

Geologische Beschreibung des Breitspitzstollens (Montafon)

Von OTTO REITHOFER *)

Mit Tafel XV

Vorwort

Für die Unterstützung meiner Arbeit und für die Genehmigung zu ihrer Veröffentlichung danke ich der Vorarlberger Illwerke Aktiengesellschaft ergebenst.

Den Herren Ingenieuren der Projektierungsabteilung, der Hauptbauleitung und der örtlichen Bauleitungen der Vorarlberger Illwerke und den Herren Ingenieuren der Baufirmen danke ich für die zahlreichen Hilfeleistungen herzlich.

Einleitung

Der Breitspitzstollen, der ursprünglich die Bezeichnung „Druckstollen Kops—Vallüla“ hatte, liegt im hintersten Teil des Montafontales, östlich von Partenen (siehe Karte i. M. 1:25.000, Blatt 170/I, Galtür und Lageplan). Dieser zirka 100 *m* südöstlich vom Gipfel des Breiter Spitz durchziehende Stollen schließt nach SW an den Zavernastollen (früher „Druckstollen Vallüla—Vermunt“) an. Das Portal des Zugangsstollens liegt am oberen Ende der Schlucht des Zeinis-Baches nördlich unter P. 1801. Das Portal des Stichstollens liegt rund 200 *m* OSO davon. Bei der Einmündung dieses Stichstollens in den Hauptstollen liegt die Stollensohle in 1717,13 *m* Seehöhe. Das Südwestportal des Druckstollens befindet sich etwa 250 *m* nordöstlich der Unteren Vallüla Alpe (Stollensohle in 1712,79 *m* Seehöhe). Der Stichstollen verläuft annähernd von ONO gegen WSW. Der Zugangsstollen und der nördlichste Teil des Druckstollens hat einen etwa N 5° O gerichteten Verlauf. Südlich von P. 1811 schwenkt dieser Stollen allmählich gegen SW ab und behält dann diese Richtung bis zum Südwestportal auf einer Strecke von zirka 1,9 *km* Länge bei.

Die geologische Aufnahme des Stollens erfolgte in der Zeit vom 29. November 1949 bis 28. September 1950 in gleicher Weise wie die des Zaverna-, Bergler- und Predigstollens (REITHOFER, 1951, 1955), wobei jeweils nur die frisch gewaschenen Stollenstrecken untersucht wurden. In der folgenden Beschreibung beziehen sich alle Zahlenangaben, falls nichts anderes ange-

*) Adresse des Verfassers: Wien, III., Geologische Bundesanstalt.

führt wird, auf die nördliche Ulme (im Stichstollen) und auf die westliche bzw. nordwestliche Ulme (im Druckstollen) an der Sohle. Die geologischen Verhältnisse sind stellenweise so kompliziert, daß sich bei ihrer Darstellung im Stollenprofil mitunter eine Vereinfachung als notwendig erwies, worauf in der Stollenbeschreibung jeweils hingewiesen wird. Auf zwei kürzeren Strecken (im Stichstollen zwischen 30 und 80 *m* und im Hauptstollen zwischen 1190 und 1220 *m*) waren die geologischen Verhältnisse so kompliziert, daß die Stollenaufnahme nicht mehr verkleinert wurde (siehe Tafel XV, Abb. 1 und 2!).

Der Stichstollen

Am Stollenausgang tritt auf der Südostseite unter dem Humus Würm-Grundmoräne (1, siehe Stollenprofil, Tafel XV) zutage, während auf der NW-Seite die Grundmoräne von ± 1 *m* mächtigen sandreichen Schottern überlagert wird. Der rostbraune Anwitterungshorizont reicht hier bis etwa 1 *m* unter die Geländeoberfläche hinab. Durch den hohen Eisen-gehalt ist es zu einer geringen Verfestigung der Schotter gekommen.

Die Würm-Grundmoräne wird von Amphibolit (2) unterlagert, der nahe der Oberfläche stark gestört und z. T. etwas zertrümmert ist. Von Stollenmeter 25 an wird der Fels gegen WSW allmählich fester und ist ab 33 *m* fest (standfest schon ab 17 *m*). Im äußersten Teil des Stollens ist die Bankung nicht erkennbar. Der Fels ist hier bis etwa 5 *m* tief stark verwittert. Verwitterungsspuren zeigen sich auf einzelnen Klüften bis Stollenmeter 25. Zwischen 32,8 und 83 *m* sind dem Amphibolit dünne bis stärkere Aplitgneislagen (3) zwischengeschaltet, die teils recht unregelmäßig umgrenzt und teils mit dem Amphibolit verzahnt sind. Die ganz dünnen Aplitgneislagen konnten nicht eingezeichnet werden. Der ein paar Meter mächtige Aplitgneis (4) ist um 54 *m* etwas zertrümmert (Kopfschutz von 52,9 bis 58,9 *m*) und um 49 *m* stark zerklüftet. Außerhalb von Stollenmeter 52 sind die Gesteine entlang einzelner Störungen etwas zertrümmert aber fest.

Von 83 bis 88,3 *m* wurde hellgrauer, dünn bis dickgebankter, fester Aplitgneis mit zwei dünnen Amphibolitlagen (5) durchörtert. Darunter folgen: Amphibolit, der mit dünnen weißen und hellgrauen Aplitgneis- und Quarzitlagen wechsellagert (6), Amphibolit (7), dünne bis stärkere hellgraue Aplitgneis- und Quarzitlagen mit einigen dünnen bis 10 *cm* starken Amphibolitlagen gebändert (8), dünn- bis dickgebankter Amphibolit mit dünnen Zwischenlagen von Aplitgneis, Quarzit und Schiefergneis (9) und ganz dünn- bis dickgebankter weißer und hellgrauer Quarzit (10). Bei 93 *m* ist das Gestein stärker gestört, aber noch fest.

Zwischen 103,8 und 119 *m* steht überwiegend Amphibolit an mit vier stärkeren Aplitgneis- und einzelnen Schiefergneislagen (11). Dem darunterliegenden Aplitgneis (12) ist Amphibolit mit ± 1 *dm* starken Lagen (13) zwischengeschaltet. Bis 137,2 *m* Amphibolit mit Aplitgneislagen wechselnd (14), wobei im östlichen Teil der Amphibolit vorherrscht. Nach W schließt bis 140,3 *m* Schiefergneis mit ± 1 *dm* starken Amphibolitlagen (15) an. Die östlichen Lagen dieser Zone sind am First und an der südlichen Ulme stark gefaltet und gehen im Streichen in Amphibolit (16) über. Anschließend an diesen Amphibolit tritt auf der südlichen Ulme bis 132,5 *m* fast nur

Amphibolit auf, während sich WSW davon auch Schiefergneislagen einschalten. Die Amphibolitlagen keilen bei 136 und 137 *m* (südl. Ulme am First) nach NW z. T. in den Schiefergneis aus.

Von 140,3 bis 146,6 *m* wurde Schiefergneis mit einzelnen Glimmerschieferlagen (17) und einem schmalen Mylonitstreifen durchfahren, an den meist dünngebankter Amphibolit grenzt, der mit ebensolchen hellgrauen Aplitgneislagen und einzelnen Glimmerschiefer- und Schiefergneislagen wechsellagert (18), die teilweise intensiv gefaltet sind. Im unteren Teil der südlichen Ulme grenzt der Schiefergneis an sattelförmig gefalteten Aplitgneis mit einer dünnen Amphibolitzwischenlage (19), während er im oberen Teil der Ulme um 147 *m* mit dem Amphibolit verzahnt ist. Um 157 *m* auftretender Glimmerschiefer (20) konnte im Stollenprofil ausgeschieden werden. Dem zwischen 180,8 und 216,4 *m* anstehenden dünn- bis dickgebankten Aplitgneis mit einigen meist dünnen Amphibolitzwischenlagen ist auf der nördlichen Ulme dünngebankter Amphibolit mit Zwischenlagen von Aplitgneis und einzelnen Glimmerschiefer- und Schiefergneislagen eingefaltet. Um 214 *m* schmaler Gang von derbem weißem Quarz (21). Auf der südlichen Ulme tritt unter dem Aplitgneis zwischen 184,4 und 192,2 *m* dünn- bis dickgebankter Amphibolit auf, der mit ebensolchen Aplitgneislagen wechsellagert (22). Bei 216,4 *m* steht derselbe Amphibolit an, dem hier aber nur einige dünnere Aplitgneislagen zwischengeschaltet sind. Bei 223,5 *m* Einmündung des Stichstollens in den Hauptstollen.

Die Gesteine des Stichstollens sind größtenteils stark gefaltet, aber verhältnismäßig wenig gestört und durchwegs fest. Der Amphibolit zeigt stellenweise auch eine deutliche Kleinfältelung. Spuren von Schwefelkies finden sich ziemlich reichlich.

Der Zugangsstollen

Unter der Humusdecke ist der rostbraun angewitterte Amphibolit zerklüftet und nicht ganz standfest. Das Stollenportal liegt rund 7 *m* südlich der alten Geländeoberfläche (Einbau bis 9,4 *m*). Der dünngebankte (1 *cm* bis ± 1 *dm*) Amphibolit (23) mit einzelnen weißen Quarzitlagen (24) ist von Stollenmeter 17 an frisch. Nur auf Kluft- und Bankungsfugen macht sich die Verwitterung noch weiter bergem etwas bemerkbar. Bei 31, 41 und 43/44 *m* sind die dünnen bis 1 *dm* starken Amphibolitlagen mit ebensolchen hellgrauen Aplitgneislagen gebändert (25). Bis 32,3 *m* ist das Gestein fest, bis 50 *m* mäßig stark gestört, entlang einzelner Störungen etwas zertrümmert, besonders um 28 *m*, und nicht ganz standfest (Kopfschutz von 32,2 bis 60,4 *m*). Bis 62 *m* ist das Gestein stark gestört, z. T. grob bis fein zertrümmert und die Bankung daher größtenteils nicht mehr recht erkennbar. Zwischen 52 und 67 *m* fehlen die weißen Quarzitlagen ganz.

Zwischen 78,8 und 85,8 *m* wechsellagern ganz dünne bis ein paar Dezimeter starke Amphibolitlagen mit ebensolchen hellgrauen Aplitgneislagen (26) und überlagern dünn- bis dickgebankten Amphibolit (27) mit drei dünnen und drei stärkeren Aplitgneislagen. Bei 88 *m* findet sich eine teilweise etwas offene Spalte. Nach S schließen dünne bis über 2 *dm* starke Amphibolitlagen an, die mit ebensolchen Aplitgneislagen wechsellagern (28) und denen stärkerer Aplitgneis (29) mit einer Amphibolitzwischenlage

auf der westlichen Ulme eingelagert ist. Darunter folgen bei 104,1 m dünne bis stärkere Lagen von feinkörnigem Amphibolit, die mit ganz dünnen bis über 10 cm starken und drei stärkeren Aplitgneislagen wechsellagern (30). Daran anschließend Amphibolit mit ein paar bis 10 cm starken und einer mächtigeren Aplitgneislage (31), hellgrauer Aplitgneis mit einzelnen dünneren Amphibolitlagen und ein paar dünnen Schiefergneislagen (32), Amphibolit mit einigen dünnen Aplitgneislagen (33), dem um 132 m Aplitgneis mit ein paar dünnen Amphibolitlagen (34) zwischengeschaltet ist.

Bei 135 m zieht geringmächtiger weißer Quarzit mit ± 1 cm dicken Lagen (35) und ebensowenig mächtiger Schiefergneis (36) durch, der von festem Amphibolit (37) begleitet wird, dem über 1 m mächtiger Aplitgneis mit einigen dünnen Amphibolitlagen (38) eingelagert ist. Von 142,6 bis 155,7 m steht mäßig gefalteter, fester Glimmerschiefer (39) an, der zwischen 144,4 und 147,2 m mit Amphibolit- und Aplitgneislagen wechsellagert (40). Nach S schließt dickgebankter Aplitgneis mit zwei dünnen bis 10 cm starken, sehr biotitreichen Zwischenlagen und einer Amphibolitlage (41), Amphibolit mit ein paar dünneren und einer bis über 1 dm starken Aplitgneislage (42) und über 2 m mächtiger Aplitgneis an. Zwischen 161 und 169 m mündet der Stichstollen in den Hauptstollen ein. Von 88 bis 180 m ist das Gestein wenig gestört und recht fest.

Der Hauptstollen

Zwischen 173,5 und 243,7 m steht dünngebankter Amphibolit mit dünnen und stärkeren Zwischenlagen von Aplitgneis, Glimmerschiefer, Quarzit und Schiefergneis (43) an, die z. T. stärker gefaltet sind. Um Stollenmeter 195 ist der Glimmerschiefer (44) stark gestört und verknestet, aber noch standfest. Bei 203 m zieht eine stärkere Ruschelzone durch. Von 220 m an wird der Amphibolit gegen S etwas dicker gebankt und die Glimmerschiefer-, Quarzit- und Schiefergneislagen treten fast ganz zurück. Darunter folgt ein dünngebanktes, meist stark geschiefertes Gestein, das teils an zweiglimmerigen Granitgneis, teils an Schiefergneis erinnert mit einigen dünnen Amphibolit- und Quarzitlagen (45). Nahe der Hangendgrenze tritt eine stärkere Zwischenlage von Amphibolit und eine solche von hellgrauem Quarzit auf, die auf ihrer Unterseite von einem schmäleren mylonitischen und weichen (= m. u. w.) Zerrüttungsstreifen begleitet wird (von 247,3 bis 248,3 m nicht ganz standfest).

Bei 262 m tritt stark kleingefalteter, flaseriger zweiglimmeriger Schiefergneis mit einer dünnen Amphibolitlage an der Hangendgrenze (46) auf, der von Muskowitgranitgneis (47), demselben Gestein wie zwischen 243,7 und 262 m (45) und stark kleingefaltetem Schiefergneis (46) unterlagert wird. Bei dem von 267,9 bis 273 m auftretenden Gestein handelt es sich teils um dieselben Lagen wie zwischen 243,7 und 262 m (45) und teils um etwas biotithaltigen Quarzit mit einigen bis ein paar Dezimeter starken ganz flaserigen Schiefergneislagen (48). Bis 339,9 m wurde Glimmerschiefer bis Schiefergneis mit vereinzelt dünneren Quarzitlagen (49) aufgeföhren, die teilweise etwas biotithaltig sind. Das Gestein ist teils stärker gefaltet, teils etwas verknestet, aber fest. Um 280 m Zwischenschaltung von mehreren weißen Aplitgneislagen und bei 298 m von mehreren ganz dünnen weißen Quarzitlagen. Gegen S treten die glimmerreichen Lagen zugunsten der

quarzitischen mehr zurück. Wegen mehrerer Lettenklüfte von 315 bis 318,6 *m* nicht standfest (Kopfschutz).

Bei 339,9 *m* liegt die Nordgrenze des feinkörnigen zweiglimmerigen Granitgneises (50) mit dünnen bis stärkeren Aplitgneislagen, in dem bei 343,3 *m* im oberen Teil der östlichen Ulme große Feldspat-Augen auftreten, unterlagert von typischem zweiglimmerigem Augengneis mit großen Feldspat-Augen (51), dem bis über 2 *m* mächtiger Glimmerschiefer bis Schiefergneis (52) zwischengeschaltet ist. Von 353,1 bis 357,4 *m* stehen ganz dünne (1 *mm* bis über 1 *cm*) weiße Lagen an, die mit dünnen bis stärkeren dunklen Lagen wechsellagern (53). In diesem Gestein treten stärkere Lagen von weißem Aplitgneis und von eigenartigem weißen Aplitgneis mit bis mehrere Zentimeter langen, dünnen, dunklen Biotitstreifen (54) und Quarzit mit etwas Biotit auf.

Bei diesen ganz dünnen, meist nur ein paar Millimeter bis ein paar Zentimeter dicken weißen Lagen handelt es sich um Quarzfeldspatgesteine, die in allen Abstufungen von reinen Quarzlagen, Quarziten bis zu Aplitgneisen und Muskowitgranitgneisen vorkommen. Oft läßt sich wegen ihrer zu geringen Stärke nicht gleich feststellen, welche dieser Bezeichnungen zutrifft. Diese verschiedenen und auch durch alle Übergänge verbundenen Gesteine kommen oft nebeneinander vor oder wechsellagern miteinander. Da nicht jede dieser Lagen eigens ausgeschieden und angeführt werden kann, werden sie der Einfachheit halber im folgenden als weiße Lagen zusammengefaßt. Bei den dunklen Lagen handelt es sich um Biotit-Augengneis und um Biotitgranitgneis.

Die dünnen bis über 10 *cm* dicken, stark gefalteten, weißen Aplitgneislagen, die mit ebensolchen dunklen Lagen wechseln (55), werden bei 359 *m* von feinkörnigem zweiglimmerigem Granitgneis mit einzelnen dünnen und einer bis 1 *dm* starken weißen Lage (56), dünnen Aplitgneis- und stärkeren Muskowitgranitgneislagen mit dünnen dunklen Lagen gebändert (57), stark gefalteten dünnen weißen Lagen mit ebensolchen dunklen wechselnd (58) und Muskowitgranitgneis (59), der an der Hangendgrenze etwas gebändert ist, unterlagert. Von 368,8 bis 389,4 *m* wurde feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis mit einzelnen ganz dünnen weißen Lagen (60) aufgeschlossen mit einer stärkeren Muskowitgranitgneislage knapp unter der Hangendgrenze und einem mächtigeren weißen Aplitgneis mit einer bis 2 *dm* starken, feinkörnigen, dunklen Zwischenlage (61), unterlagert von teils schwärzlichem, nicht ganz standfestem und teils weichem Mylonit. Eine weitere Störungszone zieht um 376 *m* durch (Kopfschutz von 375,5 bis 378,5 *m*). Um 379 *m* (O-Ulme) ist der Granitgneis als zweiglimmeriger Augengneis (62) ausgebildet.

Bis Stollenmeter 395,3 reicht zweiglimmeriger Augengneis mit einigen dünnen bis ein paar Zentimeter starken weißen Aplitgneislagen an der Hangendgrenze (63), unterlagert von weißem Aplitgneis (64), der den Störungen entlang z. T. etwas zertrümmert, sonst aber fest ist. Nach S schließt stärker gestörter feinkörniger, zweiglimmeriger Granitgneis (65) mit einer bis $\frac{1}{2}$ *m* breiten Quetschzone (Kopfschutz von 400 bis 406,5 *m*) an, dem zwischen 413,4 und 423,2 *m* teils Muskowitgranitgneis, teils Aplitgneis (66) eingeschaltet ist. In diesen beiden stärker gefalteten Gesteinen tritt an der Hangendgrenze ein schmaler Keil von zweiglimmerigem Granitgneis auf. Wegen durchziehender Störungen ist der Fels hier zwischen

412 und 415,5 *m* nicht ganz standfest (Nachbrüche), z. T. auch etwas zertrümmert. Bei 420 *m* zieht ein Zerrüttungsstreifen mit einer z. T. etwas offenen Kluft durch, die vermutlich bis zur Geländeoberfläche hinaufreicht (Kopfschutz von 420 bis 423,5 *m*). Es ist dies die Stelle mit der geringsten Überlagerung.

Um 429 *m* steht Biotitaugengneis an, der im Hangenden und Liegenden von Muskowitgranitgneis begleitet wird (67). Darunter folgt Biotitaugengneis (68), welcher von Muskowitgranitgneis mit dünnen weißen Lagen im Hangenden von dem darunterliegenden feinkörnigen zweiglimmerigen Granitgneis getrennt wird, der mit dünnen weißen Lagen wechsellagert (69), die besonders an der Basis sehr zahlreich sind. Der zwischen 445 und 448 *m* anstehende Biotitaugengneis reicht nicht ganz bis zum First empor und überlagert feinkörnigen zweiglimmerigen Granitgneis (70) mit einer teils dünnen, teils stärkeren weißen Lage (71) bei 449,2 *m*. An der Liegendgrenze wechsellagert der Granitgneis innerhalb einer über 0,5 *m* starken Zone mit zahlreichen dünnen weißen Lagen. Der zwischen 451,9 und 460 *m* durchziehende Biotitaugengneis geht gegen die Hangendgrenze in feinkörnigen zweiglimmerigen Granitgneis (72) über und grenzt gegen S an Muskowitgranitgneis, dem vorwiegend am First typischer Biotitaugengneis zwischengeschaltet ist. Bis 519,6 *m* folgt ziemlich feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis mit einzelnen dünnen weißen Lagen (73), die z. T. sehr stark gefaltet sind und nur teilweise ausgeschieden werden konnten. Diese können bis über 10 *cm* Mächtigkeit erreichen. Bei 494,5 *m* handelt es sich um mehrere zusammen bis 2 *dm* starke solche Lagen. Der mehrere Meter über der Liegendgrenze auftretende Muskowitgranitgneis ist stellenweise stark gefaltet.

Zwischen 519,6 und 545,3 *m* wurde typischer grobkörniger Biotitaugengneis mit vereinzelt großen Feldspatäugen und einzelnen dünnen weißen Lagen durchörtert (74). Bei Stollenmeter 529 sind mehrere dünne weiße Lagen mit dünnen dunklen biotitreichen Lagen gebändert (75). An eine schmalere Zone von mehr feinkörnigem, zweiglimmerigem aber biotitarmem Granitgneis (76) mit einzelnen weißen Lagen (nur die stärkeren wurden ausgeschieden) schließt eine breitere Zone von typischem Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen an, die von einer breiteren Ruschelzone bei 589 *m* durchsetzt wird. Zwischen den beiden weißen Lagen bei 558 *m* ist der Biotitaugengneis ziemlich feinkörnig und ebenso innerhalb einer einige Dezimeter breiten Zone im Liegenden und Hangenden dieser Lagen. Der von 565 bis 577 *m* (SO-Ulme) zwischengeschaltete Muskowitgranitgneis läßt die starke Faltung der beiden Gesteine erkennen.

Bis Stollenmeter 608 reicht mehr feinkörniger, stärker gestörter, aber fester, zweiglimmeriger Granitgneis (77) mit einzelnen großen Feldspatäugen zwischen 604 und 605,6 *m* und mehreren dünnen weißen Lagen bei 603 *m*. Dem Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen ist zwischen 624,6 und 630,2 *m* feinkörniger, zweiglimmeriger, aber biotit- armer Granitgneis (78) zwischengelagert, der stärker gefaltet ist. In den nördlichen Partien der südlichen Biotitaugengneiszone treten stärkere Muskowitgranitgneislagen auf, die z. T. mit dem Biotitaugengneis verzahnt sind und nahe der Liegendgrenze dieser Zone zieht eine quarzitisches Lage (79) durch. Bei 663,4 *m* beginnt feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis (80), der vielfach stärker gestört ist. Abgesehen von einer schmaleren

Quetschzone bei 676 *m* und einer breiteren bei 722 *m*, in der auch der dort anstehende Muskowitgranitgneis stark gestört wurde (Kopfschutz von 720,8 bis 724 *m*), ist das Gestein fest. Bei 740 *m* handelt es sich um eine sehr feinkörnige, stark quarzitische Lage (81) und bei 760,8 *m* um eine dünne bis 10 *cm* starke, sehr feinkörnige, helle Lage mit reichlich Biotit (82).

Bei 762,9 *m* steht mehr feinkörniger Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen (83) an, der an seiner Südgrenze von dünnen bis stärkeren weißen Lagen, die mit ebensolchen mehr feinkörnigen dunklen Lagen wechsellagern (84), von mehr feinkörnigem Biotitaugengneis (85) und sehr stark gestörtem und zerklüftetem aber festem Muskowitgranitgneis (86) begleitet wird. Der südlich davon folgende mehr feinkörnige Biotitaugengneis (87) wird außer durch stärkere Muskowitgranitgneislagen noch durch mehrere dünne bis 5 *cm* starke ebensolche Lagen, die nicht ausgeschieden wurden, gebändert und ist auch mit dem darüberliegenden, ziemlich massigen, fast ungebankten Muskowitgranitgneis (88) verzahnt. Bei 813,6 *m* durchsetzt eine bis ein paar Zentimeter breite, mit weißem Quarz verheilte Kluft (89) die beiden Gesteine. Im Muskowitgranitgneis, dessen unterste Partien stark zerklüftet sind, tritt eine stärkere Lage von feinkörnigem zweiglimmerigem Granitgneis (90) auf. Die darüber folgenden obersten Partien des Muskowitgranitgneises sind durch einige dünne bis ein paar Dezimeter starke, mehr feinkörnige, dunkle Lagen gebändert (91).

Von 854 bis 868,5 *m* wurde ziemlich feinkörniger Biotitaugengneis (92) mit einer stärkeren Zwischenlage von Muskowitgranitgneis aufgeföhren, unterlagert von Muskowitgranitgneis mit zwei stärkeren und mehreren dünnen dunklen Lagen. Zwischen 871,6 und 889,6 *m* (SO-Ulme am First) zieht eine dünne bis 2 *dm* breite mit derbem Quarz verheilte Kluft mit einem bis über 1 *cm* starkem Gang von Magnetkies durch. Der um 882 *m* auftretende mehr feinkörnige Biotitaugengneis wird von Muskowitgranitgneis, Biotitaugengneis und ziemlich massigem Muskowitgranitgneis unterlagert, dessen Bankung nur selten erkennbar ist. Auf der Südseite des Zerüttungsstreifens bei 925 *m* ist das Gestein stärker zertrümmert (Kopfschutz von 924,4 bis 927 *m*). Hier treten innerhalb des hellen Granitgneises zwei dünne bis über 5 *cm* starke, biotitreiche, dunkle Lagen (93) auf. Sowohl die Liegend- als auch die Hangendgrenze des südlich davon anschließenden Biotitaugengneises mit einer stärkeren Zwischenlage von Muskowitgranitgneis um 964 *m* hat infolge der Faltung dieser Gesteine, deren Klüfte z. T. mit Chlorit verheilt sind, einen eigenartigen Verlauf.

Zwischen 982 und 995,8 *m* herrscht, abgesehen von zwei größeren Einschaltungen von Biotitaugengneis, mehr massiger Muskowitgranitgneis vor, der mit einzelnen meist dünnen dunklen Lagen verfaltet, z. T. sogar wirr verknetet ist (94) und der an seiner Südgrenze von teilweise stark gefaltetem Biotitaugengneis mit großen Feldspatäugen, ziemlich massigem Muskowitgranitgneis und mächtigerem Biotitaugengneis mit mehreren dünnen weißen Lagen bei 1040 *m* (SO-Ulme) begleitet wird. Bis 1189,6 *m* steht der Stollen im ziemlich massigen Muskowitgranitgneis, dessen Bankung meist nicht recht erkennbar ist. Dem daran angrenzenden mehr feinkörnigen Biotitaugengneis mit einzelnen großen Feldspatäugen sind bis 1219,3 *m*, wie Abb. 2 gut erkennen läßt, teils dünne Lagen, teils mächtigere, ganz unregelmäßig umgrenzte Partien von meist stark gefaltetem Muskowit-

granitgneis zwischengelagert, der stellenweise etwas Biotit führt (95). Bei 1228,7 *m* beginnt wenig mächtiger Muskowitgranitgneis mit einer dünnen Zwischenlage von Biotitaugengneis, unterlagert von grobkörnigem Biotitaugengneis, dessen oberste Lagen mehr feinkörnig sind. Innerhalb dieses grobkörnigen Gesteins tritt um 1286 und um 1308 *m* stark gefalteter Muskowitgranitgneis auf, der mit dunklen Lagen gebändert ist (96), während es sich zwischen 1290 und 1296, um 1313 und zwischen 1316,2 und 1333,6 *m* um Muskowitgranitgneis allein handelt. Der letztere ist deutlich gebankt und sehr fest. Bei 1342 und um 1347 *m* steckt dieses Gestein z. T. fast gangförmig im grobkörnigen Biotitaugengneis.

Bei 1357,7 *m* wird der stark gefaltete Muskowitgranitgneis nochmals von grobkörnigem Biotitaugengneis überlagert, dessen nördlichste Lagen mehr feinkörnig sind, mit zwei stärkeren Partien und mehreren dünnen, z. T. gefalteten Lagen von Muskowitgranitgneis. An den nach S anschließenden, ziemlich massigen, fast ungebankten Muskowitgranitgneis mit recht undeutlicher Schieferung und zahlreichen Klüften (97) und einer Einschaltung von Biotitaugengneis grenzt ziemlich stark gestörter, aber sehr fester, feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis (98). Dieses Gestein ist sehr arm an Biotit, abgesehen von einer 10 *m* langen Strecke zwischen 1476 und 1486 *m*. Bei 1501,7 *m* findet sich ein besonders schöner Harnisch, in dessen Hangenden der Granitgneis in einer einige Zentimeter breiten Zone in schwach grünlichen Mylonit umgewandelt wurde, dessen Farbe sich aber von der der häufig auftretenden ganz dünnen Kluftbeläge unterscheidet. Innerhalb dieses Mylonits tritt ein ganz dünner Schwefelkiesgang auf. Zwischen 1514,3 und 1518,7 *m* ziehen einzelne stark gefaltete, dünne weiße Lagen (nur eine stärkere nicht gefaltete wurde ausgeschieden) durch, daran anschließend über 1 *m* mächtiger Muskowitgranitgneis mit einer biotitreichen dunklen Zwischenlage (99). Nahe der Südgrenze des zweiglimmerigen Granitgneises tritt noch eine stark gefaltete Muskowitgranitgneislage auf.

Von 1523,8 bis 1532,5 und von 1556,7 bis 1561,4 *m* wurde sehr fester Muskowitgranitgneis durchörtert mit unregelmäßig umgrenzten Partien von zweiglimmerigem Granitgneis (100) innerhalb desselben. Zwischen diesen beiden Muskowitgranitgneiszonen steht feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis mit zahlreichen dünnen bis stärkeren, z. T. intensiv gefalteten Muskowitgranitgneislagen an (bei 1534,5 nur eine und um 1550 *m* nur wenige ausgeschieden). Dem bei 1561,4 *m* nach S anschließenden feinkörnigen zweiglimmerigen Granitgneis ist eine über 1 *m* mächtige Zone von sehr stark gefalteten dünnen bis über 1 *dm* starken Muskowitgranitgneislagen, die mit ebensolchen biotitreichen dunklen Lagen wechsellagern (101), zwischengeschaltet. Eine mächtigere Zone desselben Gesteins zieht zwischen 1576 und 1585,3 *m* durch, auf ihrer Nordseite von mehr massigem Muskowitgranitgneis begleitet.

Bei 1585,3 *m* wurde feinkörniger zweiglimmeriger Granitgneis, teils feinkörniger Augengneis (102) aufgefahren, der durch das Auftreten von Muskowit und das stärkere Zurücktreten des Biotits allmählich aus dem weiter südlich anstehenden Biotitaugengneis hervorgegangen ist (Einbau von 1604,7 bis 1608,1 *m*, da nicht ganz standfest). Innerhalb dieser Zone treten dünne (meist stark gefaltet) bis stärkere helle Granitgneislagen und vorwiegend dünne bis stärkere ebensolche Lagen auf, die mit biotitreichen,

dunklen Lagen gebändert sind (103). Um 1640 *m* traten stärkere Quellen auf. Es wurde versucht, diese Wässer mit Hilfe eines Dichtungsringes, der sich von 1631,7 bis 1646,7 *m* erstreckt, in den Berg zurückzudrängen. Die Wässer suchten sich z. T. neue Wege und drangen außerhalb des Dichtungsringes in den Stollen ein. Auf der Südseite dieses Ringes steht mehr feinkörniger Biotitaugengneis mit vereinzelt großen Feldspat-Augen mit einzelnen ganz dünnen und stärkeren, meist stark gefalteten Muskowitgranitgneislagen an. Um 1668 *m* vorherrschend Muskowitgranitgneis mit einzelnen meist dünnen dunklen Lagen (104). Bei 1664 *m* geht dieses Gestein am SO-Rande des Firsts und im obersten Teil der SO-Ulme im Streichen gegen NO in den Biotitaugengneis über.

Innerhalb des mehr feinkörnigen Biotitaugengneises treten immer wieder Zonen von hellem Granitgneis auf: Um 1670 *m* mächtigere Muskowitgranitgneislagen, die gegen die Liegend- und Hangendgrenze dünn werden und mit dünnen dunklen Lagen wechsellagern (105). Um 1680 *m* vorherrschend Muskowitgranitgneis (106). Bei 1690 *m* dünne bis starke Muskowitgranitgneislagen mit dunklen Lagen wechsellagernd, sehr stark kleingefaltet (107), bei 1693 *m* Muskowitgranitgneis, um 1697 *m* dünn- bis dickgebankter Muskowitgranitgneis mit dünnen bis 2 *cm* starken dunklen Zwischenlagen (108), um 1709 *m* massiger Muskowitgranitgneis, um 1715 *m* dünn- bis dickgebankter (± 1 *dm* bis einige Dezimeter) Muskowitgranitgneis mit dünnen Biotitaugengneislagen wechsellagernd (109), um 1722 *m* ganz dünne bis dicke Muskowitgranitgneislagen mit dünnen bis 1 *dm* starken Biotitaugengneislagen gebändert (110). Außerdem sind noch mehrere dünne bis 2 *cm* dicke weiße Lagen bei 1685 und 1694 *m* (nur je eine eingezeichnet) und dünne und stärkere solche Lagen um 1703, 1730 und 1760 *m* anzuführen.

Zwischen 1739,7 und 1782,5 *m* herrscht dünn- bis dickgebankter Muskowitgranitgneis mit dünnen und stärkeren dunklen Zwischenlagen (111) vor, der um 1760 *m* etwas gewölbeförmig aufgebogen ist, sodaß an den beiden Ulmen der darunter folgende Biotitaugengneis erscheint, der bei 1782,5 *m* muldenförmig gegen S untertaucht um bei 1804,6 *m* wieder aufzutauchen. In dem um 1800 *m* darüberliegenden Biotitaugengneis treten mehrere dünne Muskowitgranitgneislagen auf, die gegen S im Streichen in die vorwiegend aus demselben Granitgneis bestehende Masse übergehen, der um 1818 und um 1827 *m* Biotitaugengneis mit je einer dünnen Muskowitgranitgneislage zwischengelagert ist. Der Muskowitgranitgneis geht bei 1884 *m* durch Wechsellagerung mit dunklen Lagen gegen S in (vorwiegend) Biotitaugengneis über.

Bei 1829,6 *m* beginnt Muskowitgranitgneis, der mit dunklen, meist feinkörnigen Biotitaugengneislagen wechsellagert (112). Das Gestein ist meist stark, teilweise auch wirt gefaltet, aber sehr fest. An einigen Stellen findet sich auch feinkörniger weißer Aplitgneis. Meist herrschen die weißen Lagen gegenüber den dunklen vor, stellenweise überwiegen aber die dunklen gegenüber den hellen wie zwischen 1883 und 1895 und zwischen 1936 und 1946 *m*. Diese beiden Gesteine lassen sich teils wegen der häufigen Wechsellagerung, teils wegen der unregelmäßigen Faltung meist nicht recht gegeneinander abgrenzen, weshalb nur einige deutlicher hervortretende Partien ausgeschieden werden konnten, und zwar um 1840 *m* vier kleine Aplitgneisvorkommen, Biotitaugengneis bei 1836 und um 1915 *m*, vorwiegend

Biotitaugengneis (113) um 1845 und bei 1850 *m*, mehr feinkörniger, weniger typischer Biotitaugengneis um 1858 und um 1875 *m* und schließlich mehr feinkörniger Biotitaugengneis mit einigen dünnen bis einige Zentimeter dicken, weißen, stark gefalteten Lagen (nur einige eingetragen) um 1960 *m*.

Von 1985,7 bis 1993,2 *m* steht dunkler Biotitaugengneis mit einzelnen dünnen weißen Lagen (114) an, dem Muskowitgranitgneis mit einzelnen dünneren dunklen Lagen (115) zwischengeschaltet ist und der auch im Liegenden des Biotitaugengneises auftritt. Daran schließen nach S weniger stark gefaltete, miteinander wechsellagernde, einige Millimeter bis Dezimeter starke, weiße und dunkle Lagen (116) an. Zwischen 2005,7 und 2239,7 *m* handelt es sich um weniger gestörten, z. T. aber sehr stark gefalteten, mehr feinkörnigen Biotitaugengneis (92) mit zahlreichen dünnen weißen Lagen und auch mächtigere Partien von Muskowitgranitgneis allein (47) oder mit einzelnen dünnen dunklen Lagen (117). Bei den weißen Lagen handelt es sich meist um Muskowitgranitgneis, nur bei den dünneren ab und zu auch um Aplitgneis. Ab 2124 *m* treten die dünnen weißen Lagen, von denen nur ganz wenige eingezeichnet werden konnten, gegen SW stark zurück. In der Nähe der Störungen sind die Gesteine mitunter stärker verschiefert.

Von 2239,7 bis 2420 *m* wurde ziemlich typischer, mehr grobkörniger, wenig gestörter Biotitaugengneis mit einzelnen dünnen weißen Lagen und auch \pm mächtigen Einschaltungen von Muskowitgranitgneis durchörtet. Der Biotitaugengneis ist an der Grenze gegen den hellen Granitgneis um 2240 *m* stärker gefaltet und auch um 2255 *m* mit dem zwischengeschalteten Muskowitgranitgneis etwas verfaltet. Im Biotitaugengneis treten von 2306 *m* an gegen SW einzelne große Feldspatäugen auf und von 2323 *m* an finden sich vereinzelt bis über handgroße schwarze, basische Schlieren. Innerhalb dieser letzteren Strecke ist die Bankung und Schieferung ziemlich undeutlich. Die südlichste Zwischenlage von Muskowitgranitgneis bei 2419 *m* wittert etwas rostbraun an. Es macht sich hier bereits die Nähe der Felsoberfläche bemerkbar. Bei 2420 *m* beginnt Muskowitgranitgneis, dessen südliche Partien infolge ihrer oberflächennahen Lage stärker gestört, z. T. auch etwas verwittert und nicht mehr standfest sind (Einbau von 2427,3 *m* bis zum Südwestportal). Der Muskowitgranitgneis wird von jungem, lehmigem Blockmoränenschutt (118) überlagert, auf dem eckiges Blockwerk (119) liegt, das oberflächlich ganz locker gelagert ist. Eine Abgrenzung gegen den Moränenschutt war wegen des Einbaues nicht möglich. Eine Würm-Grundmoräne wurde hier nicht angetroffen.

Die Beschaffenheit der Stollen und die Lage der Gesteine

Im Stichstollen war der Amphibolit nahe der Oberfläche nicht standfest, teils infolge stärkerer tektonischer Beanspruchung, teils wegen zu geringer Überlagerung und tiefer reichender Verwitterung. Es wurde ein tieferer Einschnitt gemacht, wodurch das Stollenmundloch auf Stollenmeter 17,5 (Firstmitte) zu liegen kam. Von hier bis Stollenmeter 33 ist der Amphibolit gerade noch standfest. Bis 52,9 *m* ist der Aplitgneis und der Amphibolit trotz der starken Zerklüftung des ersteren um 49 *m* fest, während daran anschließend bis 58,9 *m* Kopfschutz erforderlich war. Die Gesteine des Stichstollens sind größtenteils stark gefaltet, aber verhältnis-

mäßig wenig stark gestört und obwohl auch Schiefergneis- und Glimmerschieferlagen auftreten, durchaus fest, so daß innerhalb der 226 *m* langen Felsstrecke 206,5 *m* ohne Einbau bzw. Kopfschutz blieben (= 91,4%).

Auch im Zugangsstollen war der Amphibolit nahe der Oberfläche nicht ganz standfest. An den 6,5 *m* langen Einschnitt anschließend ist das Gestein bis Stollenmeter 9,4 nicht genügend standfest. Zwischen 32,2 und 60,4 *m* ist der Amphibolit teils nur entlang einzelner Störungen etwas zertrümmert, z. T. aber auch grob bis fein zertrümmert. Von 110 *m* bis etwa 10 *m* südlich der Einmündung des Stichstollens sind die Gesteine recht wenig gestört und größtenteils sehr fest.

Im Hauptstollen wurde zwischen der Einmündung des Stichstollens und Stollenmeter 339,9 eine bunte Folge von Schiefergneisen, Quarziten, Glimmerschiefern, Aplitgneisen und Amphiboliten durchörtert. Nach S schließt eine mächtige Serie von Granitgneisen an, wobei es sich um dünne Lagen bis breite Zonen von Muskowitgranitgneisen, Aplitgneisen, zweiglimmerigen Granitgneisen, Biotitgranitgneisen und Biotitaugengneisen handelt, die wiederholt miteinander wechsellagern. Diese Gesteine werden von messerscharfen Verwerfungen bis ein paar Dezimeter starken Lettenklüften und noch mächtigeren, vielfach weichen Mylonitzonen durchsetzt. Fast alle in den Stollen auftretenden Mylonitzonen ergeben infolge Auswaschung oder Abbröckeln an sich ein größeres Profil. Solche Zerrüttungszonen ziehen bei 203, 246,5, 377, 389, 407, 420, 429,2 (O-Ulme), 436,2 (O-Ulme), 528,5, 589, 598,5, 676, 722, 925, 1468,3, 1523,5 (SO-Ulme), 1543, 1912, 2111,8 und 2228,9 *m* durch. Diese Zonen blieben vielfach ohne Einbau. Dagegen erforderte das Auftreten mehrerer Lettenklüfte auf engem Raum um 317, 403 und 422 *m* die Anbringung eines Kopfschutzes. Die Länge der Felsstrecke beträgt im Zugangs- und Hauptstollen zusammen 2429,6 *m*. Innerhalb dieser Strecke blieben 2365,3 *m* (= 97,4%) ohne Einbau bzw. Kopfschutz.

Wenn auch in dieser 2365,3 *m* langen Strecke einzelne schmale, nicht ganz standfeste Zonen auftraten, wie dies auch in allen übrigen Stollen der Fall war, muß die geologische Beschaffenheit des Breitspitzstollens als besonders günstig bezeichnet werden, da hier der Anteil der Strecken mit Holzeinbau bzw. Kopfschutz (nur 2,6%) außerordentlich gering war. Dazu kommt noch der Umstand, daß das Gebirge nirgends druckhaft war.

Einen ungefähren Überblick über das Verhalten der durchörterten Gesteine vermittelt auch die Art der Auskleidung des Druckstollens. Der Stichstollen wurde auf seiner ganzen Länge gepanzert. Die Panzerung reicht auch noch im Hauptstollen bis Stollenmeter 174,44. Daran anschließend Auskleidungsprofil-Type I (= Kernringauskleidung) bis 561,83 *m*. Panzerung und Kernringauskleidung waren wegen der zu geringen Felsüberlagerung des Druckstollens erforderlich. Bis 583,00 Type II (Wandstärke 15 *cm*), bis 590,00 Type III (Wandstärke 25 *cm*), bis 597,00 Type II, bis 606,00 Type III, bis 718,00 Type II, bis 726,00 Type IV (Wandstärke 30 *cm*), bis 924,00 Type II, bis 928,00 Type IV, bis 1089,849 Type II (einschließlich des 11 *m* langen Dichtungsringes), bis 1244,849 Type II b (Wandstärke 5—6 *cm*), bis 1435,68 Type II a (Wandstärke 10 *cm*), bis 1603,68 Type II, bis 1608,68 Type IV, bis 1910,849 Type II einschließlich des 14,8 *m* langen Dichtungsringes), bis 1912,849 Type III, bis 2139,849 Type II, bis 2144,849 Type III, bis 2224,849 Type II, bis 2228,849 Type III,

bis 2375,680 Type II, bis 2427,280 Type V (Panzerung und Felsverkleidung), bis 2495,680 Type VI (Panzerung und Beton mit mindestens 33 cm Wandstärke). Type V war wegen zu geringer Felsüberlagerung erforderlich und Type VI gelangte in der Schuttstrecke zur Ausführung.

Die Felsstrecke zwischen dem Südende der Kernringausbildung und dem Nordende der südlichen gepanzerten Stollenstrecke hat eine Länge von 1813,850 m. Innerhalb dieser Felsstrecke gelangte die Auskleidungsprofil-Type II auf einer Gesamtlänge von 1424,019 m = 78,5%

Type II a auf einer Gesamtlänge von 190,831 m = 10,5%

Type II b auf einer Gesamtlänge von 155,000 m = 8,5%

Type III auf einer Gesamtlänge von 27,000 m = 1,5%

Type IV auf einer Gesamtlänge von 17,000 m = 1,0%

zur Ausführung. Auch diese Zahlen verweisen sehr eindrucksvoll auf die gute Beschaffenheit der durchörterten Gesteine.

Die Lage der Gesteine kann unter Berücksichtigung der früher gemachten Einschränkungen (REITHOFER, 1951, S. 117) den Stollenaufnahmen entnommen werden. Außer der Eintragung der Gesteinsgrenzen, der Gesteinsbankung und der Verschiebungsflächen in die Stollenprofile wurde auch die Lage der Bankung (s-Flächen) und der B-Achsen, soweit es möglich war, in kürzeren Abständen mittels des Kompasses eingemessen. Das Hauptstreichen der s-Flächen verläuft N 52—91° O wobei das Einfallen mit 38 bis 57° gegen NNW erfolgt. Das um WSW—ONO pendelnde Streichen verläuft vielfach ganz spitzwinklig zu der großenteils SW—NO gerichteten Achse des Breitspitzstollens. Eine ausführlichere Beschreibung der Lage der Gesteine mit zwei Diagrammen findet sich im Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt (REITHOFER, 1954, S. 157 u. 158 und Tafel XII).

Vergleich mit den geologischen Verhältnissen ober Tag

Während die Stollenaufnahme i. M. 1:200 ausgeführt wurde, stand für die Begehung ober Tag nur eine sehr unzulängliche Karte i. M. 1:10.000 zur Verfügung. Während das Stollenprofil lückenlos ist, sind ober Tag vielfach kürzere bis längere Strecken mit Moränen- oder Gehängeschutt überdeckt oder auch durch Vegetation der Beobachtung entzogen. Dazu kommt noch, daß sich die z. T. nur geringen Unterschiede zwischen den Granitgneisen ober Tag viel schlechter feststellen lassen als im frisch gewaschenen Stollen. Die geologischen Verhältnisse im Druckstollen sind teilweise sehr kompliziert, da stellenweise intensive Verfaltungen, Verknetungen und Ausquetschungen auftreten. Zusätzlich wurden die Gesteine noch von einem dichten Netz von Bewegungsflächen durchsetzt.

Im Gegensatz zu diesen Verhältnissen ist die Lagerung der Gesteine an der Oberfläche eine viel ruhigere. Die meist dickgebankten Granitgneise fallen ziemlich gleichmäßig geneigt mit durchschnittlich etwa 35° gegen N ein, wobei gelegentlich auch eine flachere Neigung bis 26° oder eine steilere bis 46° zu beobachten ist. Soweit die Aufschlüsse erkennen lassen, herrschen ober Tag innerhalb der Granitgneiszone die zweiglimmerigen Augengneise und Biotitaugengneise gegenüber den Muskowitgranit- und Aplitgneisen bei weitem vor. Aus den hier angeführten Gründen ist es auch beim Breitspitzstollen ebenso wie bei Zavernastollen unmöglich, die im Stollen ausgeschiedenen Gesteinszonen mit den entsprechenden

Zonen auf der Oberfläche zu verbinden, obwohl die Überlagerung maximal nicht ganz 500 *m* beträgt, da verschiedene dieser Zonen gar nicht bis zur Geländeoberfläche emporreichen. Es müßte nun angenommen werden, daß die z. T. überaus komplizierten geologischen Verhältnisse des Breitspitzstollens auf der Westseite dieses Berges, auf der die Gesteinsbänke gegen W in die Luft austreichen, unterhalb und oberhalb des Stollenniveaus beobachtet werden könnten. Auf dieser Seite reicht der Gehängeschutt vom Stollenportal bis 300 *m* nördlich von Punkt 1820 bis über 1800 *m* empor. Aber auch weiter nördlich, wo die Granitgneise z. T. bis auf 1600 *m* hinab offen zutage treten, ist nichts von diesen Komplikationen zu bemerken. Da auch auf der Nordwestseite des Kresperspitz und auf der Westseite des Zaverna einfache Lagerungsverhältnisse herrschen, wird die Vermutung nahegelegt, daß die in den Stollen angetroffenen so komplizierten geologischen Verhältnisse, die so stark von denen ober Tag abweichen, nur in tieferen Teilen im Innern der Granitgneismasse auftreten und ohne den Stollenbau unbekannt geblieben wären.

Der geologische Bau der Umgebung des Breitspitzstollens wurde schon früher beschrieben (REITHOFER, 1951, S. 120).

Die geologische Vorhersage für den Druckstollen hat sich, soweit es sich um die Beschaffenheit der Gesteine, die Gesteinszonen über der Granitgneismasse und die Schuttüberdeckung handelt, als richtig erwiesen. Nur innerhalb der Granitgneismasse waren die geologischen Verhältnisse viel verwickelter als angenommen wurde, ohne daß sich dies für den Stollenbau irgendwie nachteilig erwiesen hat.

Die Wasserverhältnisse

In den Stollenprofilen sind nur die sehr deutlichen Tropfstellen und alle schwachen und stärkeren Quellen zur Darstellung gebracht. Die trockenen und feuchten Stollenstrecken erreichten im Zugangs- und Hauptstollen eine Gesamtlänge von 293,5 *m* (= 11,7% der Stollenlänge). Am bedeutendsten war die Länge der trockenen bis feuchten Strecken mit stellenweisen schwachen Tropfstellen (1781 *m* = 71,4%). Die Gesamtlänge der mittelstarken Tropfstellen betrug 275 *m* (= 11%), die der mittelstarken bis starken 19 *m* (= 0,8%), die der starken 91,2 *m* (= 3,7%) und die der sehr starken 11 *m* (= 0,4%). Außerdem sind noch sehr stark tropfende bis rinnende Strecken mit zusammen 25 *m* Länge (= 1%) zu erwähnen. Verschiedene auf engstem Raum beschränkte Tropfstellen und alle Quellen sind in der obigen Aufzählung nicht angeführt, wohl aber in den Stollenprofilen i. M. 1:400 verzeichnet.

Im Stiehstollen erreichten die trockenen bis feuchten Strecken mit ganz vereinzelt schwachen Tropfstellen eine Länge von 207 *m* (= 90%). Außerdem sind noch zwei ganz schwache Tropfstellen mit einer Länge von zusammen 4 *m* (= 1,7%) und zwei schwache Tropfstellen mit einer solchen von 19 *m* (= 8,3%) anzuführen. Die Hauptmenge des Wassers trat in diesem Stollen an der Sohle zutage.

In der beiliegenden Tabelle sind die Untersuchungen von Stollenwässern zusammengestellt, die in der Materialprüfungsanstalt der Vorkarlsruher Illwerke unter Leitung von Dipl.-Ing. G. HENTSCHEL ausgeführt wurden. Sie vermittelt einen Überblick über den Chemismus der Stollen-

Stollenmeter	Tag d. Probenahme	Härte in deutschen Grad			Sulfat-Jon SO ₄	Nitrit-Jon NO ₂	Nitrat-Jon NO ₃	Chlor-Jon Cl	Freie Kohlensäure CO ₂	pH-Wert	Prüfung mit Lackmus	Anmerkungen *)
		Karbonat	Mineral	Gesamt								
57	5. 1. 49	10,1	0,8	10,9	---	Spur vorhanden	vorhanden	---	---	---	First	
60	19. 8. 49	2,1	1,3	8,4	---	---	---	---	---	neutral	First	
60	Anfang	2,8	0,8	5,3	keine	Spur vorhanden	keine	---	6-7	---	---	
208	5. 1. 49	4,5	0,9	5,3	---	Spur vorhanden	vorhanden	keine	---	---	rechte Ulme	
227	5. 1. 49	5,3	0,2	6,2	---	Spur vorhanden	vorhanden	keine	---	---	First	
261	5. 1. 49	4,8	0,2	5,0	---	Spur vorhanden	keine	keine	---	---	linke Ulme	
261	29. 6. 49	3,6	0,3	3,9	keine	Spur vorhanden	Spur vorhanden	keine	---	---	linke Ulme	
316	5. 2. 49	---	---	---	keine	---	---	keine	---	---	First	
347	29. 6. 49	---	---	---	Spuren	---	Spur vorhanden	keine	---	---	linke Ulme	
356	5. 2. 49	3,9	1,1	5,0	Spuren	nicht vorhanden	---	keine	---	---	First	
356	29. 6. 49	---	---	---	keine	---	Spur vorhanden	keine	---	---	linke Ulme	
421	29. 6. 49	1,4	0,3	1,7	Spuren	Spur vorhanden	keine	keine	---	---	linke Ulme	
428	5. 2. 49	2,5	0,3	2,8	---	---	Spur vorhanden	keine	---	---	rechte Ulme	
435	5. 2. 49	2,0	0,2	2,2	Spuren vorhanden	---	---	keine	---	---	First	
456	5. 2. 49	2,0	0,2	2,2	keine	keine	Spur vorhanden	keine	---	---	First	
459	5. 2. 49	2,0	0,2	2,2	keine	---	---	keine	---	---	linke Ulme	
496-500	29. 6. 49	2,5	---	---	keine	---	keine	keine	6	---	linke Ulme	
500	29. 6. 49	2,2	0,6	2,8	Spuren vorhanden	---	keine	keine	---	---	linke Ulme	
502	29. 6. 49	3,2	0,7	3,9	---	Spur vorhanden	keine	keine	---	---	linke Ulme	
504	5. 2. 49	3,2	0,7	3,9	---	keine	keine	keine	---	---	---	
545	5. 2. 49	3,2	0,7	3,9	---	keine	keine	keine	---	---	---	
599	5. 2. 49	3,4	---	---	keine	---	keine	keine	6	---	linke Ulme	
719	2. 3. 50	3,4	---	---	keine	---	keine	keine	5	---	linke Ulme	
802	16. 10. 50	1,1	---	---	keine	---	keine	keine	6	---	rechte Ulme	
1000	2. 3. 50	3,6	0,2	3,4	keine	nicht vorhanden	keine	keine	---	---	rechte Ulme	
1143	10. 3. 49	3,2	---	---	wenig vorhanden	---	---	keine	5	---	rechte Ulme	
1286	16. 10. 50	0,8	---	---	Spuren vorhanden	---	---	keine	6	---	First	
1301	2. 3. 50	3,4	---	---	keine	---	keine	keine	---	---	---	
1306	10. 3. 49	3,4	0,2	3,6	wenig vorhanden	---	keine	keine	---	---	---	
1595	10. 3. 49	2,9	0,2	3,1	wenig vorhanden	keine	keine	keine	---	---	---	
1606	2. 3. 50	3,4	---	---	keine	---	---	keine	---	---	---	
1636	10. 3. 49	3,4	0,2	3,6	wenig vorhanden	nicht vorhanden	nicht vorhanden	keine	6	---	rechte Ulme	
1670	16. 10. 50	5,3	---	---	Spuren vorhanden	minimale Spuren	nicht vorhanden	keine	---	---	---	
2262	10. 3. 49	1,3	0,1	1,4	wenig vorhanden	---	---	keine	9	---	---	

*) Die Bezeichnungen linke, bzw. rechte Ulme beziehen sich auf die Fließrichtung im Stollen.

wässer, soweit dies für die Zwecke der Bauleitung von Interesse war. Die untersuchten Wässer sind größtenteils sehr weich. Von den 29 untersuchten Wässern waren nur 5 härter als in den benachbarten Stollen. Die härtesten Wässer im Berglerstollen hatten eine Karbonathärte von 2,80 deutschen Graden, die im Predigstollen von 3,92 und die im Zavernastollen eine solche von 3,80. Die Wässer bei Stollenmeter 57, 208 und 227 treten aus dem Amphibolit in den Stollen, die bei 261 *m* aus dem Schiefergneis mit Amphibolitzwischenlagen und die bei 1670 *m* kommen aus dem Muskowitgranit- und Biotitaugengneis.

Literatur

REITHOFER, O.: Geologische Beschreibung des Druckstollens Vallula-Vermunt (Zaverna-Stollen). Jb. Geol. B.-A., 1949—1951, 94, Wien 1951.

REITHOFER, O.: Über Flächen- und Achsengefüge in den Triebwasserstollen der Silvrettagruppe. Jb. Geol. B.-A., 97, Wien 1954.

REITHOFER, O.: Der Berglerstollen am Westrande des Unterengadiner Fensters (Paznaun). Jb. Geol. B.-A., 98, Wien 1955.

REITHOFER, O.: Geologische Beschreibung des Predigstollens (Paznaun, Tirol). Mitt. Geol. Ges. Wien (Klebensberg-Festschrift), 48, 1955, Wien 1957.

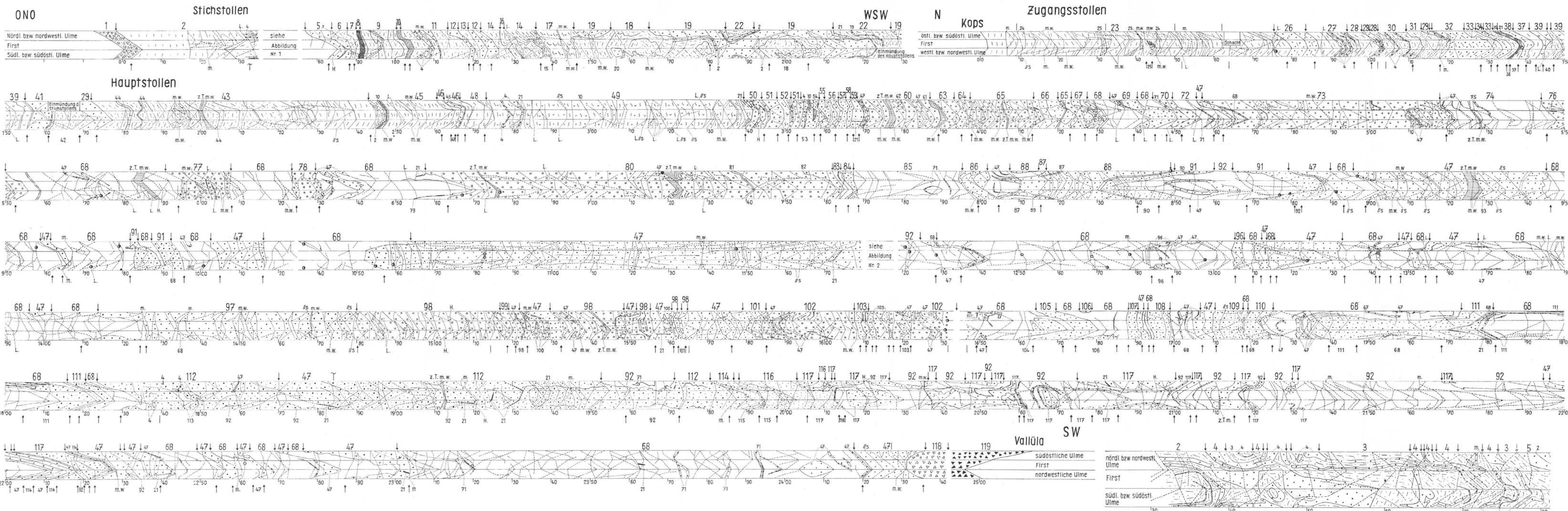


Abbildung Nr. 2

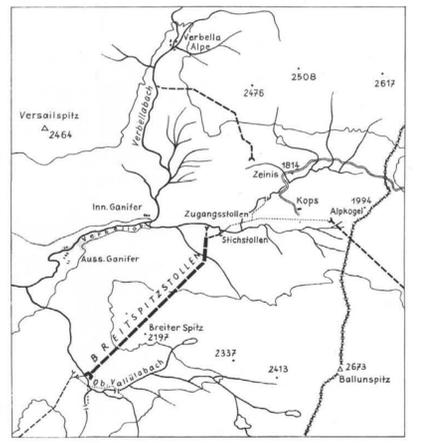
Legende:

- Schiefergneis
- Schiefergneis mit Glimmerschieferlagen
- Schiefergneis mit Amphibolitlagen
- Quarzit und derber Quarz
- Quarzit mit Aplitgneis- und Amphibolitlagen
- dünne Quarzitlagen schmale Quarzgänge
- Glimmerschiefer
- Muskowitgranitgneis, Aplitgneis
- dünne Muskowitgranitgneis- und Aplitgneislagen
- Muskowitgranitgneis- oder Aplitgneislagen (vorherrschend) mit biotitführenden Granitgneislagen wechsellagernd
- Muskowitgranitgneis- oder Aplitgneislagen (vorherrschend) mit Amphibolitlagen wechsellagernd
- zweiglimmeriger Granitgneis
- zweiglimmeriger Granitgneis (vorherrschend) mit Muskowitgranitgneis- oder Aplitgneislagen wechsellagernd

- dünne biotitreiche Granitgneislagen
- Biotitaugengneis
- Biotitaugengneis (vorherrschend) mit Muskowitgranitgneis- oder Aplitgneislagen wechsellagernd
- Amphibolit
- Amphibolit (vorherrschend) mit Muskowitgranitgneis- oder Aplitgneislagen wechsellagernd
- Würm-Grundmoräne
- Moränenschutt der Schlußvereisung
- Bergsturzschutt
- Gesteinsgrenzen, Bankung der Gesteine
- Bewegungsflächen
- tektonisch stark beanspruchte Gesteinspartien
- Tropfstellen schwache Quellen stärkere Quellen
- scharfe Gesteinsgrenzen
- mit Übergang Gesteinsgrenzen
- Grenzen einer bestimmten Gesteinsbeschaffenheit
- //s = parallel zur Bankung oder Schieferung
- L = Lettenklüfte, Schmierlassen
- m = mylonitisch
- w = weich

Abbildung Nr. 1

Lageplan des Breitspitzstollens (Ausschnitt aus Sektion 5244/1 u. 2)



BREITSPITZSTOLLEN

GEOLOGISCHE STOLLENAUFNAHME von O. REITHOFER 1958