stollenende): Eine isolierte, nur teilweise mit weichem Lehm gefüllte, quer über den Stollen schneidende Kluftspalte nach  $050/85^\circ$ , mit einer Öffnungsweite zwischen 3 cm am NW-Ulm und 1 1/2 cm am SE-Ulm, entleerte in ihr aufgestautes Bergwasser. Es kam kurzfristig zu einer Überflutung der Sohle und der Vortrieb wurde auf etwa 2 Tage unterbrochen. Dem Vernehmen nach betrug die Schüttung am Anfang „ein paar wenige l/s“. Die Spalte lief bald leer; überblieb auf Dauer eine harmlose Rinnstelle, wie solche im Laufe des weiteren Vortriebes noch mehrmals, meist in Sohlennähe, angefahren wurden. Keine dieser Rinnstellen hatte aber eine auch nur annähernd so starke Anfangsschüttung wie die Kluft bei lfm 172. In geologischer Hinsicht ist dieser Mini-Wassereinbruch bemerkenswert. Die Spalte muß nämlich sowohl nach unten, wie auch ober dem Sammlerstollen von Natur aus gegenüber allen anderen Sickerwegen im Fels abgedichtet gewesen sein. In der Isoliertheit dieser Großkluft im Berginneren ergibt sich die Parallele zu jener merkwürdigen, 115 m hinter der blanken Nagelfluhwand in den LS-Stollen im St. Peter-Bezirk auf 145 lfm Länge festgestellten Spaltenzone, auf die weiter oben hingewiesen worden war. Austrocknung des Gesteins als Ursache für solche Spalten im Berginneren anzunehmen ist zwar bequem und scheint zunächst plausibel, letzten Endes ist dies aber doch nicht befriedigend, auch wenn sie für die typischen Zerrspalten in den äußeren Metern der Wände gelten mag (Th. PIPPAN, 1958, S. 235; G. HORNINGER, 1974). Die Phänomene wären wert, genauer studiert zu werden. Im ganzen Stollen VS 3.1, besonders aber in dessen NE-Hälfte ist die Nagelfluh ausgesprochen schwach und unscharf geschichtet. Der Anteil an Geröllen, die meist Faustgröße nicht überschreiten, beträgt nur etwa 1/3 im Vergleich zu 2/3 an Sand- und Schluffmatrix.

Nach Ingenieurklassifikation waren beim Vortrieb von den 592.05 m der Gesamtlänge in Summe 506,1 m, d. s. 85,5 % als „feste Nagelfluh“ eingestuft worden. Die restlichen 14,5 %, summiert aus 16 Teillängen zwischen 2,0 und 12,7 m, wurden im Abrechnungsplan als „Lockergestein“ geführt. („Lockergestein“ natürlich nicht im petrographischen Sinne!)

Gewiß haben im Laufe der Jahrhunderte zahlreiche bauliche Eingriffe die glazial geformte Morphologie des Mönchbergplateaus z. T. beträchtlich verändert. Die großen Hohlformen des Reliefs, wie z. B. der „Sunk“, d. i. die weite Mulde zwischen dem oberen Ende der Stiege aus der Reichenhaller Straße, und der Bürgerwehr, scheinen aber doch in der Urform erhalten geblieben zu sein. Für die ausgeprägte Plateaumulde mit Tiefpunkt 459 m SH über dem südwestlichen Drittel des VS 3.1 hat sich die aus den Beobachtungen beim Bau der Garagenkavernen Mönchsberg–, „Nord“ abgeleitete (und der Firmenbauleitung mitgeteilte) Erwartung bestätigt, daß größere Mulden auf dem Plateau mit Schwächezonen im Felsgefüge ursächlich zu tun haben. Die im SW-Drittel des VS 3.1 etwa ab lfm 400 bis über lfm 500 hinaus angetroffene Felsverschlechterung im Sinne stärkerer Klüftung der Nagelfluh, damit verbundener Bergnässe und verstärkter Verwitterungserscheinungen sowohl an den Klüften selbst als auch in deren 1/2-m-Nachbarschaft – mit häufiger Zersetzung der empfindlichen Dolomitgerölle von innen heraus – war erwartet worden. Diese Felsverschlechterung war bestimmt nicht dramatisch. Sie war aber auch nicht zu übersehen. Bei lfm 410 setzt z. B. nach  $314/90^\circ$  ein steiler, um 8 mm weit klaffender, stets feuchter Firstenriß ein. Er wird ab lfm 417 durch einen 1/4 m daneben gestaffelt verlaufenden Riß in Lage  $323/80^\circ$  abgelöst, der bei 420 in den Ulm hineinläuft. (Der Riß gab übrigens einige

Jahre nach Baufertigstellung Anlaß zu einigen Überlegungen hinsichtlich eventueller Nachbrüche in dem zum guten Teil unverkleidet belassenen Rohrstollen.) Eine andere bemerkenswerte Kluft, 349/88–90°, die im Stollen von lfm 490,5 bis lfm 502, hauptsächlich am SW-Ulm und in der Firste, durchläuft, sei etwas eingehender behandelt. Ähnlich wie die oben erwähnte, bis zu 30 mm weite, rinnende Fuge bei lfm 172, deren kürzester Abstand ab ihrer Schnittstelle mit dem Stollen bis zur salzachseitigen Bergwand 110 m beträgt, liegt diese um 20 mm weite Großfuge bei lfm 500 etwa 90 m von der ihr nächstgelegenen, freien Wand an der Riedenburger Seite des Mönchsberges entfernt. In beiden Fällen sind in den jeweiligen Stollenstrecken von der Kluft bis zur offenen Wand nur wenige und schwächere Klüfte zu finden. Beide Großklüfte haben, zumindest teilweise, Lehmfüllungen und weisen an den Klufrändern und in deren Nachbarschaft die typischen Anzeichen für Gesteinszersetzung durch Nässewirkung auf. Von den anderen Klüften unterscheiden sich aber die beiden durch eine deutliche, für Nagelfluhklüfte ungewöhnliche Glättung; bei lfm 172 ist die Glättung gepaart mit einer merkbaren Striemung, die fast nach der Falllinie ausgerichtet ist. Die Kluft bei lfm 172 hat übrigens einen auffallenden Gleichlauf mit Detailformen auf dem Mönchsbergplateau in der geometrischen Auslängung dieser Kluft (vgl. Abb. 2). Ein Zufall oder doch ein Hinweis auf Verstellung, wohl durch differentielles Einsinken der Nagelfluh in eine nachgiebige Unterlage? Verschiebungssinn und Versetzungsbetrag konnten wegen des fast völligen örtlichen Mangels an Gesteinsschichtung im Stollen nicht ermittelt werden.

Die endgültige betriebliche Sicherung der 440 m langen Rohrstollenstrecke konnte sich bisher durchaus auf die allgemein üblichen „Hausmittel“ für wenig-nachbrüchige Gesteine, wie örtliche Torkretierung der Leibung, Setzen und Einspritzen einiger Streckenbögen, oder auch örtliche Abdeckung des GFK-Rohres gegen eventuellen Nachfall aus der Firste beschränken.

### Danksagung

Dem Reinhaltverband für den Großraum Salzburg und Umgebungsgemeinden, speziell Herrn Dipl.-Ing. ABLINGER, sei herzlich für die Erlaubnis zur Veröffentlichung dieser Arbeit und für freundliche Beistellung von Bestandsplänen, sowie für Auskünfte gedankt. Ebenso dankt der Verfasser Herrn Dipl.-Ing. FORSTHUBER für wertvolle Auskünfte. Einige Daten betreffend Höhen aus den beiden mittelalterlichen Almkanal-Stollen konnten beim Kanal- und Gewässeramt der Stadtbaudirektion Salzburg erhoben werden. Auch dafür vielen Dank.

### 4. Literatur

- CZOERNIG, W. v.: Archivnotiz ex 1943, Bundesdenkmalamt, Wien.  
 DEL-NEGRO, W.: Erläuterungen zur Geol. Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. – Geol. B.-A., Wien 1979.  
 EBERS, E., WEINBERGER, L. & DEL-NEGRO, W.: Der pleistozäne Salzachvorlandgletscher. – Veröff. Ges. für Bayer. Landeskd., München 1966.  
 FIEBICH-RIPKE, E.: Der Salzburger Almkanal. Ein Werk ältester Salzburger Ingenieurkunst. – ÖWW., 11, H. 4/5, 105–116, 1959.

- HORNINGER, G.: Tiefliegende oberflächenparallele Klüfte. — Proc. Third Intern. Congr. on Rock Mech., II, Part A, 613–618, Denver 1974.
- Baugeologische Ergebnisse bei Erkundungsarbeiten im Mönchsberg, Salzburg. — Verh. Geol. B.-A., 1975, H. 2–3, 75–129, Wien 1975.
- Geologische Erfahrungen vom Bau der Kavernengaragen Mönchsberg-Nord, Sbg. — Rock Mech., Suppl. 5, 3–28, Springer 1976.
- MARTIN, F.: Eine Zeitung über den großen Bergsturz von 1669. — Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., 62, 27–32, Salzburg 1922.
- MUDRICH, A.: Die Geschichte des St. Siegmunds- oder Neutores bis 1774. — Mitt. Ges. Sbg. Landeskd., 55, 113–150, Salzburg (Kiesel) 1915.
- OSBERGER, R.: Der Flysch-Kalkalpenrand zwischen der Salzach und dem Fuschlsee. — Sitzber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., Abt. I, 161, 785–801, Wien 1952.
- PIPPAN, Th.: Bericht 1957 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Hallein 94/1 und Untersberg 93/2, 1:25.000 und dem Stadtplan Salzburg 1:10.000. — Verh. Geol. B.-A., 1958, 232–240, Wien 1958.
- Bericht 1959 über geologische Aufnahmen auf den Blättern Salzburg 63/4 und Ebenau 64/3, 1:25.000. — Verh. Geol. B.-A., 1960, A55–A61, Wien 1960.
- PREY, S.: Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg 1:50.000. — Geol. B.-A., Wien 1969.
- Erläuternde Beschreibung des Nordteils der Geol. Karte der Umgebung der Stadt Salzburg, 1:50.000: Flyschzone, Walserbergserie, Gosau und Nordrand der Kalkalpen und Quartär. — Verh. Geol. B.-A., 1980, H. 3, 281–325, Wien 1980.
- STUMMER, E.: Zum interglazialen Alter des Mönchs- und Rainberges in Salzburg. — Ber. Reichsst. für Bodenforschung, 95–99, Wien 1941.
- Das Alter des Mönchsberges. — Salzburger Ztg. vom 1. Juni 1944, S. 2 f.
- Der Aufbau des Salzburger Zungenbeckens. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskd., 81–92, Salzburg 1947.
- TICHY, G.: Das Würm-interstadiale Kohle-Vorkommen von Mülln (Stadt Salzburg). — Z. f. Gletscherkd. u. Glazialgeol., 16, H. 1, 107–110, 1980.
- ZILLNER, F.: Die Wasserleitung der Alm. — Mitt. Ges. Salzbg. Landeskd., IV, Salzburg 1864.

Manuskript eingelangt am 25. 3. 1986

angenommen am 14. 5. 1986