

Geologische Beschreibung des Druckstollens Vallüla- Vermunt (Zaverna-Stollen)

Von Otto Reithofer

(Mit 2 Tafeln XV und XVI, 3 Diagrammen und 1 Abb. [Textfig.])

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	105
Einleitung	106
Der Fensterstollen Vallüla „Süd“	106
Der Stichstollen	108
Der Druckstollen	108
Der Seestollen	115
Der Zugangstollen	116
Die Beschaffenheit des Zaverna-Stollens und die Lage der Gesteine	117
Vergleich mit den geologischen Verhältnissen ober Tag	119
Die Wasserverhältnisse	121

Vorwort

Im Jahre 1938 haben die Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft in Bregenz mit dem Bau des Obervermunt- und Rodundwerkes begonnen. Sie ermöglichten vom Baubeginn an die geologische Aufnahme des Freispiegelstollens von Gaschurn nach Latschau, des Druckschachtes und Entlastungsstollens von Latschau nach Rodund und sonstiger bemerkenswerter Aufschlüsse. Im Jahre 1946 wurde die Aufnahme des Stollens für die Beileitung des Rellsbaches beendet. In den Jahren 1948 bis 1950 wurde die Aufnahme aller Stollenstrecken für die Wasserüberleitungen aus Tirol-I (vom Jamtal bis zum Vermunt-Stausee) einschließlich des Verbellenstollens ermöglicht.

Als erstes Ergebnis dieser Arbeiten wird die geologische Beschreibung des Zaverna-Stollens veröffentlicht.

Herrn Dipl.-Ing. A. Ammann, Direktor der Vorarlberger Illwerke, erlaube ich mir für die rege Anteilnahme, die Unterstützung meiner Arbeit und die Gewährung eines Druckkostenbeitrages herzlich zu danken.

Den Herren Obergeringenieuren E. Hoyer und W. Steinböck, Bauleiter der Hauptbauleitung Obervermuntwerk-Rodundwerk der E. A. G. vorm. Lahmeyer & Co. in Schruns, und den Herren Ingenieuren der örtlichen Bauleitungen und der Baufirmen danke ich für ihre vielfältige Unterstützung verbindlichst.

Zu ganz besonderem Danke bin ich aber Herrn Dipl.-Ing. J. Hämmerle, Leiter der Projektierungsabteilung der Vorarlberger Illwerke in Schruns, für manchen Rat und zahlreiche Hilfeleistungen verpflichtet.

Einleitung

Der Druckstollen Valüla-Vermunt liegt im hintersten Teil des Montafonales südöstlich ober Parthenen, nahe dem N-Rande der Silvretta-gruppe (auf Blatt Silvretta-gruppe 5244 der Österreichischen Spezialkarte 1:75.000). Im Frühjahr 1943 wurde mit dem Stollenbau begonnen, der dann gegen Kriegsende eingestellt werden mußte. Im Jahre 1946 konnten die Bauarbeiten wieder fortgesetzt und im Sommer 1949 beendet werden. Dem beigegebenen Lageplan ist der Verlauf der Stollentrasse zu entnehmen. Die Stollensohle liegt beim Schnittpunkt des Fensterstollens mit dem Stichstollen (in Vallüla) in einer Seehöhe von zirka 1711,7 m, bei der Einmündung des Zaverna-Fensterstollens in zirka 1716 m und bei der Einmündung in den Vermunt-Stausee in zirka 1720 m Höhe.

Zur Erzielung einer möglichst genauen Aufnahme wurden jeweils nur die frisch gewaschenen Stollenstrecken aufgenommen. Bei dieser Aufnahme gelangen die beiden Ulmen und der First zur Darstellung. Der Einfachheit halber wurden die Ulmen immer als senkrechte Wände angenommen, was aber nur stellenweise zutrifft. In allen anderen Fällen wurde dies bei der Darstellung entsprechend berücksichtigt, da größter Wert darauf gelegt wurde, möglichst unverzerrte Profile zu erhalten.

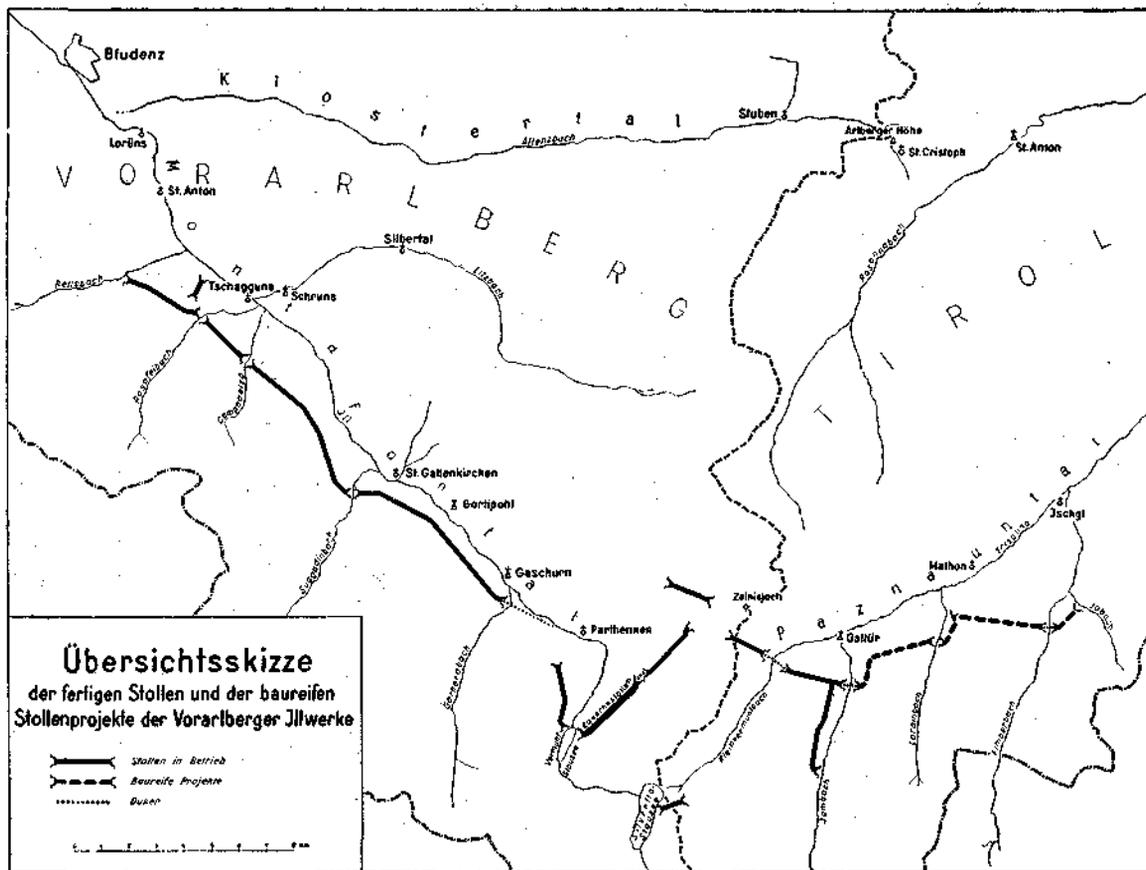
Um nicht zu sehr unübersichtliche Profile zu bekommen, wurde auf die Darstellung der Klüfte, von denen sich besonders die Querklüfte $\pm \perp$ B stellenweise ziemlich stark bemerkbar machen, verzichtet. Es wurden nur solche Klüfte verzeichnet, längs denen Bewegungen stattgefunden haben. Sehr erstaunlich ist die große Anzahl von Bewegungsflächen, von denen die Gesteine durchschnitten werden, die aber ober Tag meist nicht zu sehen sind. Bei den Bewegungsflächen finden sich alle Übergänge von messerscharfen Verwerfungen bis ein paar Dezimeter starken Lettenklüften und noch mächtigeren, vielfach weichen Mylonitzonen. Sowohl bei den Bankungs- als auch bei den Bewegungsflächen handelt es sich teils um ebene, teils um gekrümmte Flächen.

Bei den Stollenprofilen ist noch zu beachten, daß nur in den Strecken ohne Einbau alle Eintragungen lückenlos durchgeführt werden konnten, während in den mit Einbau teils nur wenig, teils nichts eingezeichnet werden konnte.

Bei der Betrachtung der Stollenprofile ist außerdem noch zu berücksichtigen, daß der Nullpunkt der Stollenkilometrierung auf der Profiltafel in der linken oberen Ecke liegt, während er sich auf dem Lageplan am O-Rande desselben (am rechten Rande) befindet. Alle in der folgenden Beschreibung angeführten Angaben beziehen sich, falls nichts anderes angegeben wird, auf die nördliche, bzw. nordwestliche Ulme an der Sohle.

Der Fensterstollen Vallüla „Süd“.

Dieser Stollen verläuft ungefähr von NO gegen SW (siehe Lageplan!) bis zur Einmündung des Stichstollens beim Stollenmeter 65. Am Portal steht junger Moränenschutt mit kleinen bis großen, z. T. gut gerundeten



Blöcken an, der bis zum Stollenmeter 17 reicht, wo der anstehende Fels beginnt. Es handelt sich um grobkörnigen Biotitaugengneis (1, siehe Profiltafel!), der wegen der zahlreichen Lettenklüfte zunächst weniger standfest ist, von 61 *m* an aber fester wird.

Der Stichstollen

Dieser Stollen verläuft annähernd von O gegen W. Der Nullpunkt der Stationierung liegt im Schnittpunkt der beiden Rohrachsen (Einmündung Vallulabach). Die Schieberkammer steht auf anstehendem Fels, nachdem der Moränenschutt entfernt worden war. Die Grenze zwischen der Blockmoräne und dem Biotitaugengneis liegt bei 2·4 *m*. Der letztere ist z. T. stärker gestört und im äußeren Teil ziemlich stark zerklüftet, daher nicht ganz standfest. Das Gestein ist frisch, nur entlang einzelner Störungen bis über Stollenmeter 20 etwas verwittert. Es treten auch verschiedene Querklüfte $\pm \perp$ B auf. Ab 29·5 *m* war in dem festen Gestein kein Einbau erforderlich.

Der Druckstollen

Der Druckstollen verläuft von der Einmündung des Fensterstollens bei 53·21 *m* bis fast 1·25 *km* über die Einmündung des Zaverna-Fensterstollens hinaus \pm gegen SW und biegt dann allmählich bis in die NW-Richtung ab, während sein westlichster Teil, der Seestollen, mehr gegen W gerichtet ist. Von 60·2 *m* an ist der Granitgneis fest (ohne Einbau). Bei 69 *m* tritt an der SO-Ulme derber weißer Quarz (2) auf. Zwischen 96·4 und 98·2 *m* steht fester, feinkörniger Biotitgranitgneis (3) an, dem 2 bis 20 *cm* starke weiße Aplittgneislagen (4) zwischengelagert sind. An den Biotitgranitgneis grenzt bis 106·2 *m* vorwiegend Muskowitgranitgneis an (5), der stark gestört und gefaltet ist. Zwischen 101·4 und 105·2 *m* ist das Gestein sehr stark gestört und zertrümmert, z. T. mylonitisch und weich (= m. u. w.) und auffallend weiß (6). Die südlich anschließenden Partien dieses Gesteins sind stark gestört, gefaltet und nicht fest (7). Einbau zwischen 99·5 und 105·8 *m*.

Der Muskowitgranitgneis wird von mächtigem, z. T. weniger stark gestörtem, mehr massigem, feinkörnigem, festem Biotitgranitgneis mit kleinen Biotiten unterlagert, dessen Bankung vielfach undeutlich oder nicht erkennbar ist (8). Von 250 *m* an wird dieser Granitgneis gegen N sehr biotitarm. Stellenweise treten dünne grünliche Kluffbeläge auf. Bei 116 *m* (SO-Ulme) zieht ein Zerrüttungsstreifen (9) durch, in dem das Gestein nicht so stark gestört ist wie zwischen 101·4 und 105·2 *m*. Sehr stark gestörte Verrutschungszonen, die z. T. m. u. w. sind (10), treten zwischen 162·3 und 193·5 *m* auf. Kopfschutz zwischen 151·6 und 166·3 *m*. Bei 204 *m* helle Aplittgneislage (11). Zwei stark gestörte Quetschzonen (12) finden sich zwischen 223·5 und 233·5 *m* und eine schmalere bei 248 *m*. Daneben treten mehrere, etwas weniger stark gestörte Zonen (13) auf. Sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Quetschzonen liegen zwischen 233·5 und 238·1 *m* (Einbau von 233·9 bis 238·7 *m*) und bei 260·4 *m* (14).

Von 280 bis 282·7 *m* wird fester, grobkörniger Biotitaugengneis mit Biotitnestern (15) durchörtet, der z. T. stärker gestört ist (16). Dieser wird von einer 0·8 *m* starken Lage von feinkörnigem Biotitgranitgneis

mit zahlreichen, ganz dünnen, bis 2 cm dicken Zwischenlagen von hellem Aplitgneis (17) unterlagert. Der daran angrenzende feste, feinkörnige, ziemlich massige Biotitgranitgneis (18) ist undeutlich gebankt. Seine südlichsten Lagen sind stärker gestört und bei 288 m tritt eine stark gestörte, z. T. m. u. w. Ruschelzone (19) auf. Zwischen 296 und 344.7 m steht sehr fester, grobkörniger Biotitaugengneis mit Biotitnestern (20) an. Nur von 308 bis 310 m ist das Gestein an der NW-Ulme feinkörnig. Die nördlichste Grenzlage ist eine sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Quetschzone (21), an die gegen S angrenzen: eine stark gestörte, aber feste Zone (22), eine stark geschieferte, nicht sehr feste Zone (23), eine äußerst stark geschieferte und z. T. w. Zone (24) und eine teilweise m. u. w. Zone (25), in der von einer weißen Aplitgneislage nur noch linsenförmige, z. T. zu Sand zerdrückte Nester erhalten sind.

Bei 345 m wurde eine bis 0.8 m mächtige Lage von feinkörnigem Biotitgranitgneis (26) durchstoßen, die an ihrer Südgrenze von einer dünnen, und an der Nordgrenze von einer dünnen bis 0.25 m starken und ein paar ganz dünnen weißen Aplitgneislagen (27) begleitet wird. Zwischen 345.5 und 424 m steht fester, mehr feinkörniger Biotitaugengneis (28) an, dem bei 350 m eine feste Muskowitgranitgneislage (29) zwischengeschaltet ist, an deren N-Grenze das Nebengestein z. T. stark geschiefert und gestört ist (30). Eine weitere Muskowitgranitgneislage findet sich bei 415.4 m, die im Liegenden von ein paar dünnen solchen Lagen begleitet wird. Zwischen 424 und 429.5 m handelt es sich überwiegend um Muskowitgranitgneis, der stark gefaltet und gestört ist (31). An diesen grenzt fester, meist mehr feinkörniger Biotitgranitgneis (32), an dessen Liegend- (= Süd-) Grenze verschiedene dünne, bis über 10 cm starke Muskowitgranitgneislagen auftreten. Auch innerhalb des Biotitgranitgneises finden sich verschiedene Muskowitgranitgneislagen (33). Bei 447.2 m sind im Liegenden der Muskowitgranitgneislage (34) mehrere \pm dünne, weiße, z. T. stark gefaltete Lagen zu beobachten, die nicht ausgeschieden werden konnten. Bei 472 m konnte von drei dünnen, bis zusammen über 3 dm starken solchen Lagen (35) nur eine eingezeichnet werden. An der SO-Ulme zieht eine \pm 1 dm mächtige ebensolche Lage (36) entlang, in deren Liegenden verschiedene solche dünne, kleingefaltete Lagen auftreten.

Bei diesen ganz dünnen, häufig nur ein paar mm bis \pm 1 cm starken Lagen handelt es sich um Quarzfeldspatgesteine in allen Abstufungen von reinen Quarzlagen, Quarziten bis zu Aplitgneisen und Muskowitgranitgneisen. Wegen ihrer geringen Stärke läßt sich oft nicht gleich feststellen, welche dieser Bezeichnungen zutrifft und da diese verschiedenen und auch durch alle Übergänge verbundenen Gesteine oft ganz nahe nebeneinander vorkommen und nicht jede Lage eigens ausgeschieden und angeführt werden kann, werden sie im folgenden der Einfachheit halber als weiße Lagen zusammengefaßt.

Zwischen 499.3 und 564.1 m wurde sehr fester, dünn- bis dickgebankter Muskowitgranitgneis aufgefahren, der mit ganz dünnen bis einige cm und mehr starken, dunklen, glimmerreichen Zwischenlagen gebändert ist. In den letzteren treten wieder ganz dünne weiße Lagen auf, die z. T. stark kleingefaltet sind. Gegen N werden die Bänke des Muskowitgranitgneises (37) viel mächtiger und erreichen Stärken bis über 1 m. Bei 555.6 und bei 563 m treten je eine dünnere Biotitgranitgneislage (38) und nördlich davon

zwei dünne, bis über 2 *dm* starke ebensolche Lagen mit ganz dünnen weißen Zwischenlagen auf. Bei 564.1 *m* beginnt wieder fester, deutlich geschieferter Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen (39). Innerhalb dieser Zone treten mehrere dünne, bis über 3 *dm* starke Muskowitgranitgneislagen mit \pm dünnen dunklen Zwischenlagen (40), zwei dünnere Muskowitgranitgneislagen (41), ein größtenteils diskordanter weißer Aplitgang (42) und eine Aplitgneislage (43) auf.

Von 601.7 *m* an herrscht fester, feinkörniger, stärker geschieferter Biotitgranitgneis (44) vor. Zwischen 675 und 695 *m* treten größere Feldspatäugen auf und das Gestein ist zwischen 675 und 691 *m* auch etwas grobkörniger. Bei 620 und 647 *m* ziehen zwei stärkere Zonen mit vorwiegend Muskowitgranitgneis (45) durch. Eine dünnere Muskowitgranitgneislage (46) ist z. T. stark gefaltet und ausgewalzt. Eine einige und eine bis 15 *cm* starke solche Lage findet sich bei 639.5 *m*. Mehrfach treten weiße Aplitgneislagen (47) auf. Die bei 632.1 *m* ist leichtgefaltet und die zwischen 671 und 677 *m* lassen erkennen, wie stark das Gestein hier gefaltet ist. Bei 610 *m* handelt es sich um zwei dünne, bis 10 *cm* starke Lagen.

Von 690 *m* an geht der Biotitgranitgneis rasch ohne erkennbare Grenze in festen, weniger typischen, mehr feinkörnigen Biotitaugengneis (48) mit zahlreichen Klüften über. Zwischen 748 und 758 *m* finden sich einzelne große Feldspatäugen. Die Bankung ist meist nicht deutlich erkennbar. Außer dünnen bis dickeren Aplitgneislagen (49), die z. T. stark gefaltet und ausgequetscht sind (die bei 786.2 *m* ist nur bis 1 *cm* stark), treten auch einige Aplitgänge (50) auf. Nahe der S-Grenze wurden an zwei Stellen Einlagerungen von Muskowitgranitgneis mit etwas Biotit (50) angetroffen.

Zwischen 806.7 und 819.4 *m* und zwischen 825.8 und 831.2 *m* steht ziemlich feinkörniger, glimmerreicher, stark geschieferter und z. T. stark gefalteter Biotitgranitgneis mit dünnen weißen Zwischenlagen (51) an. Die letzteren sind z. T. stark kleingefältelt und teilweise auch intensiv mit dem dunklen Gestein verfaultet. Zwischen diesen beiden Gesteinszonen findet sich fester, mehr feinkörniger, massiger, z. T. stärker gefalteter Biotitgranitgneis mit einzelnen dünnen weißen Lagen (52), dessen N-Grenze ziemlich unsharp ist. Diesen Granitgneisen sind Aplitgneislagen (53) und Muskowitgranitgneislagen (54) zwischengeschaltet.

Bei 831.2 *m* beginnt wieder sehr fester, ziemlich grobkörniger, weniger stark gestörter Biotitaugengneis mit Biotitnestern, einzelnen großen Feldspatäugen und zahlreichen Klüften (55), an den bei 849.7 *m* fester, mehr feinkörniger Biotitaugengneis mit zahlreichen, ganz dünnen und einigen stärkeren, sehr feinkörnigen Aplitgneislagen (56), die z. T. intensiv gefaltet und auch meist kleingefältelt sind, grenzt. An die südlich davon folgende, nur schwach durch dünne biotitreiche Lagen gebänderte Aplitgneislage (57) schließt bei 856 *m* wieder eine mächtigere Zone von festem, mehr feinkörnigem, ziemlich massigem Biotitaugengneis (58) an, dessen Bankung nicht recht erkennbar ist. Wie die ganz feinkörnigen Aplitgneislagen (59) und der Muskowitgranitgneis (60) erkennen lassen, ist diese Zone stark gefaltet. Bei 880 *m* wechsellagern z. T. intensiv gefaltete, ganz dünne weiße Lagen mit stärkeren Muskowitgranitgneis- und dunklen, biotitreichen Lagen (61). Der Muskowitgranitgneis zwischen 886.6 und 894.9 *m* ist etwas biotithaltig. In dem südlich davon anschließenden Biotitaugengneis, der z. T. stark geschiefert und gestört ist, treten nur zwischen 893 und

903 *m* viele, ganz dünne weiße Lagen auf, die meist intensiv kleingefältelt sind.

Zwischen 931 und 933·7 *m* zieht eine sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Zerrüttungszone (Einbau!) (62) durch, an die nach S wieder fester, mehr feinkörniger Biotitaugengneis (63) mit einzelnen dünnen bis starken Aplitgneis- und Muskowitgranitgneislagen (64) grenzt. Der Verlauf der letzteren, von denen nur die wichtigsten ausgeschieden werden konnten, läßt die sehr starke Faltung erkennen. Die starke Muskowitgranitgneislage zwischen 932 und 955·4 *m* (SO-Ulme) führt auch etwas Biotit. Eben solcher Muskowitgranitgneis, der auf den Klüften rostbraun anwittert (65), findet sich bei 979 *m*. Von 979·6 bis 997·6 *m* steht mehr feinkörniger Biotitgranitgneis mit dünnen bis über 5 *cm* starken Aplitgneislagen an, die teilweise kleingefältelt sind (66). Der Biotitgranitgneis und der zwischengeschaltete Muskowitgranitgneis mit etwas Biotit (67) sind stark bis sehr stark gefaltet.

Muskowitgranitgneis mit etwas Biotit, durch einzelne bis 10 *cm* starke biotitreiche, dunkle Lagen gebändert (68), reicht von 997·6 bis 1018·2 *m*. Eine 0·7 bis 1 *m* mächtige Partie unmittelbar über der Liegend- (= N-) Grenze ist durch verschiedene dünnere, biotitreiche, dunkle Lagen besonders deutlich gebändert. An den Muskowitgranitgneis grenzt wieder mehr feinkörniger, z. T. etwas gefalteter Biotitgranitgneis mit zahlreichen dünnen bis ein paar *cm* starken weißen Lagen (69), die besonders gegen die Hangendgrenze hin häufiger werden. Der Biotitgranitgneis und der südlich davon folgende Muskowitgranitgneis mit etwas Biotit und einigen dünnen biotitreichen Zwischenlagen (70) werden zwischen 1031·7 und 1034 *m* (SO-Ulme) von zwei stärker gestörten Quetschstreifen (71) durchsetzt. Zwischen 1041·2 und 1120·8 *m* steht sehr fester, nicht sehr grobkörniger, weniger stark gestörter Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatagen und Querklüften $\pm \perp$ B (72) an. Diesem Biotitaugengneis sind Muskowitgranitgneislagen mit etwas Biotit (73) und solche, die auf den Klüften rostbraun anwittern (74) und auch ganz dünne (75) zwischengeschaltet. Außer diesen Lagen sind noch eine 3 *cm* dicke Aplitgneislage (76), eine an der Hangendgrenze auf den Klüften rostbraun anwitternde Aplitgneislage, unter deren Liegenden noch mehrere Aplitgneis- und Muskowitgranitgneislagen mit einigen dünnen, biotitreichen, dunklen Zwischenlagen (77) auftreten und endlich noch mehrere ganz dünne Aplitgneislagen (78) zu erwähnen, von denen nur eine ausgeschieden wurde.

Bei 1120·6 *m* wurde eine stärkere Muskowitgranitgneislage mit zwei bis über 10 *cm* dicken, biotitreichen, dunklen Zwischenlagen (79) angefahren, an die fester, ziemlich feinkörniger, z. T. stärker geschieferter Biotitgranitgneis mit viel Muskowit (= zweiglimmeriger Granitgneis) (80) anschließt. Etwa 0·3 *m* über der Hangendgrenze des Muskowitgranitgneises tritt eine bis über 0·5 *m* mächtige Zone mit ganz dünnen weißen Lagen auf, die z. T. stark kleingefältelt sind. Bei 1148·2 *m* (SO-Ulme) handelt es sich um mehrere ganz dünne, stark gefaltete weiße Lagen (81). Von hier an wird der Biotitgranitgneis ganz massig und er führt auch vereinzelt große Feldspatagen. Von 1160·2 bis 1167·1 *m* folgt wieder fester, feinkörniger, z. T. stark geschieferter Biotitgranitgneis mit zahlreichen dünnen weißen Lagen (82), die z. T. stark kleingefältelt sind. Mehrere dünne weiße Lagen bilden die N-Grenze des südlich davon angrenzenden festen, feinkörnigen, mehr massigen Biotitgranitgneises, in dem nur einzelne stärker geschieferte

Partien und nur einzelne kürzere Stücke von gefalteten dünnen weißen Lagen auftreten (83). Nur bei 1183·8 *m* (SO-Ulme) findet sich eine längere, bis 10 *cm* starke Muskowitgranitgneislage (84), die intensiv gefaltet ist. In ihrem Hangenden ziehen noch einige ganz dünne solche Lagen durch. Zwischen 1193·1 und 1220·9 *m* (SO-Ulme) hat derselbe, z. T. stark geschieferte und stärker gestörte Granitgneis stellenweise reichlich dünne weiße, meist stark gefaltete Lagen, während südlich davon der Granitgneis mehr massig und sehr arm an weißen Lagen ist und von 1236·5 *m* an z. T. wieder stärker geschiefert ist und teils einzelne, teils zahlreiche dünne weiße, teilweise stark gefaltete Lagen führt. Bei 1210 und bei 1221 *m* (SO-Ulme) ziehen stark gestörte, z. T. m. u. w. Ruschelzonen (85) durch. Vielfach handelt es sich bei den ausgeschiedenen dünnen weißen Lagen nicht um eine einzige, sondern um mehrere. Öfters treten stärkere Vorkommen von vorwiegend Muskowitgranitgneis mit etwas Biotit (86) auf, die meist intensiv gefaltet sind. Bei 1260 *m* treten auch einige dünne, biotitreiche, dunkle Zwischenlagen innerhalb des weißen Granitgneises auf.

Bei 1290·8 *m* beginnt sehr fester, ziemlich feinkörniger, massiger Biotitaugengneis (87) mit einzelnen großen Feldspatäugen, nur wenigen stärker geschieferten Lagen und zahlreichen Querklüften $\pm \perp$ B. Von 1368 *m* an geht das Gestein in festen, vorwiegend feinkörnigen, ziemlich massigen, weniger gestörten Biotitgranitgneis (88) über, der gegen den südlich davon folgenden, mehr feinkörnigen, stark geschieferten, gefalteten und gestörten Biotitgranitgneis (89), der stellenweise reich an dünnen weißen Lagen ist, nicht scharf abgegrenzt werden kann. Wo die Granitgneise mehr massig ausgebildet sind, treten meist reichlich Störungen auf, während sie dort, wo sie stark geschiefert und gefaltet sind, seltener von Bewegungsflächen durchsetzt werden. Zwischen 1384·8 und 1389 *m* ist der Granitgneis weniger stark gestört. Von 1314·5 bis 1318·4 *m* ist er stärker geschiefert und bei 1375 (hier Einbau) und 1403 *m* treten sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Quetschzonen (90) auf. Bei 1383 *m* (SO-Ulme) findet sich eine kleinere Scholle von festem Biotitaugengneis (91). Mehrfach treten Lagen von Muskowitgranitgneis (92) auf. Die bei 1356·8 *m* ist durch dünne, biotitreiche, dunkle Lagen gebändert. Bei 1381 *m* (SO-Ulme) ist der etwas biotithaltige Muskowitgranitgneis sehr stark gestört, z. T. m. Auch zwischen 1397 und 1403 *m* ist dieser Granitgneis etwas biotitführend. Bei 1302 *m* ist der weiße Aplitgneis (93) stark ausgewalzt. Bei 1375 *m* führt die bis über 5 *cm* starke Aplitgneislage etwas Hornblende. Auch im Biotitgranitgneis treten hier mehrere, bis über 1 *cm* starke Lagen mit reichlich Hornblende auf. Bei 1336 *m* zieht eine dünne, bis über 10 *cm* mächtige, äußerst biotitreiche Lage (= Bewegungshorizont) durch, die in ihrem Liegenden von einer bis 5 *cm* starken Muskowitgranitgneislage (94) begleitet wird. Eine ähnliche, sehr biotitreiche Lage findet sich bei 1349 *m* (94').

Zwischen 1407 und 1407·4 *m* stehen vier bis über 10 *cm* starke und mehrere dünne weiße Aplitgneislagen (95) an, die mit biotitreichen, dunklen Lagen gebändert sind. An diese schließt fester, mehr feinkörniger Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen an (96), dem nahe seiner N-Grenze weißer Aplitgneis mit etwa Biotit (97), eine Muskowitgranitgneislage (98) und eine schmale Zone von stark geschiefertem Granitgneis mit dünnen weißen Zwischenlagen (99) eingeschaltet ist. Zwischen 1414·6 und 1424·8 *m* ist der Biotitaugengneis stark gestört, z. T. m. u. w.; und

nicht standfest. Diese gestörte Zone ist gegen N nicht scharf abgrenzbar. Nach S schließt eine weniger stark gestörte und zertrümmerte, aber feste Zone mit einer Muskowitgranitgneislage (98) an, an die bei 1436·6 *m* fester, z. T. stärker gestörter und zertrümmerter weißer Aplitgneis grenzt (100).

Bei 1440·8 *m* beginnt eine mächtige Biotitgranitgneiszone (101). Zwischen seiner N-Grenze und 1467·1 *m* ist dieses Gestein (mit zwei Muskowitgranitgneislagen = 102) stärker geschiefert. Von der N-Grenze bis 1456 *m* ist das Gestein trotz einer schmäleren, stark gestörten Ruschelzone (103, Einbau von 1441·4 bis 1447 *m*) etwas weniger stark gestört und meist fest. Südlich davon treten zwei sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Quetschstreifen (104) und zwei breitere, stark gestörte und zerhackte, z. T. nicht standfeste Partien (105, Einbau von 1456·2 bis 1463·4 *m*) auf. Südlich davon ist das Gestein bis etwa 1475 *m* (keine scharfe Grenze!) stärker gestört, aber fest. Der sehr feste, \pm feinkörnige, massige Biotitgranitgneis, dessen Bankung meist nicht recht erkennbar ist, ist mit Ausnahme seiner südlichsten Lagen größtenteils weniger stark gestört. Zwischen 1541 und 1562 *m* (keine scharfe Grenze!) ist das Gestein wieder stärker gestört und z. T. grob zerhackt. Von 1530 *m* an wird der Granitgneis gegen N gröber und ist ab 1520 *m* z. T. grobkörnig. In dieser Zone treten noch eine dünne und eine stärkere, z. T. ausgewalzte Aplitgneislage (106), drei dünne bis über 5 *cm* starke, weiße quarzitisches Lagen (107, nur eine davon ausgeschieden, nur z. T. // s) und ein Pegmatitgang (108) auf.

Bei 1595 *m* zieht ein stark gequetschter, z. T. m. u. w. Störungstreifen (109) durch, an den feinkörniger Biotitgranitgneis (110) grenzt. Bei etwa 1680 *m* findet ein allmählicher Übergang in den mehr feinkörnigen Biotitaugengneis (111) statt. Da das Streichen hier ziemlich parallel zur Stollenachse verläuft, lassen sich einzelne feinkörnige Biotitgranitgneislagen bis zur Einmündung des Zaverna-Fensterstollens bei 1719·71 *m* nach S verfolgen. Zwischen 1596 und 1615 *m* ist der Biotitgranitgneis stärker gestört und etwas grob zertrümmert, aber fest. Südlich davon ist das feste Gestein weniger stark gestört, doch treten an der NW-Ulme stark geschieferte Lagen auf, besonders zwischen 1660 und 1670 *m*. Zwischen 1631 und 1651 *m* finden sich dünne, z. T. ausgequetschte und gefaltete Aplitgneislagen (112), während dieselben Lagen bei 1660 und 1664·8 *m* rostbraun anwittern, wobei sie z. T. von Störungen begleitet werden. Zwischen 1750 und 1800 *m* geht der sehr feste, feinkörnige Biotitaugengneis allmählich in mehr grobkörnigen mit Biotitnestern über, der ziemlich massig ist und die Bankung nicht deutlich erkennen läßt. Bei 1691 *m* ist der Granitgneis zerdrückt (113). Südlich davon treten mehrere quarzitisches Lagen (114) meist \pm // s auf. Zwischen 1727 und 1737 *m* ist eine dieser Lagen zu Linsen ausgewalzt. Zwischen 1825 und 1848 *m* treten zwei, bis ein paar *dm* starke, feinkörnigere Zwischenlagen im groben Biotitaugengneis auf, wodurch die Bankung wieder deutlich zu erkennen ist. Bei 1859·2 *m* findet sich eine bis einige *cm* weit geöffnete Verwerfungsspalte (115).

Bei 1890·5 und 1925·3 *m* sind stärker gestörte, noch standfeste Quetschzonen (116) zu beobachten. Zwischen denselben treten drei Pseudotachylytgänge auf, was um so bemerkenswerter ist, als solche bisher nur vom Überschiebungsrande der Silvrettadecke bekannt waren. Bei 1890·8 *m* findet sich ein ganz dünner, bis über 10 *cm* starker, grünlicher Pseudotachylytengang mit rostbraunem Spiegel (H), bei 1997·5 *m* ein dünner und bei 1908·1 *m*

ein dünner, bis ein paar *cm* starker ebensolcher Gang. Diese drei schmalen Gänge sind an Bewegungsflächen gebunden, worauf auch die an ihnen erhaltenen Harnischflächen hinweisen. Die zwischen 1930 und 1946 *m* aufgefahrene Quarzgänge sind durch die Störungen teilweise etwas verworfen worden. Bei 2027·5 *m* wurde ein weiterer, bis 1 *cm* starker, grünlicher Pseudotachylitgang (H) angetroffen. Südlich davon folgt eine stärkere, am N-Ende mehrfach gefaltete und eine dünne Aplitgneislage (117), die beide größtenteils // *s* verlaufen. Zwischen 2004 und 2008 *m* treten im Biotitaugengneis unregelmäßige, biotitarmer, stark saure Partien auf.

Bei 2063·5 *m* (SO-Ulme) ist der Granitgneis stärker gestört. Auf derselben Ulme zieht bei 2076·5 *m* eine stärker quarzitisches und biotitärmer Lage (118) durch, während bei 2086 *m* ein Aplitgang (119) zu beobachten ist. Zwischen 2106 und 2113 *m* ist der Granitgneis wegen der vielen Störungen nicht so fest wie in den wenig gestörten Partien, aber doch standfest. Zwischen 2145·6 und 2153·2 *m* zieht eine breitere Mylonitzone (120, Einbau von 2141 bis 2154 *m*) durch. Das Gestein ist teils zu feinkörnigem, teils zu ganz dichtem, weichen, hellgrauen Material zerrieben. Das feinkörnige Material läßt noch deutlich erkennen, daß es sich um völlig zerdrückten Granitgneis handelt. Innerhalb dieser nicht standfesten Mylonitzone treten eine größere (121) und einzelne kleine, weniger stark gestörte Partien auf.

Zwischen 2153·2 und 2341·2 *m* steht wieder grobkörniger Biotitaugengneis mit großen Feldspatäugen und Biotitnestern an (122), dem nahe seiner S-Grenze, nicht scharf abgrenzbar, feinkörniger Biotitaugengneis (123) zwischengeschaltet ist. Bei 2285·7 *m* tritt eine dünne, weiße, quarzitisches Lage (124) auf. Bei 2334·5 *m* zieht ein stark gefalteter, weißer, rostbraun anwitternder Aplitgang (125) durch. Südlich davon folgen mit gleichen Farben zwei, z. T. ausgequetschte Aplitgneislagen ziemlich // *s* verlaufend (126). Ohne scharfe Grenze beginnt bei 2341·2 *m* wieder mehr feinkörniger Biotitaugengneis, der nahe seiner N-Grenze von einer stärker gestörten Zone (128) durchsetzt wird. 7 *m* südlich davon folgt eine ganz dünne, weiße Aplitgneislage (129).

Bei 2372·6 *m* schließt mit unscharfer Grenze sehr fester, grobkörniger Biotitaugengneis mit Biotitnestern (130) an. Dieser läßt die B-Achsen meist nicht deutlich, vielfach auch gar nicht erkennen, während sie im feinkörnigen meist sehr deutlich ausgeprägt sind. Bei 2421 *m* (SO-Ulme) tritt ein bis 10 *cm* starker, geschieferter und gefalteter Aplitgang (131) auf, bei 2500 *m* auf derselben Ulme weißer Quarzit mit rostbraunen Flecken (132, nicht // *s*) und bei 2524·2 *m* eine bis 2 *cm* weite, mit grünem Chlorit verheilte Kluft (133).

Die Punkte zwischen 2517 und 2523 *m* (SO-Ulme) deuten weiße Quarzlingen (134) an, und die Schraffen um 2530 *m* eine ein paar *dm* mächtige, stärker geschieferte Lage mit sehr deutlichen B-Achsen (135). Bei 2536·7 *m* quert eine bis 10 *cm* starke quarzitisches Lage (136) den Stollen. Bei 2555 und 2618 *m* zieht je eine stärker gestörte, aber noch feste Zone (137) durch. Der weiße Aplitgang (138) bei 2609·5 *m* verläuft quer zum Streichen, ist aber in der gleichen Weise geschiefert wie das Nebengestein. Zwischen 2643 und 2670 *m* handelt es sich um eine zusammengehörnde, bis ein paar *cm* starke weiße Aplitgneislage (139). Bei 2714 *m* (SO-Ulme) ist ein kleiner Pegmatitgang (140) zu beobachten. Bei 2780 *m* ist das Gestein stark gestört, aber fest (141), und bei 2831 *m* sehr stark gestört, aber fest (142).

Zwischen 2787.5 und 2790 *m* ist dem groben Biotitaugengneis stark geschieferter Biotitaugengneis (143) diskordant zwischengeschaltet. An der S-Grenze dieser Einschaltung tritt eine 1—2 *dm* mächtige, stark geschieferte Lage mit zwei bis drei ganz dünnen, weißen Quarzitlagen (144) auf. Zwischen 2480 und 2830 *m* ist der Granitgneis mehr massig entwickelt, meist ohne deutliche Bankung, während er weiter südlich größtenteils \pm deutlich gebankt ist.

Von 2838.1 bis 2871.2 *m* steht z. T. sehr stark geschieferter Granitgneis (145) an, der bis 2848 *m* standfest ist, dann rasch stärker gestört, aber weniger geschiefert und nicht ganz standfest wird. Daran schließt eine sehr stark gestörte, z. T. m. u. w. Zerrüttungszone (146) an, in der eine größere, ganz m. u. w. und auffallend weiße Partie (147) auftritt (Einbau von 2848 bis 2870 *m*).

Bei 2871.2 *m* beginnt wieder mächtiger, sehr fester, grobkörniger Biotitaugengneis mit Biotitnestern (148), die aber vom Stollenmeter 3080 an gegen S ganz zurücktreten. Bei 2907 *m* (SO-Ulme) findet sich eine bis über 2 *dm* starke, weiße Aplitgneislage (149) und um 2980 *m* zeichnet sich eine Lage durch besonders große Feldspatäugen (150) aus. Die in den Granitgneisen häufig auftretenden Querklüfte \pm senkrecht zu den B-Achsen wurden später vielfach zu Bewegungsflächen umgestaltet, wie dies z. B. auch zwischen 2990 und 3000 *m* der Fall ist. Bei 3005 *m* tritt ein bis über 1 *dm* starker und bei 3024.3 *m* ein bis 5 *cm* starker, weißer Aplitgang (151) auf. Der geschieferte weiße Aplitgang mit rostbraunen Flecken bei 3039 *m* ist z. T. gefaltet und stark ausgequetscht. Bei 3047.5 *m* sind zwei dünne bis 2 *dm* starke Aplitgneislagen // s zu beobachten, die durch eine Schubfläche getrennt werden (152). Bei 3114.5 *m* findet sich eine bis 2 *dm* und südlich davon eine bis 8 *cm* starke, weiße Quarzitlage (153). Zwischen 3128 und 3133 *m* treten einzelne Lagen mit Muskowit auf, der zwischen 3133 und 3142 *m* ganz den Biotit vertritt, so daß das Gestein hier als Muskowitgranitgneis bis Muskowitaugengneis zu bezeichnen wäre. Bei 3140.4 *m* findet sich ein besonders deutlicher Harnisch, auf dessen S-Seite das Gestein ein paar *dm* breit ganz mylonitisch ist. Nahe 3210 *m* zieht eine fein zertrümmerte und w. Quetschzone (154) durch, auf deren N-Seite das Gestein stark zerklüftet und weniger fest ist, während es auf der S-Seite z. T. stärker zertrümmert und ebenfalls weniger fest ist. Bei 3214.1 *m* (SO-Ulme) tritt eine bis 1 *dm* mächtige, grünliche Mylonitlage (siehe Punkte!) auf. Bei 3249.02 *m* ist der Schnittpunkt der Achse des 353.98 *m* langen Zugangsstollens mit der des Druckstollens. Der von hier gegen W verlaufende Teil des Druckstollens, der in den Vermunt-Stausee mündet, wird Seestollen bezeichnet.

Der Seestollen

Der Stollen verbleibt bis 3353.1 *m* in festem, typischem Biotitaugengneis, der meist reich an Klüften ist. Je weniger der Granitgneis von Störungen durchsetzt wird, um so fester ist er, wie dies z. B. zwischen 3260 und 3320 *m* der Fall ist. Bei 3252.6 *m* folgt eine Störung einer bis 3 *cm* starken gelblichen, quarzitischen Lage (155) entlang, wobei letztere teilweise ausgequetscht wurde. Bei 3353.1 *m* folgen ein paar Meter Muskowitaugengneis (156), der zusammen mit dem Nebengestein auf der O-Seite z. T. stärker gestört und weniger standfest ist (Kopfschutz von 3350.2 bis

3355.5 m). An den Muskowitaugengneis schließt fester Biotitaugengneis an, in dem lagenweise auch Muskowit auftritt (157). Entlang einzelner Störungen ist das Gestein etwas zertrümmert und daher weniger fest.

Zwischen 3383.1 und 3399 m und zwischen 3424 und 3431.6 m findet sich je ein Gang von festem, grauem, ganz dichtem Diabas (158). Zwischen diesen beiden Gängen und westlich des zweiten steht sehr fester, wenig gestörter Biotitaugengneis (159) an. Nur die östlichen Grenzlagen des Biotitaugengneises gegen den östlichen Diabasgang sind stärker gestört, z. T. etwas zertrümmert, aber noch standfest. Bei 3450.5 m ist dem Biotitaugengneis weißer, auf den Klüften rostbraun anwitternder Aplitgneis (160) zwischengeschaltet. Von 3456.5 m an ist das Gestein oberflächlich etwas aufgelockert und im äußersten Teil des Stollens nicht ganz standfest (geringe Überlagerung!). Die stark eisüberschliffene Felsoberfläche wird bei 3472 m von gering mächtiger Würm-Grundmoräne (161) überlagert, die von erdigem Gehängeschutt mit einzelnen eckigen Blöcken (162) überdeckt wird.

Der Zugangsstollen

Das Mundloch dieses Stollens liegt unterhalb der Winkelstation, nördlich (auf der Außenseite) der Staumauer des Vermunt-Stausees. Von der Abzweigung des Seestollens bei 354 m verbleibt der Stollen bis 283.4 m im festen, harten Biotitaugengneis, der zwischen 326 und 328 m von zwei, z. T. feinkataklastisch zertrümmerten und w. Quetschzonen (163) durchsetzt wird. Bei 291.2 m zieht eine bis 15 cm starke, helle, quarzitishe Lage (164) durch, die teilweise ausgequetscht ist. Zwischen 283.4 und 266.9 m tritt ein Diabasgang (165) auf. Das feste, dichte, graugrüne Gestein ist teilweise etwas grob zertrümmert, besonders bei 280 m (SO-Ulme, siehe Schraffen!). An der O-Grenze des Diabases ist dem Granitgneis eine ± 5 cm starke Lage von derbem weißen Quarz mit Kiesspuren (166) zwischengelagert. Von 266.9 m an wird wieder Biotitaugengneis durchörtert, der zunächst noch fest, von 252 m an aber nicht mehr ganz standsicher ist. Bei 244.8 m verläßt der Stollen den anstehenden Fels und durchquert einen aus Feinsand-Grobsand-Grobkies mit kleinen bis großen eckigen Blöcken bestehenden Schuttkegel (167). Auch alle kleinen Stücke sind eckig, nur selten etwas kantengerundet (Einbau von 252 bis 194 m). Bei 210 m erreicht der Stollen wieder den anstehenden, harten Biotitaugengneis (148) und verbleibt in ihm bis nahe an das W-Portal. Bis 194 m ist das Gestein wegen zu geringer Überdeckung nicht ganz standfest. Zwischen 199 und 197 m kann es sich an der östlichen Ulme nur um eine offene, ± 1 m breite Spalte handeln, die sich nach der Tiefe rasch verengte. Diese Spalte, die im oberen Teil mit Moränenmaterial (gut gerollte Geschiebe bis ± 0.5 m Durchmesser) ausgefüllt war, weist ebenfalls auf die geringe Mächtigkeit der Felsüberdeckung in diesem Bereiche hin.

Zwischen 136 und 126.4 m ist das Gestein z. T. stärker geschiefert, sieht mehr einem Schiefergneis ähnlich, ist aber doch nicht vom übrigen Granitgneis abzutrennen. Bei 129.1 und bei 110.3 m tritt je eine bis 1 dm starke Lettenkluft auf. Bei 122.7 m findet sich eine mehrere cm starke, gelbliche Quarzitlage (168), die von einer dünnen Lettenkluft begleitet wird. Bei 118.5 m sind zwei dünne, mehrere cm starke, gelbliche Quarzitlagen zu beobachten. Weitere solche Lagen treten bei 61.1 m (± 5 cm stark), bei 50 m (bis 3 dm mächtig), bei 22.7 m (bis 5 cm stark, nicht // s) und bei

7.1 m (3—5 cm stark) auf. Bei 47.5 m steht nur an der südlichen Ulme bis 1 dm starker, gelblicher Quarzit an. Das Auftreten dieser quarzitischen Lagen, die meist konkordant den Biotitaugengneislagen zwischengeschaltet sind und teilweise in ihrem Liegenden oder Hangenden (bei 50 m auf beiden Seiten) von dünnen Schmierlassen begleitet werden, ist eigenartig. Bei 4.4 m wird der sehr feste Biotitaugengneis mit seinen meist zahlreichen Klüften von Gehängeschutt aus Biotitaugengneismaterial (169) überlagert. Die Felsoberfläche ist hier deutlich eisüberschliffen.

Die Beschaffenheit des Zaverna-Stollens und die Lage der Gesteine

Die geologischen Verhältnisse des Druckstollens sind, soweit er im anstehenden Granitgneis verläuft und eine genügend große Überlagerung hat, als außerordentlich günstig zu bezeichnen, da es sich bei diesem Gestein um eines der festesten der Silvrettadecke handelt, das hier verhältnismäßig wenig tektonisch beansprucht worden ist. Die schlechten Gesteinsstrecken lassen sich vielfach nicht recht abgrenzen, da es sich nur teilweise um scharfe Grenzen, z. T. aber auch um allmähliche Übergänge handelt. Als erschwerend kommt noch hinzu, daß die Störungszonen vielfach unregelmäßig umgrenzte Gebilde sind und daß sie den Stollen häufig \pm schräg queren. Außerdem können auch stark gestörte Partien mitunter noch standfest sein. Ein annähernd richtiges Bild über den Anteil der schlechten Gesteinsstrecken vermitteln die Strecken mit Einbau, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß schmale schlechte Zonen vielfach ohne einen solchen geblieben sind. Die hier beschriebenen Stollenstrecken haben eine Länge von zusammen rund 3885 m. Die Strecken mit Einbau einschließlich Kopfschutz haben eine Gesamtlänge von etwa 232 m. Rechnet man davon die Schuttstrecken mit einer Länge von rund 52 m ab, so verbleiben 180 m Einbau auf einer Felsstrecke von 3833 m Länge. Da das Gebirge in den durchörterten Stollenstrecken nirgends druckhaft war und da das Gestein nur auf nicht ganz 5% der Gesamtlänge der Stollenstrecken im anstehenden Fels nicht standfest ist, können die Gesteinsverhältnisse dieser Strecken als sehr günstig bezeichnet werden.

Die Lage der Gesteine kann, soweit sie erkennbar ist, den Stollenaufnahmen entnommen werden. Mit Benützung des beiliegenden Lageplanes kann das Streichen der Gesteinsbänke aus dem Stollenprofil unmittelbar abgelesen werden, nachdem die Aufnahme der betreffenden Stollenstrecke parallel zu dem entsprechenden Abschnitt des Lageplanes orientiert worden ist. Das Fallen kann nur dann unmittelbar aus dem Stollenprofil abgemessen werden, wenn das Streichen senkrecht zur Stollenachse verläuft. Eine Ausnahme bildet die saigere Stellung der Gesteinsbänke, die unabhängig von der Streichrichtung aus dem Profil abgelesen werden kann. Bei allen Streichrichtungen \pm schräg zur Stollenachse und einem Fallwinkel $< 90^\circ$ läßt sich das Fallen jeweils mittels einer einfachen Konstruktion ermitteln, während sich alle Gesteinslagen parallel zur Stollenachse in der hier verwendeten Darstellungsweise nicht eindeutig einzeichnen lassen.

Neben der Eintragung der Gesteinsbankung, der Gesteinsgrenzen und der Störungen wurde auch das Streichen und Fallen der Bankung (s-Flächen) und der B-Achsen, soweit es möglich war, etwa alle 20 m mittels des Kompasses eingemessen. Auf der beiliegenden Tafel wurden alle Messungen von s-Flächen mittels Fallzeichen an der Meßstelle zur Darstellung gebracht.

Dabei zeigt sich, daß das Streichen vielfach ganz spitzwinklig, mitunter \pm parallel zur Stollenachse verläuft, wobei das Einfallen meist \pm mittelsteil gegen NW erfolgt. Außerdem macht sich etwa zwischen Stollenmeter 500 und 1500 und östlich der Abzweigung des Seestollens ein besonders starkes Pendeln der Streichrichtungen bemerkbar, das auf die Faltung der Gesteine zurückzuführen ist. In gleicher Weise wurden auch die B-Achsen dargestellt.

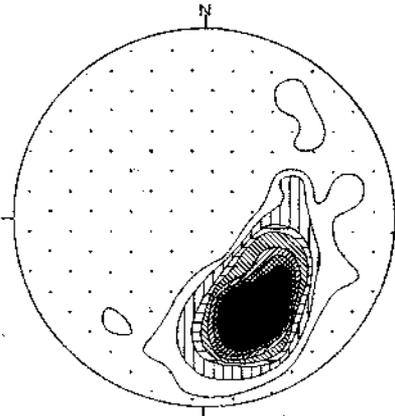


Abb. 1.

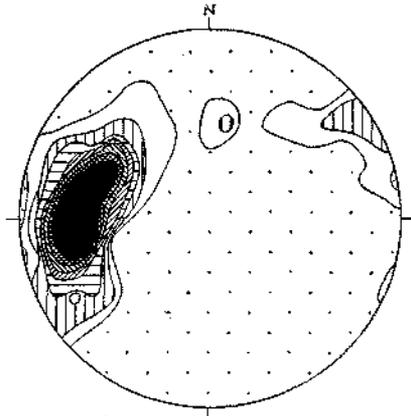


Abb. 2.

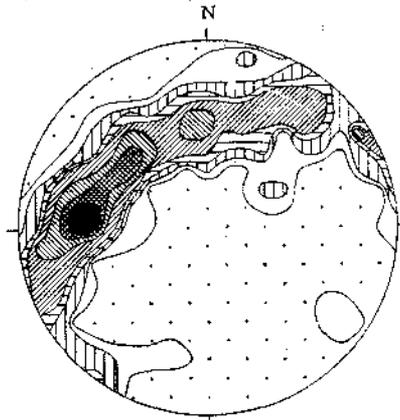


Abb. 3.

Alle eingemessenen Bankungs- und Schieferungsflächen (= s-Flächen) und Falten- und Streckachsen (= B-Achsen) wurden auch mit Hilfe der flächentreuen Azimutalprojektion dargestellt. Bei dieser werden die Darstellungen einer unteren Halbkugel, von innen gesehen, flächentreu auf die Azimutalebene projiziert. Diagramm — Fig. 1 — wurde durch einprozentige Auszählung der Normalen-Darstellung der Schieferungsflächen gewonnen und Diagramm — Fig. 2 — durch einprozentige Auszählung der Durchstichpunkte der B-Achsen.

Da bei der Eintragung der Lote, bzw. Durchstichpunkte in die Teil-diagramme die Besetzung derselben ziemlich gleichmäßig erfolgte, genügt

für die Darstellung aller s-Flächen und B-Achsen des Stollens je ein Sammel-diagramm.

Diagramm 1 stellt 215 Lote von s-Flächen dar mit folgender Besetzungsdichte: 0—0.5, 0.5—1, 1—2, 2—3, 3—5, 5—7, 7—9, über 9% (bis 27%). Das Streichen pendelt so stark, daß fast alle Streichrichtungen beobachtet werden können. Dagegen pendelt das Fallen nur zwischen 16 und 65° gegen N bis W. In dem Diagramm tritt ein sehr starkes Maximum ungemein deutlich hervor, das N 30—87° O corr. streicht und 27—57° NNW bis NW fällt. Am häufigsten sind also Streichrichtungen, die zwischen NNO-SSW und OW pendeln, wobei wieder die \pm ONO—WSW verlaufenden Streichrichtungen überwiegen.

Diagramm 2 stellt 120 Durchstichpunkte von B-Achsen mit folgender Besetzungsdichte dar: 0—1, 1—2, 2—3, 3—5, 5—7, 7—9, 9—11, über 11% (bis 21%). Auch bei den B-Achsen können fast alle Streichrichtungen festgestellt werden. Das Fallen schwankt zwischen 0 und 53° und erfolgt vorwiegend gegen W. Auch in diesem Diagramm tritt ein sehr ausgeprägtes Maximum hervor, das N 58—107° W corr. streicht und 19—46° W fällt. Die B-Achsen streichen also überwiegend \pm WNW—OSO bis WSW—ONO. An sieben Stellen konnten je zwei Systeme von B-Achsen deutlich wahrgenommen werden. Bei fünf dieser Stellen fallen die jüngeren B-Achsen \pm flach gegen O ein.

Nachdem alle eingemessenen s-Flächen mittels Fallzeichen dargestellt waren (siehe Profiltafel!), wurde von jeder s-Fläche mit der ihr unmittelbar benachbarten die Schnittgerade¹⁾ konstruiert. Die Besetzung der Durchstichpunkte der Schnittgeraden auf der Lagenkugel erfolgte derart gleichmäßig, daß für ihre Darstellung ein Sammeldiagramm genügt.

Diagramm 3 stellt 213 Durchstichpunkte von β -Schnittlinien mit folgender Besetzungsdichte dar: 0—0.5, 0.5—1, 1—2, 2—3, 3—5, 5—7, 7—9, über 9% (bis 12%). Dieses Diagramm stimmt mit Diagramm 2 sehr gut überein. Die β -Achsen-Häufungen fallen mit solchen der B-Achsen zusammen, somit ist erwiesen, daß sie einem gleichen Deformationsplan angehören.

Vergleich mit den geologischen Verhältnissen ober Tag

Eine Begehung der Stollentrasse ist nur auf einem kurzen Teil der Strecke möglich, da sie der NW-Wand der Zaverna-Spitze mit ihren steilen Plattenschüssen und tief eingeschnittenen Schluchten entlang führt. Deshalb sind hier meist nur die Fußpartien der Felswände begehbar. Als weitere Schwierigkeit kommt noch die große Ungenauigkeit des hier in Betracht kommenden Teiles der Originalaufnahmesektion 1:25.000 hinzu, die ganz unzulänglich ist und deshalb jede detailliertere Darstellung unmöglich macht. Die Stollenaufnahme wurde auch in einem sehr vereinfachten Profil im Maße 1:5000 dargestellt. Da in dem Lageplan gleichen Maßstabes die Schichtenlinien nur in der nächsten Umgebung der Stollenportale eingetragen sind, mußte das viel längere Zwischenstück mit Hilfe der Originalaufnahmesektion ergänzt werden, wobei sich die starke Vergrößerung ebenfalls ungünstig auswirkt. Während das Stollenprofil lückenlos ist, sind ober Tag mehrfach längere Strecken mit Gehänge- oder Moränenschutt verdeckt. Außerdem sind die geologischen Verhältnisse des Druck-

¹⁾ B. Sander: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper I, Wien 1948.

stollens teilweise recht kompliziert, da stellenweise starke Faltungen, Verknetungen und Ausquetschungen auftreten. Ferner werden die Gesteine von einem dichten Netz von Bewegungsflächen durchsetzt. Aus allen hier angeführten Gründen ist es daher unmöglich, die Gesteinslagen des Stollens mit jenen der Oberfläche zu verbinden, um auf diese Weise ein geschlossenes Profil zu erhalten.

Im Gegensatz zu den Verhältnissen des Druckstollens ist die Lagerung der Gesteine an der Oberfläche eine viel ruhigere. Die Gesteinsbänke liegen größtenteils \pm parallel zur Gehängeoberfläche, wie dies auch sehr schön von der Höhenbahn aus auf der gegenüberliegenden Talseite (= W-Seite des Groß-Vermunttales) zu beobachten ist. Soweit die Aufschlüsse erkennen lassen, herrschen ober Tag die Biotitaugengneise bei weitem vor. Daneben treten noch feinkörnigere Granitgneise auf, u. zw. Biotitgranitgneise und zweiglimmerige Granitgneise. Muskowitgranitgneis wurde nur am Grat N unter der Zaver-na-Spitze, SW ober Punkt 1845 der Karte 1:25.000, wo der Grat so stark nach N abfällt, beobachtet.

Die Biotitaugengneise bauen östlich der Ill die Zaver-na-Spitze, Crisper-Spitze, Breiter Spitze, Ballun-Spitze und Vallüla auf, reichen wahrscheinlich aber nicht auf die O-Seite des Kleinvermunttales hinüber. Ihre N-Grenze verläuft von Parthenen über Außer Ganifer nördlich der Punkte 1894—1959 und 2016 zur Bell Alpe. Die gewölbeförmig gegen N untertauchenden Biotitaugengneise werden von meist gering mächtigen Schiefergneisen und sehr mächtigen Amphiboliten überlagert. Auf der W-Seite des Groß-Vermunttales bauen die meist dickgebankten Biotitaugengneise die Felsgehänge bis hoch hinauf auf. Die W-Grenze gegen die im Hangenden folgenden Schiefergneise und Amphibolite folgt ungefähr der Schrägaufzugstrasse von Parthenen nach Obertromenir entlang und von dort bis knapp unter den Gipfel des Breitfieler Berges. Die oberen Partien des Strillkopfes und die obersten Teile des Hochmaderer werden von Amphiboliten gebildet. Die Biotitaugengneise lassen sich südlich vom Hochmaderer ohne Überlagerung bis ins Garneratal hinab verfolgen und reichen auf der O-Seite dieses Tales mindestens bis westlich des Schafboden Berges nach N. Die Amphibolite reichen auf der W-Seite des Hochmaderer und des Strillkopfes viel weiter (nach W) hinab als auf der O-Seite. Diese schräge Lagerung im südlichen Teil des Garneratales läßt auf ein deutliches Untertauchen der Biotitaugengneise gegen W schließen. Wie weit sich diese Granitgneise gegen W und S erstrecken, ist derzeit noch nicht bekannt.

Während die Biotitaugengneise oberflächlich meist nur leicht gefaltet sind, nimmt die Intensität der Faltung nach der Tiefe stellenweise beträchtlich zu. Auch die schwache Faltung kann schon ein ziemlich starkes Pendeln von Streichen und Fallen zur Folge haben. In den tieferen Teilen der Granitgneismasse treten auch Zwischenlagen von Muskowitgranitgneisen und Aplitgneisen viel häufiger auf.

Die geologische Vorhersage für den Druckstollen hat sich als ziemlich richtig erwiesen. Die geologischen Verhältnisse waren recht günstig, aber nur teilweise einfach. Druckhafte Stellen wurden nicht angetroffen, wohl aber wurden verschiedene Zertrümmerungszonen aufgeföhren. Vor der Absenkung des Vermunt-Stausees wurde mit dem eventuellen Auftreten von mächtigerem jungen Moränenschutt beim Portal des Seestollens gerechnet, da solcher auf der O-Seite dieses Stausees weit verbreitet

ist. Tatsächlich wurden nur ein paar Meter Gehängeschutt durchörtert, an dessen Liegendgrenze eine ganz gering mächtige Würm-Grundmoräne angetroffen wurde.

Die Wasserverhältnisse

Beim Vortrieb des Richtstollens erfolgte zwischen Stollenmeter 927 und 933 ein Wassereinbruch mit 40—50 *l/sek.* Das Wasser ist dann allmählich bis auf etwa 1 *l/sek.* zurückgegangen. Ein weiterer Wassereinbruch mit anfangs 8—10 *l/sek.* erfolgte bei zirka 1445 *m* aus einer Ruschelzone (103). Die Wassermenge hat sich langsam bis auf etwa 2 *l/sek.* vermindert. Von der Bauleitung wurden im Druckstollen nach Fertigstellung des Vollausbruches 20 Quellen, bzw. besonders starke Tropfstellen beobachtet. Von diesen wurden 10 Quellen gemessen. Die stärkste lieferte 2·6 *l/sek.* und die schwächste 0·25 *l/sek.* Die Schüttung aller 10 Quellen ergab 9·45 *l/sek.*

Die geologische Aufnahme der oben angeführten Stollenstrecken erfolgte in der Zeit vom Juni 1948 bis April 1949, wobei die einzelnen Strecken jeweils erst knapp vor der Betonierung aufgenommen werden konnten. Wie in den meisten Stollen im Bereiche der Silvrettadecke wurde auch in den hier beschriebenen Stollen ein ständiger Wechsel zwischen trockenen und sehr nassen Strecken mit allen möglichen Übergängen, wie feucht, schwach tropfend usw. festgestellt. Die ganz trockenen Strecken erreichen nur eine Länge von 30 *m*, die feuchten eine solche von 336 *m*. Die Länge der trockenen bis feuchten Strecken mit stellenweisen schwachen Tropfstellen betrug 2701 *m*. Dazu kommen noch verschiedene längere schwache Tropfstellen mit zusammen 264 *m* Länge. Eine 20 *m* lange Strecke hatte schwache bis mittelstarke Tropfstellen. Die mittelstarken Tropfstellen erreichten eine Länge von 177·5 *m*, die starken eine solche von 61 *m* und die sehr starken 27·5 *m*. Auf einer 62 *m* langen Strecke wurde stellenweise mittelstarkes bis starkes Tropfen beobachtet und auf einer Strecke von 43 *m* Länge ebensolches Tropfen mit einzelnen schwachen Quellen (bei 2202·8 *m* an der SO-Ulme, bei 2207 *m* an der NW-Ulme, bei 2212 *m* am First, bei 2223 *m* an der NW-Ulme 1—2 *l/sek.*, bei 2225·5 *m* an der NW-Ulme, bei 2229 *m* an der NW-Ulme 1—2 *l/sek.*, bei 2241·5 *m* an der SO-Ulme und bei 2244 *m* an der NW-Ulme). Außerdem ist noch eine größtenteils stark tropfende bis rinnende Strecke mit 47 *m* Länge, eine stark rinnende mit 5 *m* Länge und eine sehr stark rinnende mit 2 *m* Länge und eine ganz schwache Quelle bei 1023 *m* (an der NW-Ulme) zu erwähnen. Die hier gemachten Angaben haben aber nur für die oben angeführte Zeit Gültigkeit, da sich die Wasserverhältnisse im Stollen vielfach innerhalb kurzer Zeit stark ändern können. So konnten z. B. von den von der Bauleitung beobachteten Quellen und starken Tropfstellen nur mehr zwei an derselben Stelle angetroffen werden. Die Quellen, Tropf- und Sickerwässer sind teilweise von der Jahreszeit und den Witterungsverhältnissen stark abhängig. Besonders lästig für den Stollenbau ist die nicht selten beobachtete Tatsache, daß das an der Stollenbrust auftretende Wasser beim Vortrieb oft auf einer \pm langen Strecke mitwandert.

Die beigegebenen, von der Materialprüfungsanstalt der Vorarlberger Illwerke in Parthenen zusammengestellten Tabellen vermitteln einen Einblick in den Chemismus der Stollenwässer, soweit dies für die Zwecke der Bauleitung erforderlich war.

Übersicht über die Ergebnisse der chem. Untersuchung der im Druckstollen

Tag der Probeentnahme	Stollen-kilometer	Härte in deutschen Graden			Sulfat-Ion SO ₄
		Karbonat	Mineral	Gesamt	
28. 11. 1947.....	3.167.18	1-0	0-1	1-1	Spur vorhanden
12. 12. 1947.....	3.167.18	0-8	0-6	1-4	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	3.167.18	0-8	0-3	1-1	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	3.167.18	1-1	1-4	2-5	zirka 21 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	3.167.18	0-6	0-2	0-8	Spur vorhanden
28. 11. 1947.....	2.636.00	0-8	0-3	1-1	wenig vorhanden
12. 12. 1947.....	2.636.00	1-0	0-4	1-4	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	2.636.00	1-1	0-3	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.636.00	1-1	0-3	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 9. 1947.....	2.535.00	0-6	—	—	nicht vorhanden
8. 11. 1947.....	2.535.00	0-6	0-0	0-6	nicht vorhanden
28. 11. 1947.....	2.535.00	0-7	0-1	0-8	Spur vorhanden
12. 12. 1947.....	2.535.00	0-8	0-6	1-4	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	2.535.00	1-1	0-3	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.535.00	0-5	0-3	0-8	15 mg SO ₃ /l
10. 9. 1947.....	2.224.00	0-6	—	—	nicht vorhanden
8. 11. 1947.....	2.224.00	0-8	0-0	0-8	nicht vorhanden
28. 11. 1947.....	2.224.00	0-8	0-6	1-4	vorhanden
12. 12. 1947.....	2.224.00	1-1	0-6	1-7	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	2.224.00	0-8	0-6	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.224.00	0-6	0-2	0-8	15 mg SO ₃ /l
10. 9. 1947.....	2.176.00	0-6	—	—	nicht vorhanden
8. 11. 1947.....	2.176.00	0-6	0-2	0-8	Spur vorhanden
28. 11. 1947.....	2.176.00	1-1	0-3	1-4	Spur vorhanden
12. 12. 1947.....	2.176.00	0-7	0-7	1-4	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	2.176.00	0-7	0-4	1-1	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.176.00	0-6	0-2	0-8	15 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	2.176.00	0-6	0-2	0-8	Spur vorhanden
28. 11. 1947.....	Zugangsst. 0.140.00 O-U	1-4	0-6	2-0	vorhanden
12. 12. 1947.....	0.140.00	1-4	0-6	2-0	wenig vorhanden
2. 3. 1948.....	0.140.00	1-2	0-2	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	0.140.00	1-1	0-3	1-4	15 mg SO ₃ /l
10. 9. 1947.....	2.146.00	—	—	—	—
8. 11. 1947.....	2.146.00	1-4	0-3	1-7	wenig vorhanden
12. 12. 1947.....	2.146.00	1-3	0-4	1-7	8-2 mg SO ₃ /l
2. 3. 1948.....	2.146.00	1-4	0-8	2-2	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.146.00	1-0	0-4	1-4	15 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	2.146.00	1-1	0-3	1-4	Spur vorhanden
28. 11. 1947.....	2.358.00	1-3	0-1	1-4	Spur vorhanden

Vallila-Vermunt in den Jahren 1947—1949 entnommenen Wasserproben

Nitrit-Ion NO ₂	Nitrat-Ion NO ₃	Chlor-Ion Cl	Freie Kohlensäure CO ₂
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
—	—	—	2·2 mg/l
nicht vorhanden	Spur vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
—	—	—	2·2 mg/l
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
—	—	—	2·2 mg/l
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden

Tag der Probeentnahme	Stollenkilometer	Härte in deutschen Graden			Sulfat-Ion SO ₄
		Karbonat	Mineral	Gesamt	
12. 12. 1947.....	2.358.00	1-4	0-6	2-0	Spur vorhanden
2. 3. 1948.....	2.358.00	1-4	0-3	1-7	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.358.00	1-1	1-4	2-5	zirka 21 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	2.358.00	1-1	0-3	1-4	Spur vorhanden
8. 11. 1947.....	2.661.00	2-0	0-8	2-8	wenig vorhanden
12. 12. 1947.....	2.661.00	1-7	1-1	2-8	18-2 mg SO ₃ /l
2. 3. 1948.....	2.661.00	2-0	0-5	2-5	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.661.00	1-7	1-4	3-1	zirka 21 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	2.661.00	1-7	1-1	2-8	wenig vorhanden
8. 11. 1947.....	2.829.00	2-2	1-2	3-4	wenig vorhanden
12. 12. 1947.....	2.829.00	2-2	0-9	3-1	15-1 mg SO ₃ /l
2. 3. 1948.....	2.829.00	2-2	0-3	2-5	15 mg SO ₃ /l
10. 6. 1948.....	2.829.00	2-2	0-9	3-1	15 mg SO ₃ /l
22. 10. 1948.....	2.829.00	1-7	1-1	2-8	wenig vorhanden

Tag der Probeentnahme	Stollenkilometer	Härte in deutschen Graden			Sulfat-Ion SO ₄
		Karbonat	Mineral	Gesamt	
22. 2. 1949.....	1.589.71 SW-U	—	—	—	—
22. 2. 1949.....	1.579.71 NO-U	2-0	0-5	2-5	—
7. 3. 1949.....	1.589.71 SW-U	2-2	0-3	2-5	Spur vorhanden
7. 3. 1949.....	1.579.71 NO-U	2-4	0-1	2-5	Spur vorhanden
22. 2. 1949.....	1.534.71 SW-U	1-1	0-3	1-4	—
22. 2. 1949.....	1.449.71 First	1-5	0-5	2-0	—
22. 2. 1949.....	1.444.71 NO-U	1-3	0-4	1-7	—
9. 3. 1949.....	1.231.21	3-3	0-1	3-9	wenig vorhanden
9. 3. 1949.....	1.412.21	1-8	0-2	2-0	wenig vorhanden
9. 3. 1949.....	1.413.31	1-5	1-0	2-5	wenig vorhanden

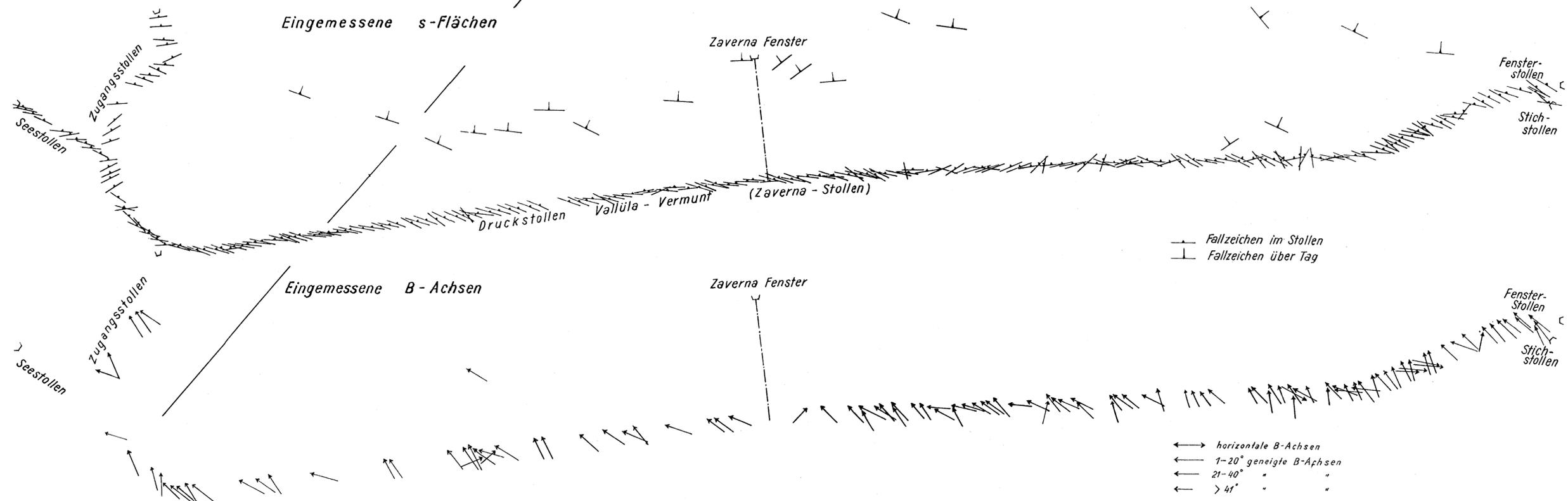
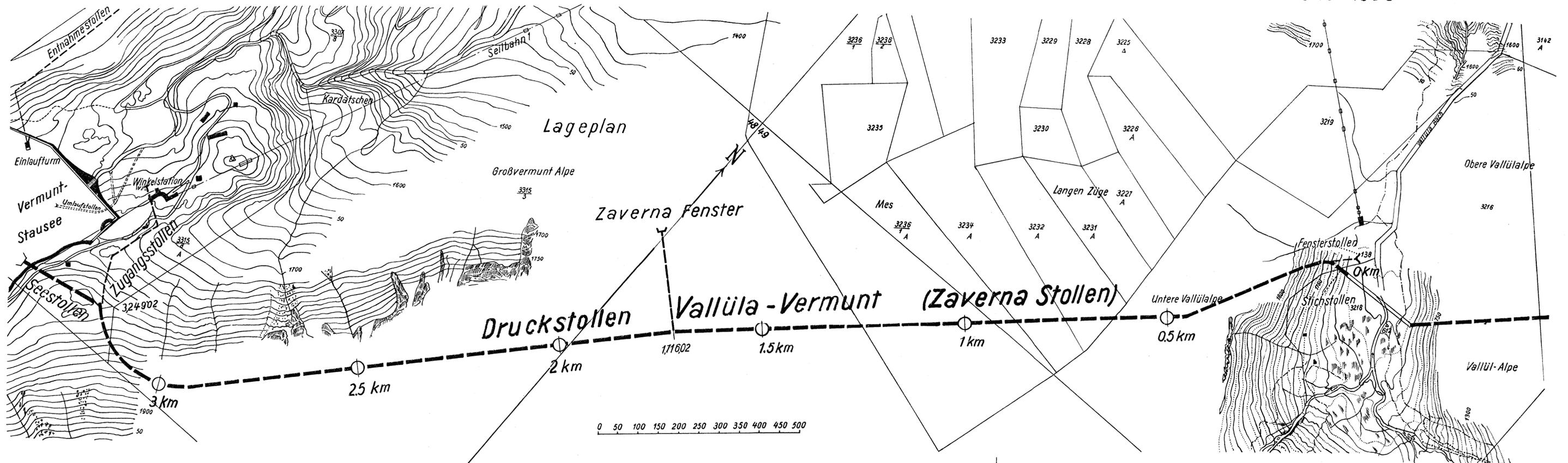
Nitrit-Ion NO ₂	Nitrat-Ion NO ₃	Chlor-Ion Cl	Freie Kohlensäure CO ₂
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden
nicht vorhanden	Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden

Nitrit-Ion NO ₂	Nitrat-Ion NO ₃	Chlor-Ion Cl	Bemerkungen
Spur vorhanden	Spur vorhanden	wenig vorhanden	Alkalität 19.3
—	Spur vorhanden	wenig vorhanden	
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	Wiederholung, da Proben vom 22. 2. 1949 verunreinigt
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	
nicht vorhanden	Spur vorhanden	Spur vorhanden	
nicht vorhanden	Spur vorhanden	wenig vorhanden	
nicht vorhanden	Spur vorhanden	wenig vorhanden	
nicht vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	
Spur vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	
vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	

Alle untersuchten Stollenwässer sind als sehr weich zu bezeichnen. Diese weichen Wässer mit ihrer ganz geringen Karbonathärte besitzen \pm beton- und metallangreifende Eigenschaften, zumal es sich um fließende Wässer handelt. Trotz des geringen Sulfatgehaltes bilden sich an der Betonauskleidung im Bereiche nasser Stellen vielfach schon in kurzer Zeit Ausblühungen und Sinterbildungen.

Druckstollen Vallüla - Vermunt

bearbeitet von O.Reithofer 1948-1950





Legende:

- | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | fs - parallel zur Bankung oder Schieferung
g - granitisch
H - Hornisch
L - Leitkluft, Leitbänder, Schmierlinsen
m - mylonitisch
w - weich |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Druckstollen Vallula-Vermunt

Geologische Detailprofile

bearbeitet von Dr. O. Reithofer 1948-1950