

Gesteinsklüftung und Stollenbau

Autor(en): **Jäckli, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **119/120 (1942)**

Heft 10

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-52324>

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.

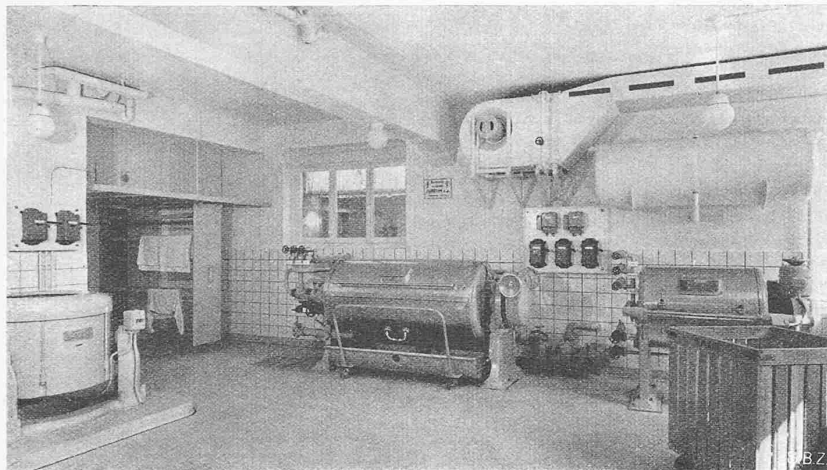


Abb. 14. Waschküche (63 in Abb. 10)

Photos Spreng, Basel

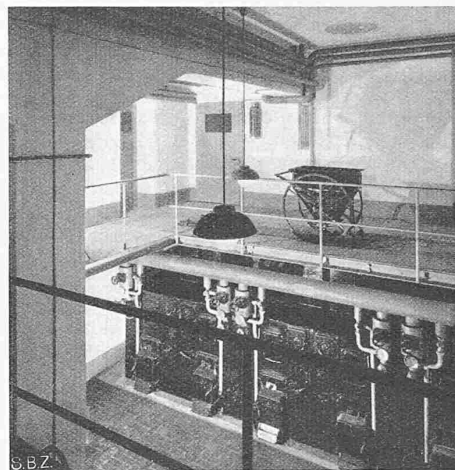


Abb. 15. Warmwasserkessel im Zentralheizraum

der Sterilisation, der Sommerheizung in den Operationssälen, der Tellerwärmer in den Teeküchen und der Luftheritzer der Ventilationsanlage dient. Die Kessel für Kleinkohlenfeuerung sind mit Ventilation zur Beschleunigung der Verbrennung versehen, die durch Thermostaten reguliert wird. Die Kesselthermostaten werden vermittels eines durch die Aussentemperatur beeinflussten Automaten gesteuert. Unter dem ganzen Gebäude zieht sich ein begehbare Rohrkanal hin, der sämtliche Rohre der Heizung, des Heisswassers, des warmen und kalten Wassers sowie der elektrischen Kabel mit allen Abzweigungen enthält. Grosse elektrische Boiler, die auch durch das Heisswasser aufgewärmt werden können, liefern das Warmwasser.

Die unzähligen Schwierigkeiten, die der abseitig gelegene Bauplatz mit seiner primitiven Zufahrtstrasse, auf der die Last-

wagen das gesamte Baumaterial grösstenteils aus dem Tal herauf transportieren mussten, mit sich brachten, zu denen sich noch die aus der Kriegszeit entstandenen Komplikationen gesellten, haben die glückliche, ohne Unfall durchgeführte Vollendung des grossen Baues nur unwesentlich verzögern können. Die Erstellungskosten konnten, dank der sofortigen Vorgebung sämtlicher Bauarbeiten bei Baubeginn im Herbst 1939 fast noch auf Vorkriegsniveau gehalten werden. Dazu hat der gute Wille und die Opferwilligkeit der vielen beteiligten Firmen aus allen Kantonen der Schweiz wesentlich beigetragen.

Baukosten einschl. sämtliche Installationen und Honorar, aber ohne Mobiliar und Umgebung Fr. 1 627 010,30
Mobiliar u. Umgebungsarb., Kanalis., Hydr. Leitg. Fr. 351 729,10

Totale Kosten Fr. 1 978 739,40

Umbauter Raum 23 150 m³; 70,30 Fr./m³, ohne Mobiliar usw.
Kosten pro Krankenbett gerechnet 13 560 Fr.

Wie so viele Projekte der öffentlichen Hand, hat auch dieser Bau eine lange Vor-, um nicht zu sagen Leidensgeschichte, und wären schliesslich nicht bedeutende Mittel der «Loterie Romande» und einer privaten Stiftung für eine Frauenheilstätte, sowie namhafte Bundessubventionen zur Verfügung gestanden, wäre diese so dringend notwendige Anstalt auch heute noch nicht verwirklicht. Wie bitter nötig dieses Sanatorium für die Walliser Kranken ist, erhellt die Tatsache, dass die Heilstätte schon wenige Monate nach ihrer Eröffnung vollbesetzt war und heute bereits ein empfindlicher Bettenmangel besteht, sodass eine Erweiterung in nicht allzu ferner Zeit unumgänglich sein wird.

Gesteinsklüftung und Stollenbau

Von Dr. sc. nat. H. JÄCKLI, Geologe, Andermatt

A. Geologisches

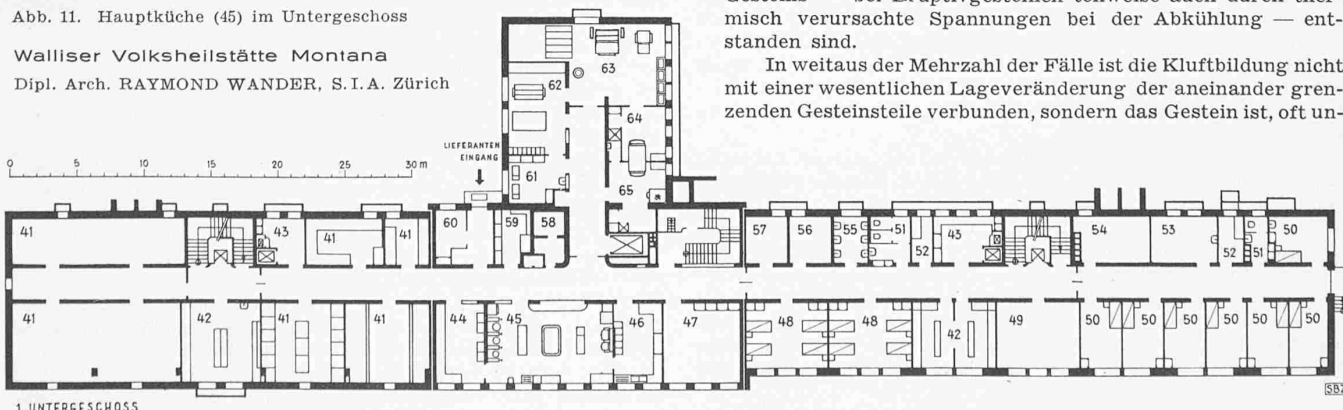
Begriff der Klüftung. Als Gesteinsklüftung bezeichnen wir die Zerlegung homogener Felskomplexe in kleinere Partien durch Flächen, die infolge tektonisch-mechanischer Beanspruchung des Gesteins — bei Eruptivgesteinen teilweise auch durch thermisch verursachte Spannungen bei der Abkühlung — entstanden sind.

In weitaus der Mehrzahl der Fälle ist die Klüftbildung nicht mit einer wesentlichen Lageveränderung der aneinander grenzenden Gesteinsteile verbunden, sondern das Gestein ist, oft un-



Abb. 11. Hauptküche (45) im Untergeschoss

Walliser Volksheilstätte Montana
Dipl. Arch. RAYMOND WANDER, S.I.A. Zürich



1. UNTERGECHOSS

Abb. 10. Grundriss 1:500. — 41 Keller und Lagerräume, 42 Patientengarderobe Männer und Frauen, 43 Office, 44 Rüstraum, 45 Küche, 46 Abwaschraum, 47 Angestelltenessraum, 48 Weibliche Angestellte, 49 Schwesternessraum, 50 Schwesternzimmer, 51 W. C., 52 Bad, 53 Sezierraum, 54 Abstell- und Kofferraum, 55 Angestelltenraum, 56 Transformatoren, 57 Zähler, 58 Kühlräume, 59 Ekonomat, 60 Warenkontrolle, 61 Nähzimmer, 62 Mangel- und Bügelraum, 63 Wäscherei, 64 Wäschesortierraum, 65 Desinfektion und Verbrennung

abhängig von Struktur und Textur, auf einer durch die Gebirgsbildung mechanisch bedingten Fläche lediglich zerbrochen; die Kluft bleibt geschlossen. Ist die Bruchbewegung hingegen stärker, so kann sich die Kluft zum offenen Spalt erweitern. Wässrige Lösungen, die im Berginnern auf solchen offenen Klüften zirkulieren, können durch Ausscheidung von Neubildungen, sogenannten Kluftfüllungen (z. B. Kalzit, Quarz, Chlorit usw.), die Kluft nachträglich wieder ganz oder teilweise schliessen. Sehr häufig finden wir auch, besonders in oberflächennahen Partien, offene Klüfte mit *Lehm* gefüllt, der meistens von oben durch Wasser eingeschwenkt wurde, unter Umständen aber auch als Endprodukt sehr intensiver lokaler Verwitterung an Ort und Stelle entstanden sein kann.

Treten längs einer Kluft seitliche Verschiebungen auf, so entstehen auf den Kluftflächen oft glatte, gestriemte Gleitspiegel, sogenannte «Harnische», mit deren Hilfe der Bewegungsvorgang analysiert werden kann. Bei seitlichen Verschiebungen an sehr engen Kluftscharen innerhalb einer verhältnismässig schmalen Zone von vielleicht 0,1 bis 2 m Breite können in dieser direkt Differentialbewegungen auftreten; der Gesteinsverband wird dadurch lokal sehr stark gelockert, kleinere Gesteinsteile werden zerbrochen und zerrieben; wir bezeichnen die ganze Erscheinung als «Ruschelzone». Innerhalb Ruschelzonen hat die primär mechanische Zerstörung der Gesteine wegen der dadurch erleichterten Wasserzirkulation auch sekundär eine intensivere Verwitterung zur Folge, sodass dort oft weiches, feinbröckeliges Material oder klebriger Lehm angetroffen wird. Ist die Verwitterung eine tiefgehende, so macht sich innerhalb der Verwitterungszone im Gestein die Klüftung besonders stark bemerkbar, wogegen in den frischen, unverwitterten Gesteinskomplexen jene viel schwächer in Erscheinung tritt, was besonders bei Schiefern deutlich zu beobachten ist.

Erlangt die Verschiebung längs Klüften oder eng benachbarten Kluftscharen grösseres Ausmass, so spricht man von Verwerfungen, bei bedeutenden Horizontalbewegungen auf regional ausgedehnten Gleitflächen von Ueberschiebungen.

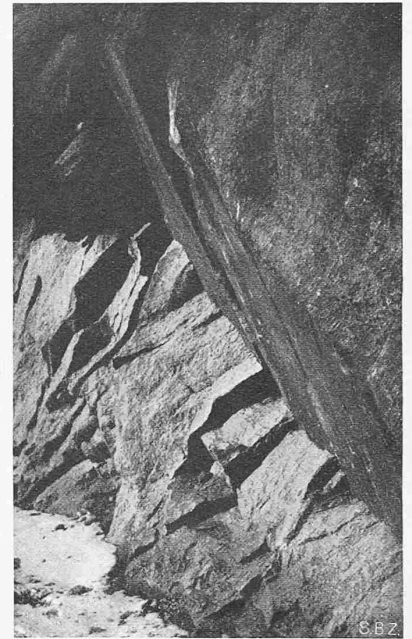
Regionale und petrographische Faktoren. Je stärker ein Gesteinskomplex tektonisch bei der Gebirgsbildung beansprucht wurde, umso intensiver ist er in der Regel geklüftet. Sehr schwach geklüftete Gesteine in grosser Verbreitung können wir somit höchstens im Mittelland antreffen, während fast überall in den Alpen, je nach den lokalgeologischen Verhältnissen, die Klüftung bald mittelstark, bald äusserst stark ist. Da bei der Alpenfaltung der Schub in der Erdkruste aus Süden kam, trifft man in ein- und derselben geologischen Einheit meistens an deren Südrand intensivere Klüftung als in nördlicheren Partien, wie man auch im Querprofil durch die Alpen im Süden allgemein intensivere Metamorphose feststellt als im Norden.

Petrographisch verschiedene Gesteine reagieren auf gleiche Beanspruchung sehr verschieden; intensive Klüftung findet man besonders bei sehr spröden Gesteinen: Reiner Serpentin zeigt fast immer sehr starke Klüftung mit oft schaligen, stark gekrümmten Kluftflächen; offene Klüfte werden nur selten durch Kluftfüllungen später wieder ganz geschlossen. Ebenfalls sehr spröde sind Radiolarite und Quarzite, ferner quarzreiche Sandsteine und Konglomerate, ganz besonders dann, wenn sie von eher plastischen, tonigeren Schichten begleitet werden. Das selbe trifft auch zu für verhältnismässig dünne, verfaltete Schichten von reinen Kalken, Marmoren und Dolomiten, die mit plastischen, deformierbaren Schichten wechsellagern. Fällt die Klüftung mit einer starken Gesteinschieferung zusammen, z. B. bei Glimmerschiefern, glimmerreichen Gneisen und anderen stark verschieferten Gesteinen, so können solche Gesteine besonders bei steller Lagerung eine sehr tiefgründige Verwitterung längs dieser Klüfte zeigen, wodurch im Stollenbau die dadurch verursachten Schwierigkeiten oft besonders deutlich zur Geltung kommen.

Eine Mittelstellung mit meist nur mässig starker Klüftung nehmen grosse, einheitlich aus dem selben Gestein bestehende Komplexe ein: Granite (Abb. 1), Diorite, Amphibolite, Orthogneise, ferner mächtige Kalk- und Dolomitschichten, schliesslich auch die Sandsteine und Nagelfluhen der Voralpen. Wegen der grossen Standfestigkeit, der Widerstandsfähigkeit gegen Verwitterung und der teilweisen Verwendbarkeit des Ausbruchs bei unverwittertem, lehmfreiem Material als Betonzuschlag eignen sich diese Gesteine für Stollenbauten gut; sie zeigen nur dort gefährlich starke Klüftung, wo sie lokal tektonisch besonders stark beansprucht worden sind.

Leichte Klüftung zeigen die zu mehr plastischer Verformung neigenden Gesteine: Mergel, mergelige Kalke und Sandsteine, in den Alpen z. B. auch tonige Kalkschiefer, ferner reiner Anhydrit. Soweit sie absolut frisch, trocken und unverwittert sind,

Abb. 1. Klüftung in Granit. Das Hauptkluftsystem mit beschatteten Kluftflächen verläuft von links vorn nach rechts hinten und entspricht in Abb. 2 b dem Strahl mit Azimut 35°; die darauf fast senkrecht stehende Kluft, von links hinten nach rechts vorn verlaufend, ist mit einer schwarzgrünen Chloritschicht bedeckt und gehört zum Kluftsystem mit Azimut 120°.



liefern sie günstige Bedingungen für Stollenbauten; umso erschwerender wirkt sich aber in ihnen eine tiefgreifende Verwitterung aus.

Wasserführung. Die Wasserzirkulation in Felsgestein ist weitgehend an die Gesteinsklüfte gebunden; Ausnahmen machen sehr grobkörnige und poröse Gesteine, z. B. Rauh- wacken, oder chemisch leicht lösliche Sedimente (sogenannte Karsterscheinungen in Kalk, Dolomit und Gips). Die Intensität der Wasserführung hängt neben der Grösse des Einzugsgebietes und der Lagerung der Schichten hauptsächlich von der Zahl und der Weite der Klüfte ab.

Hauptwasserträger sind Verwerfungen und Ruschelzonen. Senkrechte oder steil gestellte Klüftung in mächtigen, homogenen Gesteinskomplexen lässt Oberflächenwasser rasch tief eindringen. Wird eine stark geklüftete Schicht von einer sehr schwach geklüfteten, daher wasserundurchlässigen Schicht unterlagert, so wird die Grenzfläche zu einem Wasserhorizont.

Häufig werden durch Stollen- und Tunnelbauten Quellen angezapft, die vorher an die Oberfläche austraten und nun dort teilweise oder ganz versiegen. Allein schon durch die Sprengerschütterungen kann eine empfindliche Kluftquelle stark gestört und ihre Ader verlegt werden, auch ohne dass diese in den Stollen auszutreten braucht. Quellstörungen durch Stollenbauten können sich auf sehr grosse Distanzen bemerkbar machen; bekannt ist z. B. das Versiegen mehrerer Quellen in der Gemeinde Rohr durch den Bau des Hauenstein-Basistunnels, dessen Axe volle 5 km von den genannten Quellen entfernt ist.

B. Kluftstatistik

Eine ebene Kluftfläche wird in ihrer räumlichen Lage charakterisiert durch die Richtung ihrer Hauptgeraden, das sogenannte «Streichen», gemessen mit dem Kompass, und der dazu senkrechten Richtung und Neigung der Fallgeraden, dem «Fallen», gemessen mit dem Neigungsmesser oder Klinometer. Zur Kennzeichnung der Kluftverhältnisse eines speziellen Gebietes werden nun, um subjektive Fehler des Beobachters weitgehend auszuschalten, Streichen und Fallen einer möglichst grossen Zahl von Kluftflächen rein statistisch gemessen und die Ergebnisse graphisch übersichtlich dargestellt.

Da speziell im horizontal verlaufenden Stollen das Streichen von Kluftflächen viel weitergehend berücksichtigt werden kann als ihr Fallen, kann das letztgenannte in unserer graphischen Darstellung der Kluftstatistik unberücksichtigt bleiben. Werden nun Häufigkeit und Richtung des Kluftstreichens in Polarkoordinaten dargestellt, so erhält man eine sogenannte «Kluftrose», wobei für die Länge der Strahlen ein Masstab der Häufigkeit in Prozenten festgesetzt werden kann. In den Abb. 2 a und 2 b sind die Kluftmessungen aus zwei benachbarten, geologisch aber etwas verschiedenen Granitgebieten in dieser Art dargestellt. Der Uebersichtlichkeit halber sind die Streichrichtungen nur in Intervallen von 5 zu 5° aufgezeichnet worden. Man erkennt aus diesen Darstellungen sofort, dass die Klüfte eines lokal begrenzten Gebietes, obschon sie, im Stollen oder in der Felswand besehen, oft ganz wir zu verlaufen scheinen, doch in ihrem Streichen weitgehend nach wenigen Hauptrichtungen orientiert sind, während in anderen Richtungen Klüfte nur selten auftreten oder überhaupt völlig fehlen.

Da aber mit der Kluftrose nur die Häufigkeit in ihrer Abhängigkeit zur Richtung festgehalten wird, sind noch ergänzende

Feststellungen über Beschaffenheit der verschiedenen Klüfte, Wasserführung, Schieferung, Rutschelzonen usw. zu machen, um die Kluffcharakteristik zu vervollständigen. Treten Klüfte des selben Gebietes mit gleicher Orientierung und Beschaffenheit in Scharen auf, so spricht man von «Kluffsystemen»; häufig schneiden sich zwei Kluffsysteme unter nahezu 90°, wobei aber das eine System stärker ausgebildet sein kann als das andere.

C. Technisches

Behinderung des Vortriebes. Schon beim Bohren macht sich die Gesteinsklüftung unangenehm bemerkbar; oft beeinflusst sie die Vortriebsgeschwindigkeit viel mehr als z. B. der rein petrographische Charakter des Gesteins. Schneidet die Bohrrichtung Kluffflächen unter sehr spitzem Winkel, so wird der Bohrer leicht in der Richtung der Klufffläche abgedrängt, immer und immer wieder verklemmt er sich, sodass der Mineur Mühe hat, ihn wieder in Gang zu bringen und häufig lieber ein ganz neues Bohrloch anfängt. Sind Klüfte offen und erst noch mit Lehm gefüllt, so erschwert dies das Bohren besonders stark. Durch das Verklemmen werden die Bohrschneiden öfters als sonst beschädigt, was viele Unterbrechungen und grosse Schmiedearbeit zur Folge hat. Stehen aber die wichtigsten Kluffflächen steil bis senkrecht und streichen sie mehr oder weniger *rechtwinklig zur Stollenaxe*, so verringert das die Vortriebsgeschwindigkeit sehr viel weniger, als wenn sie flach oder fast parallel zur Stollenaxe verlaufen.

Auf die *Sprengreaktion* kann gleichmässige Klüftung fördernd wirken, sodass meistens mit schwächeren Ladungen auszukommen ist als bei sehr kompaktem Fels. Ist die Klüftung aber hauptsächlich nach einer Richtung orientiert, schneidet diese die Stollenaxe erst noch sehr schief, so ist die Sprengwirkung schlecht; ferner entstehen leicht einseitige Ueberprofile, während auf der andern Seite Nachschüsse nötig werden und nur mit Mühe eine schöne Brust erhalten werden kann. Offene Klüfte verursachen ganz allgemein schlechte Sprengwirkungen, weil durch sie die Explosionsgase entweichen können, eine dichte Verdämmung der Ladung also fehlt.

Nachbrüche. Gefährlich sind die fast ausschliesslich durch intensive Klüftung verursachten Nachbrüche. Schon eine einfache Zimmerung verlangsamt und verteuert den Bau wesentlich, und doch ist der teuerste und zeitraubendste Einbau immer gerechtfertigt, wenn damit die Sicherheit des Arbeiters gewährleistet werden kann.

Flachliegende Kluffscharen im Stollendach, zur Stollenaxe fast parallel verlaufende Klüfte, nasse Felspartien mit schmierig-schmutzigen Kluffflächen, Rutschelzonen und Lehmklüfte sind dazu prädestiniert, grössere *Firstnachbrüche* hervorzurufen. In unverwittertem, trockenem Fels gehören schon mindestens zwei bis drei sich kreuzende Kluffsysteme dazu, bis Nachbrüche auftreten. Dass bei einem breiten Kavernenprofil Nachbrüche häufiger und grösser sind als im engen Stollen, ist selbstverständlich; andererseits nimmt mit grösserer Ueberdeckung die Intensität der Klüftung und damit auch die Häufigkeit von Nachbrüchen ab.

Wird ein steilstehendes Kluffsystem vom Stollen annähernd senkrecht zur Streichrichtung der Kluffflächen durchgeführt, so ist die Gefahr von Firstnachbrüchen am geringsten; die einzelnen Gesteinsplatten können sich gegenseitig verhältnismässig leicht verkeilen und sind seitlich auf kurze Distanz abgestützt. Wir nennen dann diese Richtung senkrecht zum Kluffstreichen «*günstigste Stollenrichtung*» und suchen sie beim Bau nach Möglichkeit einzuhalten.

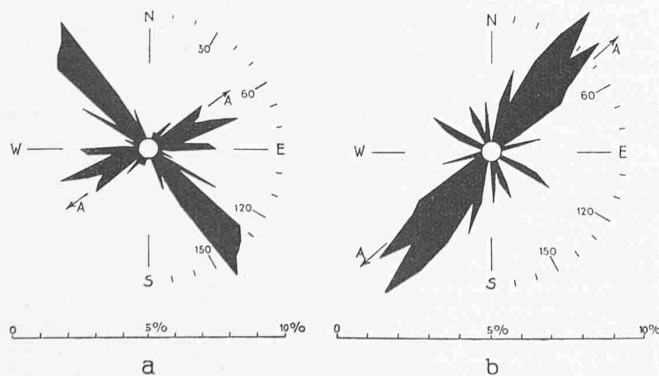


Abb. 2. Kluffrosen, A-A Schieferungsrichtung.

a: Zentraler Aaregranit, in der südlichen Partie der Schöllenen, b: Fibbiagranit im Gotthardmassiv Südflanke Monte Prosa

Nach jedem Abschuss sind gelockerte, nicht abgestürzte Partien in der First festzustellen und wenn möglich herunterzuholen oder aber abzuspiessen oder mit Holz- oder Eisenkeilen, die in die offenen Klüfte getrieben werden, sorgfältig zu verkeilen. Auch später ist periodisch die First zu kontrollieren, da durch die wiederholte Sprengerschütterung Gesteinsmassen, die anfänglich noch nicht einsturzgefährlich erschienen waren, sich langsam lockern können, um erst viel später niederzubrechen.

Ueber die Wirkung von schwerem *Beschuss* auf stark geklüftetes Gestein fehlen uns exakte Angaben. Sicher ist, dass sie mit zunehmender Ueberdeckung rasch abnimmt, dass aber in oberflächennahen Stollen und Kavernen nur ein sehr starker Einbau dagegen einigermaßen Sicherheit gewährt.

Berücksichtigung beim Stollenbau. Weil Verallgemeinerungen und zu weitgehende Schematisierungen im Stollenbau wie andernorts gefährlich sind, wollen wir hier davon absehen, graphische Schemata von Stollen, «wie sie sein sollen» und nicht sein sollen, zu geben. Bei Projektierung und Ausführung sind immer so sehr verschiedene, oft einander entgegenwirkende Faktoren massgebend, dass dabei geologische Verhältnisse notgedrungen oft nur sekundär Berücksichtigung finden können.

Als *Zusammenfassung* unserer Darlegungen können nachstehende Massnahmen aufgeführt werden, die beim Stollen- und Kavernenbau in klüftigem Gestein nach Möglichkeit getroffen werden sollten:

1. Feststellung von stärker oder schwächer geklüfteten Gesteinspartien, von Brüchen, Verwerfungen, Rutschelzonen usw. an der Oberfläche. Messen möglichst vieler Kluffflächen, graphische Darstellung als Kluffrose.
2. Feststellung der voraussichtlich günstigsten Stollenrichtung unter Berücksichtigung von Schichtung und Klüftung: meistens senkrecht zur gefährlichen Kluffrichtung. Stollenaxe womöglich darnach richten.
3. Grösse des Stollenprofils an Intensität und Richtung der Klüftung anpassen: Längsaxe der weiten Kavernenräume in günstigster Stollenrichtung, in ungünstiger Stollenrichtung nur schmale Stollenprofile. Besonders stark geklüftete Zonen und Verwerfungen meiden oder senkrecht durchfahren.
4. Lange, schmale Kavernen als einsturzssicherer vorziehen gegenüber kurzen, breiten mit weiten Gewölben.
5. Grösstmögliche Ueberdeckung anstreben, hauptsächlich für weite Kavernenprofile.
6. Schwache Ladungen verwenden, um Sprengerschütterung niedrig zu halten und Ueberprofile zu vermeiden.
7. Bei ausgedehnten Kavernenbauten erst spät die endgültige Lage grosser Räume fixieren, um die beim Vortrieb eines Richtstollens gemachten Beobachtungen am Gestein bezüglich Klüftung, Bohrhärte, Sprengreaktion, Wasserführung usw. dabei möglichst weitgehend berücksichtigen zu können.

MITTEILUNGEN

Eidg. Technische Hochschule. Die E. T. H. hat nachfolgenden Studierenden das Diplom erteilt:

Als **Architekt**: Affolter Jörg, von Herzogenbuchsee (Bern). Eichenberger Oswald, von Bern. Günther Roger, von Thöringen (Bern). Hugentobler Fr. Charlotte, von St. Gallen. Meyer Hans, von Luzern. Reverdin Alfred, von Genf. Unger Fred Willem, von Baden (Aargau). Zoller Kurt, von Basel.

Als **Bau-Ingenieur**: Ardan Fahrettin, von Istanbul (Türkei). Baer Maurice, von La Chaux-de-Fonds (Neuenburg) und Ottenbach (Zürich). Eng Werner, von Stüsslingen (Solothurn). Jacobsohn Wolfgang, von Greifenhagen (Deutsches Reich). Kunz Ulrich, von Thun (Bern). Lanfrancini Carlo, von Zürich. Matzinger Albert, von Rüdlingen (Schaffhausen). Ratz Manes, von Drohobycz (Polen). Roth Hans, von Solothurn. Schaad Walter, von Basel. Schreiner Franz, von Esch a. d. Alzette (Luxemburg). Tama Gerhard, von Guayaquil (Ecuador).

Als **Maschinen-Ingenieur**: Bächli Heinrich, von Zürich. Baumann Hans, von Suhr (Aargau). Beets Cornelis, von Enschede (Holland). Berenyi Karl, von Budapest (Ungarn). Demeter Henrik Georg, von Budapest (Ungarn). Eisenberg Stefan, von Budapest (Ungarn). Elias Burchard Theodor, von Hilversum (Holland). Feer Kurt, von Kölliken (Aargau). Fisch Paul, von Budapest (Ungarn). Fränkel Adolf, von Lwow (Polen). Hengeveld Walter, holländischer Staatsangehöriger. Kind Adolf, von Chur (Graubünden). Lehms Henry A., von Baltimore (U. S. A.). Meyer Richard, von Berlin (Deutsches Reich). Mussard René, von Genf. Naef Wladimir, von St. Gallen. Opprecht Ulrich, von Zürich. Real Paul, von Schwyz. Roth Ernst, von Mezökovesd (Ungarn). Schmit Emile, von Luxemburg. Specker Robert, von Zürich. Straub Carl, von Amriswil (Thurgau). Tang Dö-Tjan, von Shanghai (China). Troesch Hans, von Thun-Stetten und Bern. Zakrzewski Andrzej Stefan, von Warschau (Polen). Zulauf Jürg, von Schinznach (Aargau).

Als **Elektro-Ingenieur**: Ausfeld Rudolf, von Kilchberg (Zürich). Earlier Maurice, von Genf. Berger Jon, von Fredrikstad (Norwegen). Bolay Errol, von Pampigny (Waadt). Braun Arnold, von Zürich. Danusaputro Raden Sudjito, von Java. Dietschy Max, von Rheinfelden (Aargau). Ernst Alfred, von Wiesendangen u. Zürich. Frohner Paul, von Urnäsch (Appenzell A.-Rh.). Gjestland Fredrik, norwegischer Staatsangehöriger. Horlacher Max, von Umiken (Aargau). van Hutten Frederik Johan, holländischer Staatsangehöriger. Jaray Peter Klaus, von Luzern. Isay Günter, von Köln a. Rhein (Deutsches Reich). Krüger Helmut, von Mannheim (Deutsches Reich). Levis Hans, geb. in Pforzheim (Deutsches Reich).