

# Geologische Beobachtungen beim Bau des Wasserkraftwerkes bei Mallnitz (Kärnten).

Von Wilhelm Hammer.

(Mit 2 Tafeln [Nr. II u. III] und 12 Textfiguren.)

Das seit dem Jahr 1920 im Bau befindliche Wasserkraftwerk der Österreichischen Bundesbahnen im Mallnitztal nützt die Gefällsstufe zwischen Lassach und Obervellach aus. Es entnimmt das Wasser dem Mallnitzbach unterhalb der Einmündung des Dössenbachs in 1003 *m* Höhe und leitet es durch einen Freispiegelstollen von 2570 *m* Länge an der linken Talseite zu dem zirka 500 *m* westlich der Station Obervellach in 992.6 *m* Sohlenhöhe gelegenen Wasserschloß. Der Stollen dringt zuerst 167 *m* ins Gebirge ein und zieht dann 1271 *m* in der Richtung N 18° O parallel mit dem Talhang in geringer Tiefe bis Haslach, wo ein Fensterstollen von 92 *m* Länge die Bauführung erleichterte. Von hier wendet er sich nach N 20° W und durchfährt, tiefer in den Berg eindringend, die Bergkante zwischen dem Mallnitztal und dem Mölltal bis zum Wasserschloß. Eine offen verlegte Druckrohrleitung führt das Wasser dem am Rand der Talsohle des Mölltals in 677 *m* Höhe gelegenen Krafthaus in Reiflach (1 *km* nordwestlich von der Ortschaft Obervellach) zu. Das ausgenutzte Gefälle beträgt 320 *m*, das Einzugsgebiet 112 *km*<sup>2</sup> mit einem ausnutzbaren Jahresabfluß von 91 Millionen Kubikmeter.

Die Kraftanlage ist für vier Maschineneinheiten von je 5000 PS. geplant, von denen zunächst zwei zur Aufstellung kommen.

Die Bundesbauleitung lag zuerst in den Händen von Oberbaurat Schießel und führt gegenwärtig Oberkommissär Ing. Rainer, die Ausführung des Baues ist den Bauunternehmungen Mayreder, Kraus & Comp. in Wien und Holenia & Comp. in Villach übertragen.

Über Plan und Fortgang des Baues liegen mehrere Berichte von Sektionschef Dittes in der Zeitschrift des Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien 1922, 1923, 1926, vor.

Im nachfolgenden soll über geologische Beobachtungen während des Baues berichtet werden. Die ersten geologischen Gutachten waren von Oberbergrat Dr. O. Ampferer 1919 und 1920 erstattet worden. Vom Beginn des Baues an war der Verfasser dieses Berichtes von der Direktion für die Elektrisierung der Bundesbahnen mit der ständigen Beobachtung und Beratung der geologischen Verhältnisse betraut. Ing. Hubert Hein führte das geologische Protokoll beim Stollenbau und zeichnete das Stollenprofil im Maßstab 1:200. Seinen sorgfältigen und genauen Beobachtungen und Messungen ist das beiliegende Profil

(Tafel II) zu verdanken, das ein stark verkleinertes Abbild des Originalprofils ist, sowie eine reichhaltige Sammlung von Gesteinsmustern aus dem Stollen.

Den Mitgliedern der Bundesbauleitung sowie den Vertretern der Baufirmen bin ich sehr zu Dank verbunden für das Entgegenkommen, das sie den geologischen Untersuchungen stets entgegenbrachten.

Die Drucklegung des Profils in der vorliegenden Form wurde ermöglicht durch eine namhafte Subvention der Direktion für Elektrisierung der Bundesbahnen und durch Kostenbeiträge der beiden Bauunternehmungen, wofür ich gern auch hier Herrn Sektionschef Ing. Dittes und Herrn Ministerialrat Ing. Schnürer sowie den Baufirmen Mayreder, Kraus & Comp. und Holenia & Comp. meinen Dank zum Ausdruck bringe.

Der Stollen verläuft bis Haslach sehr nahe der Tauernbahn und parallel zu dieser, so daß für diese Strecke die Bahnaufschlüsse bereits ein gutes Profil geben; der zweite Teil des Stollens geht sehr flach zum Streichen der Schichten. Ließ demnach die Lage des Stollens keine besonderen Entdeckungen gegenüber dem obertägigen Befund erwarten, so stellt das Stollenprofil doch durch die lückenlose Vollständigkeit der Schichtenreihe und durch die Frische des Materials einen Fortschritt jenem gegenüber dar.

Die geologischen Beobachtungen beschränkten sich aber nicht auf den engeren Baubereich, sondern wurden über den ganzen Talbereich zwischen Mallnitz und Obervellach bis zu den beiderseitigen Kämmen — Lonzakamm, Sickerköpfe, Törkopf—Maresenspitze — ausgedehnt, wovon die beigegegebene Kartenskizze (Tafel II) und die Profile ein Bild geben.

### Stratigraphische und tektonische Übersicht.

Das bearbeitete Gebiet stellt einen engumgrenzten Ausschnitt aus dem zwischen die Zentralgneiskerne der Hochalm Spitze und des Sonnblicks eingeklemmten Schieferhüllenzuge dar, dem das Mallnitztal vom Niederen Tauern bis Obervellach folgt.

Dieser Bereich reicht nicht aus, um weitgehende Schlüsse über Schichtenfolge und Bauplan in den östlichen Hohen Tauern abzuleiten. Als Grundlage für das Studium des Mallnitzer Schieferzuges wurden deshalb die über größere Gebiete ausgedehnten Untersuchungen von Becke, Berwerth, Kober, Stark und Winkler<sup>1)</sup> herangezogen und die im Mallnitztal gewonnenen Beobachtungen daran angeschlossen. Eine wesentliche Förderung bot mir der Einblick in die von den Herren Becke, Berwerth und Stark von diesem Gebiete im Auftrage der

1) Becke, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, 1906, S. 1695, 1908, 1909.

Berwerth, Akademischer Anzeiger, 1896, 1897, 1898.

Kober, Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, 1922, S. 201; Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1923, S. 154.

Stark, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, 1912, S. 195.

Winkler, Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, 1923, S. 89; Jahrbuch 1926, S. 245.

Akademie der Wissenschaften in Wien aufgenommene Manuskriptkarte, wofür ich Herrn Hofrat Professor Dr. Fr. Becke sehr zu Dank verpflichtet bin.

Becke und Stark haben, ausgehend von den Verhältnissen an der Nordseite der Sonnblickgruppe und im Gasteiner Tal, die Schieferhülle folgendermaßen gegliedert:

untere Abteilung:

- a) untere lichte Glimmerschiefer (mit Granat, mit Porphyroblasten von Albit) und Quarzite,
- b) Marmor und Begleitgesteine (Angertalmarmor),
- c) obere dunkle, kohlenstoffreiche Glimmerschiefer mit geringer Beimengung von Kalzit (Riffelschiefer);

obere Abteilung: Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer, einzelne Marmorlager, Quarzite.

Nach Stark schieben sich Quarzite (Karbonatquarzite) hauptsächlich zwischen Riffelschiefer und Kalkglimmerschiefer ein, verbunden mit Gneisen (Paragneisen) und stellenweise mit brecciösem Dolomit und Kalk.

Nach Winkler beginnt die untere Abteilung über dem Gneis mit dunklen, braun verwitternden Glimmerschiefern, die in ihren höheren Lagen biotitreiche (Fuchsit führende) Paragneise einschließen. Darüber folgen die hellen Granatglimmerschiefer.

Auf die in den anderen Teilen des Tauerngebietes darüber folgenden Arier Kalkphyllite Starks und höheren Serien braucht hier nicht eingegangen zu werden.

Alle obigen Schichtengruppen werden im Mallnitztal angetroffen, wie denn auch das Profil Mallnitz—Lonza schon von Becke und Stark als Beispiel für jene Reihenfolge angeführt wird. Die Schichten am nordöstlichen Seitenkamm der Lonza (Stolpenköpfl—Winklerpalfen, weiterhin als Lonza-Nordprofil bezeichnet) lassen sich dem Streichen folgend gegen NW unmittelbar mit den maßgebenden Profilen im Naßfeldgebiet in Verbindung bringen, wobei allerdings schon einzelne Änderungen in der Ausbildung der Schichten eintreten. Wesentliche Verschiedenheiten ergaben sich auf tektonischem Wege im Südflügel der Syncline.

Bei der Verfolgung gegen SO treten Änderungen im Gesteinsbestand durch die starke Entfaltung der Quarzite und durch das Auftreten eines Augengneisbandes ein, worauf unten noch näher eingegangen wird.

Die Annahme eines synklinalen Baues der Schieferzone zwischen Hochalm- und Sonnblickmasse gründet sich auf die Beobachtung deutlicher Muldenumbiegung an der Nordseite der Sonnblickgruppe, wie sie Stark im Profil des Murauer Kopfs, Winkler in jenem des Scharecks und Kleinen Sonnblicks gezeichnet haben, und auf die Wiederholung der Schichten in umgekehrter Folge. Letztere ist allerdings schon in den genannten Profilen eine unvollständige oder stark einseitig ausgebildete.

Im Mallnitztal ist eine entsprechende Umbiegung in der Muldentiefe nirgends zu sehen. Wir haben es mit Ausnahme des Gegengefalles der Schichten bei Obervellach (siehe unten) durchwegs mit isoklinalen

Schichtenreihen zu tun, und die Verteilung der Schichtengruppen, ihre Wiederkehr weicht so weit von jener im Murauerkopf-Profil ab, daß es schwer hält, die Muldenform hier wiederzufinden.

Stark hat bereits schon erkannt, daß es sich nicht um eine einfache Mulde handelt, sondern um eine sehr verwickelte Verfaltung.

Da deutliche Faltelemente von entsprechender Größe nicht anzutreffen sind, möchte ich die Bauform weniger auf Faltung als auf Schuppenbildung unter Parallelschichtung an Gleitflächen zurückführen. Es kann die erste Anlage des Baues auf synklinalen Fallteilen beruhen, welche entweder schon im späteren Verlauf ihres Entstehungsvorgangs in Schuppen zerlegt, in Blätter ausgewalzt und zerrissen wurden, oder die ursprünglichen Falten wurden erst in einer späteren Bewegungsphase zerteilt und in Schuppen geschichtet. Nach der tektonischen Ableitung, die Winkler für das Somblickgebiet gibt, wäre eher das erstere anzunehmen, da er die Bildung der Mallnitzmulde, die Überfaltungen und Verschuppungen in derselben in die gleiche tektonische Phase stellt.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Gefüges in den Gesteinen des Mallnitztals erkennt man eine ältere, erste Kristallisation, die oft von Zeichen gleichzeitiger Bewegung begleitet ist, ferner eine zweite Phase, in welcher Chloritisierung der Biotite, Verglimmerung von Feldspäten erfolgt. Man beobachtet aber dann noch die Umdrehung der in der ersten Phase gebildeten Albite mit Reliktstruktur unter Absatz von Quarzschwänzen und Kalkspatausscheidung in den Augenwinkeln der Albite, Tektonisierung von Augengneisen und teilweise Rekrystallisation von Myloniten, bei denen es fraglich ist, ob sie noch der zweiten Phase zugeordnet werden können.

Die intensive kataklastische Deformation der südlichen Randzone (siehe unten) und die zahlreichen Mylonit- und Quetschzonen in der Schieferhülle und auch im Somblickgneis zeigen eine spätere, örtlich begrenzte Neubelebung der Bewegungen an, die vielleicht mit der Ausbildung der tektonischen Konkordanz der Schichtenglieder in der Mallnitzer Syncline in Zusammenhang stehen. Eine analoge spätere tektonische Phase nimmt Kölbl<sup>1)</sup> für den Granatspitzkern an.

Randzone und Mylonitzonen werden dann noch von jüngeren Querklüften und Scherflächen durchschnitten.

Nimmt man obige Schichtenfolge als Grundlage an und geht von der Mulde am Murauer Kopf aus, so müßte man für das Mallnitzer Gebiet wenigstens zwei Synklinen annehmen: die eine, welche die streichende Fortsetzung jener Mulde bildet und entlang der Nordseite des Lonzakammes zur Station Obervellach zieht, und eine zweite nordöstlich davon, deren Kern durch die Grünschiefer und Kalkglimmerschiefer der Sickerköpfe und des Törlkopf-Auernig-Kammes gebildet wird.

Die muldenförmige Lagerung, wie sie Stark für den Törlkopfkamm zeichnet, kann ich allerdings nicht bestätigen: soweit meine Beobachtungen reichen, fällt auch hier die ganze Schichtenfolge gleichsinnig gegen SW, bzw. W ab; die Drehung des Streichens an der Nordseite des Törlkopfkammes genügt für einen Nachweis der Muldenform nicht, da sie ebensowohl als Anpassung der Schiefer an die benachbarte

1) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, 133. Bd., 1924, S. 319.

Abwölbung des Zentralgneises im Seebachtal betrachtet werden kann. Das Bestehen einer Synklinalität kann nur aus dem Auftreten von Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer als oberstem Schichtenglied und ihrer beiderseitigen Umgebung mit hellen Glimmerschiefern geschlossen werden.

Der nordöstliche Muldenzug, dessen Grünschiefer am Törkopfnordgehänge enden, setzt sich mit seinen Glimmerschiefern über das Seebachtal zum Eingang des Tauernals fort und tritt so in Verbindung mit den die Gamskarlzentralgneismasse umgrenzenden Schieferzungen.

Die beiden Muldenzüge — soweit man von solchen sprechen kann — grenzen nicht mit parallelem Schichtenverlauf aneinander, sondern sind gegeneinander abgeschragt, ähnlich wie auch bei einzelnen Schichtenstufen selbst ein Anschwellen und Auskeilen zu bemerken ist, so daß im ganzen eine flaserig-linsige Struktur entsteht, wie sie der starken Durchbewegung und Parallelschichtung entspricht.

Das Nordprofil der Lonza beginnt am Winklerpalfen (ober Villa Mojsisovics) bei Mallnitz mit grobkörnigem Zentralgneis, der z. T. kleine Feldspatauge enthält und NO streicht bei nahezu seigerer (etwas gegen NW einfallender) Aufrichtung. Der südlich angrenzende Granatphyllit streicht dagegen OW; im Grenzbereich beider wechselt das Streichen mehrfach unter Einschaltung schmaler Gneislagen im Glimmerschiefer. Eine untergeordnete örtliche Störung hat den Gneis hier quer zum herrschenden NW-Streichen umgestellt.

Jenseits des Mallnitztals habe ich keine Fortsetzung dieses NO streichenden Granitgneises gefunden; am Gehänge östlich der Ortschaft steht Granatglimmerschiefer an, der NW streicht und steil SW abfällt. Dann fehlen ein längeres Stück talaufwärts am Gehänge Aufschlüsse von anstehendem Gestein; gegenüber dem Tunnelleingang, südlich von Angermann, stehen Muskovitgranatglimmerschiefer an (einzelne Lagen auch Biotit führend) mit O-W Streichen und Südfallen. Die gleichen Schiefer stehen auch im Graben südlich der Lubitzalm an, hier NW streichend; ebenso östlich der Lubitzalm und an der Ausmündung des Weißenbachs (hier wieder mehr O—W streichend). Nördlich des Weißenbachs beginnt dann die basische Randfazies des Zentralgneises, welche über Schönberg zur Maresenspitze sich fortsetzt. Das Durchstreichen der Randfazies von der Maresenspitze quer über das Seebachtal zur Hannoverschen Hütte läßt eine Fortsetzung des Zentralgneises unter den Alluvionen des Seebachtals bis zum Winklerpalfen unwahrscheinlich erscheinen, an den beiden Talflanken aber habe ich ihn auf dieser Strecke nicht anstehend angetroffen — entgegen der Angabe Kobers —, denn auch an dem rechten Talhang stehen beim Tunnelportal Glimmerschiefer wie auf der gegenüberliegenden Flanke an, hier reicher an Biotit und nahezu N—S streichend bei sehr steilem Westfallen, und bilden weiterhin die Talflanke bis zum Eingang ins Mallnitzer Tauernal.

Eine Störung, welche zu der Dislokation des Gneises am Winklerpalfen parallel verläuft, ist südlich davon in der großen Abrutschnische über Obernig aufgeschlossen. Es treten hier in dem sonst NNW streichenden Glimmerschiefer gneisige Bänke mit NO-Streichen auf, welche von NNW streichenden Klüften durchschnitten werden.

Die unteren Glimmerschiefer ober dem Winklerpalfen (helle, silbergraue oder lichtgrünliche Granatglimmerschiefer, auch Staurolith führend; die braunen, dunklen Glimmerschiefer, welche auf Winklers Profilen die unterste Abteilung bilden, fehlen hier), setzen sich, rasch an Mächtigkeit abnehmend, durchs Gehänge bis Lassach fort. Am Bergfuß südlich Obernig stehen sie bereits im Kontakt mit Grünschiefer, welche den Westrand der unvermittelt zu großer Mächtigkeit anschwellenden Grün-

schiefermasse des Törlkopfes bilden. Sie streichen auch wie diese NNW mit sehr steilem Einfallen gegen W und werden von stark kalkhaltigen Glimmerschiefern begleitet.

Die hellen Glimmerschiefer sind auch an der linken Talseite des Mallnitztals im Stollen und an der Bahnstrecke (beim Wächterhaus XXI) zu sehen, keilen aber dann am Berghang zwischen mächtigen Quarziten im SO und Kalkglimmerschiefer im NO aus. Im NO breiten sich die Kalkglimmerschiefer und Grünschiefer weithin aus, im SW streichen die höheren Glieder des Lonzaprofiles in stark wechselnder Entfaltung durch. Der Verlauf der einzelnen Schichtenfasern ist aus der beigegebenen Kartenskizze (Tafel II) zu ersehen.

Das beständigste Element des Profils ist der Kalkglimmerschiefer mit seinen Marmorlagern, der vom Stolpenköpfl (Punkt 2314) an dem Lonzarücken an seinen obersten Nordhängen folgt, südlich Haslach das Tal übersetzt und vom südlichen Teil des Stollens (siehe unten) und von der Bahnstrecke nördlich vom Wächterhaus XXII geschnitten wird. Der Marmor ist bei Haslach in einem aufgelassenen kleinen Steinbruch und ebenso an der Bahnstrecke bei *km* 50·0—50·1 zu sehen.

Von Marmor begleitet, erreichen sie weiterhin die Bahnstation Oberveillach. Am Westende der Bahnhofanlage ist am Berghang ein kleines Vorkommen von Antigoritserpentin angeschnitten worden. Die Kalkglimmerschiefer setzen sich über den Kapponiggraben gegen SO fort.

Bemerkenswert für diesen Teil der Mallnitzmulde ist das starke Anschwellen der Quarzite und die Einschaltung von Augengneis. Letzterer wurde am Nordrücken des Stolpenköpfls angetroffen und an den Nordhängen des Reckabühels gegen den Rogelgraben, er steht auch bei Haslach und an der Bahnstrecke an und wurde vom Stollen durchfahren (siehe unten).

Mit der Annäherung an den Sonnblickgneis steigert sich die Unregelmäßigkeit und der rasche Wechsel der Gesteinsfolge, welche kaum mehr als Gegenflügel zu den unteren Teilen des Lonzaprofiles bezeichnet werden kann. Quarzite, dunkle Phyllite, Kalkglimmerschiefer mit Marmorlagern und Grünschiefer (Albitchloritschiefer) wechseln hier miteinander; die hellen Glimmerschiefer fehlen. Im Gehänge westlich Groppenstein bei Wolligen grenzt Grünschiefer an den Sonnblickgneis.

Der Sonnblickgneis nimmt von Wolligen bis Groppenstein an Mächtigkeit stark ab, schwillt im Gehänge über Reiflach wieder bedeutend an und verschmälert sich schließlich wieder im Kapponiggraben sehr beträchtlich. Dieser Wechsel der Mächtigkeit ist auf tektonische Ursachen zurückzuführen. Der nördliche Grenzbereich des Gneises zeigt alle Anzeichen heftiger tektonischer Bewegungen, was besonders beim Bau des Wasserschlosses und der letzten Stollenstrecke in unangenehmer Weise zur Geltung kam in Gestalt von Myloniten und Gleitflächen mit Verruschelungszonen. Der nördlichste Gneisbereich, der an der Bergkante zwischen Mallnitz- und Mölltal in ungefähr 1000 *m* Seehöhe ansteht, scheint eine abgetrennte Scholle zu sein, wie unten näher ausgeführt wird. An der Abschrägung des Gneisrandes gegen den Kapponiggraben schneiden die im untersten Teil des Grabens aufgeschlossenen Marmorzüge und ihre Begleitgesteine ab; die Quarzit-Phyllit-Folge des Wasserschloßhangs streicht erst weiter talaufwärts über den Kapponigbach.

Die Schichten der Mallnitzmulde fallen im Bereich des Mallnitztals überall gegen SW ein, die „Mulde“ ist vollständig überkippt. Nur am Südrand, bei Obervellach, tritt eine Abweichung von dieser Regel ein: In der Mallnitzschlucht bei Groppenstein geht das steile Südfallen über in ein Einfallen gegen NO, und dieses herrscht in der ganzen Gneismasse zwischen Mallnitzschlucht und Kapponiggraben. Ebenso fallen die Schichten im Liegenden des Gneises bei Reiflach und die Phyllite und Kalkglimmerschieferzüge im Hangenden des Gneises. Bei dem Wächterhaus XXII an der Bahnstrecke wechselt das Einfallen, ebenso zeigen die letzten 400 Meter am Südende des Stollens Nordostfallen. Der Neigungswinkel der nordfallenden Schichten ist ein sehr großer. Auch die bei Söbriach anstehenden Phyllitgneise des Altkristallins zeigen steiles NNO-Verflachen.

Da\* das Nordfallen gerade da eintritt, wo der Gneis zu größerer Mächtigkeit anschwillt und die abgetrennte Gneisscholle eingeschaltet ist, gewinnt es den Anschein, daß es sich bei dem nordfallenden Bereich mehr um eine örtlich begrenzte Umkipfung der Schichten infolge des Andrängens der Gneisanschwellung handelt als um das Sichöffnen einer Synklina, wie denn auch westlich der Mallnitzschlucht das Nordostfallen wieder verschwindet und alle Schichten einschließlich des Gneises sehr steil gegen SW einfallen. Es verläuft auch die Achse der scheinbaren Synklina nicht parallel mit dem Streichen der Schichtenzüge.

### Klüftung.

Die Aufschließungen im Stollen und beim Wasserschloß haben gezeigt, daß der ganze Mallnitzer Schieferzug nach Abschluß der großen tektonischen Bewegungen von sehr zahlreichen Klüften durchrissen wurde, die an den natürlichen Aufschlüssen der Oberfläche nicht so deutlich hervortreten.

Die sorgfältige Einmessung der Klüfte im Stollen durch Ing. Hein ermöglicht es, ihre Richtung genauer zu verfolgen. Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ordnen sie sich größtenteils in zwei Hauptrichtungen ein: die einen verlaufen im Streichen der Schichten und meistens auch gleichgeneigt mit ihrem Einfallen, sind also Verschiebungen entlang der Schieferung. Es kommen aber auch streichende Klüfte vor, deren Einfallen die Schichtenflächen in wechselndem Winkel schneidet. Nicht selten sind die streichenden Klüfte zu dicken Mylonitlagern verbreitert. Eine zweite Anreicherung der Kluftrichtungen liegt zwischen N 30—50° O, also annäherungsweise senkrecht zum Streichen. Diese beobachtet man am häufigsten im nördlichen Stollenteil (zwischen *m* 180—1400) sowie im Fensterstollen. Schließlich heben sich als eine dritte Gruppe noch N—S gerichtete Klüfte heraus, sie treten besonders im südlichsten Teil des Stollens auf.

Das Einfallen ist bei allen Klüften ein steiles: 60—90°. (Im Stollenprofil erscheinen ihre Fallwinkel an der Ulme stellenweise flach infolge des spitzen Schnittwinkels zwischen Stollenrichtung und Kluftrichtung.)

Vergleicht man die Kluftrichtungen mit jenen, welche aus den Goldbergbauern der Tauern bekannt sind,<sup>1)</sup> so ergibt sich, daß die streichenden

<sup>1)</sup> Michel, Die goldführenden Erze des Siglitz-Erzwieser Gangzuges in den Hohen Tauern. Tschermaks Mineralogische Mitteilungen, neue Folge, 38. Bd., 1925.

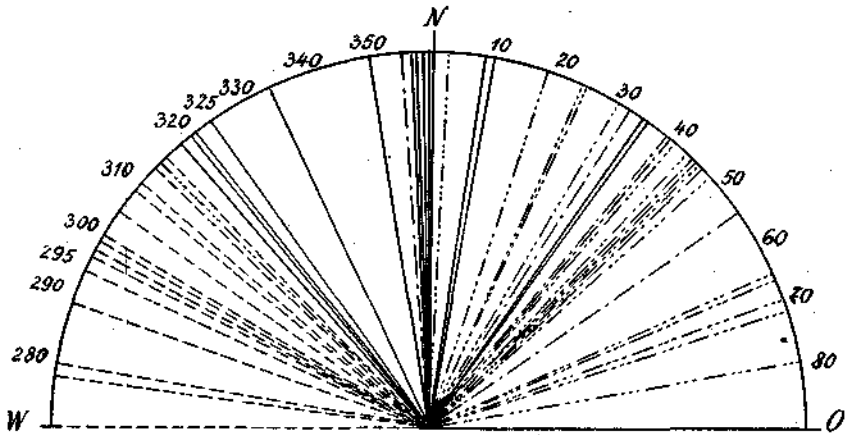
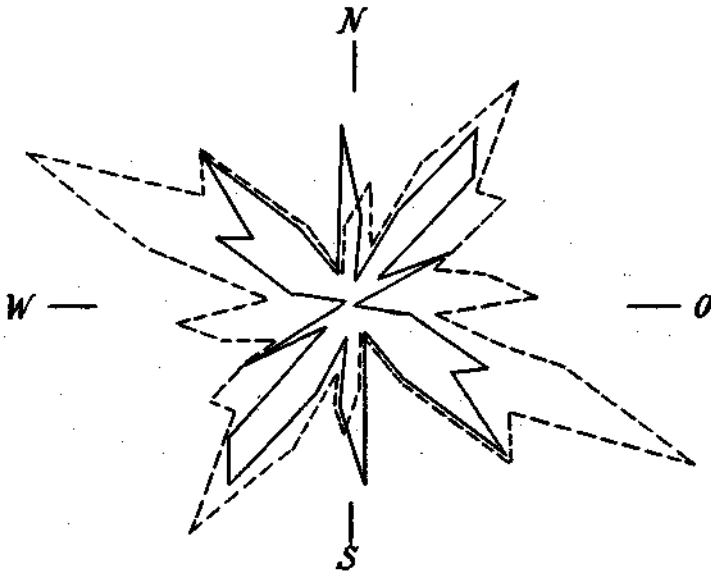


Fig. 1. Klüftrichtungen im Stollen.

gestrichelt: Klüfte im Streichen der Schichten oder nahe demselben.  
 Strich - Punkt - Strich: Querklüfte im Stollen. II (nr 167 - 1498).  
 Strich-3 Punkte-Strich: " " " III (nr 1498 - 1951).  
 volle Linie: " " " IV (nr 1951 - 2676).



— Klüfte im Mallnitzstollen  
 - - - Klüfte im Reißbeckgebiet nach Stiny

Fig. 2. Vergleich der Klüftlagen im Mallnitzstollen und im Reißbeckgebiet.



Klüfte mit den „Neuern“ gleiche Einstellung haben, die Querklüfte sich in ihrer durchschnittlichen Richtung den Golderzgängen (N 25° O) und mehr noch den Gasteiner Thermenspalten (N 15—45° O) nähern und die Nord-Südklüfte gleichlaufen wie die jüngsten Verwürfe im Gasteiner Gebiet („Fäule“, Tauertunnelverwurf).

Zur Feststellung der gegenseitigen Altersfolge der Klüfte ergab der Stollen wenig deutliche Hinweise, doch scheint in dieser Hinsicht nicht immer Übereinstimmung mit der in den Bergbauen aufgestellten Reihenfolge zu bestehen. So werden z. B. bei *m* 2337—2357 zwei meridional verlaufende Klüfte abgeschnitten von einer NW (im spitzen Winkel zum Streichen) ziehenden Kluft. Dagegen werden bei *m* 1580—1590 streichende Klüfte abgeschnitten von Klüften der Nordostgruppe. Durch Neubelebung älterer Klüfte kann auch eine Täuschung über die ursprüngliche Altersbeziehung entstehen.

Nahe östlich des hier behandelten Gebietes hat J. Stiny<sup>1)</sup> die Gesteinsklüftung im Bereich des Großen Reißecks gemessen. Die Hauptklüftungsrichtungen sind auch hier annähernd die gleichen wie im Mallnitzstollen (Fig. 2). Es bestehen zwei Hauptrichtungen: N 20—60° O (am meisten N 30—40° O) und 310—340°, letztere Gruppe ist um ungefähr 15° gegen NNW verschoben im Vergleich mit den „Neuern“; auch eine kleine Gruppe meridionaler Klüfte tritt gesondert hervor. Der Neigungswinkel der Klüfte ist auch in der Reißeckgruppe ein sehr steiler (60—90°). Stiny verweist auf die Richtungsgleichheit der NW-SO-Klüfte mit benachbarten Störungslinien (Maltalinie, Afritzer Linie, Gitschbruch). Die im Reißeckgebiet beobachtete O-W-Kluftcharakter kommt im Mallnitztal nicht zur Geltung.

### Gesteinsgruppen im Stollenprofil und deren obertägige Fortsetzung.

Bei der Beschreibung der im Stollen aufgefahrenen Gesteine können diese in ein paar größere Gruppen zusammengefaßt werden, welche den bei der Aufnahme des Geländes beobachteten Gruppierungen entsprechen. Die einzelnen Gesteinszüge zeigen verschiedene kleinere Schwankungen im Gesteinscharakter, außerdem wird eine strenge Scheidung der Schichtenfolge auch durch tektonische Wiederholungen manchenorts verhindert.

(Über die am Stolleneingang erschlossenen quartären Bildungen siehe weiter unten.)

#### 1. Nördliche Kalkglimmerschiefer- und Kalkphyllitzone.

Kalkglimmerschiefer und Kalkphyllit nehmen den größten Teil des Stollenprofils ein; sie treten, von kürzeren Zwischenlagerungen abgesehen, hauptsächlich in zwei breiten, geschlossenen Zügen auf: die eine, nördliche, vom Beginn der Grundgebirge bei *m* 109—1040, eine zweite, südliche, zwischen *m* 1970—2300.

Kalkglimmerschiefer und Kalkphyllit sind so eng miteinander durch Übergänge verbunden, daß sie zu einer Gruppe zusammengefaßt werden können. Es wechseln glimmerreiche Lagen von phyllitischer Tracht mit

<sup>1)</sup> Zeitschrift für Geomorphologie, Bd. I, S. 254 u. ff.

glimmerärmeren, in welchen der Glimmer nur belagweise die Kalklagen überzieht; die im frisch gebrochenen Material dunkelgrauen Kalkglimmerschiefer sind reichlich von weißen Kalkspatadern durchzogen. Als Glimmer herrscht streckenweise der Biotit vor gegenüber dem allgemein verbreiteten Muskovit, und es kommt dann auch zur Entwicklung von Biotitschiefer, in denen der Kalzitgehalt stark zurücktritt. Ein solcher aus dem Stollenanfang zeigt unter dem Mikroskop Körnerfasern von Quarz, von Kalzit und weich gebogene Glimmerzüge, welche dicht durchstäubt sind mit Erz (Schwefelkies). Auch Plagioklas tritt in ihnen in kleinen Linsen auf. Andere Proben von Kalkglimmerschiefer zeigen im Dünnschliff nur Kalzit und Muskovit mit wenigen verstreuten Quarzkörnern; fast immer ist Pyrit enthalten. Die Kristallisation von Kalzit, Quarz und auch der Glimmer erscheint gleichzeitig mit der Tektonisierung oder sie überdauernd. Die Glimmerlagen zeigen aber oft nachkristalline Verbiegungen.

Der Stollen beginnt bei seinem Eintritt in das Grundgebirge im Kalkglimmerschiefer, der von *m* 110 bis 160 reicht, dann folgt eine lange Strecke im Kalkphyllit und Biotitkalkschiefer (bis *m* 504); bis *m* 640 wartet dann wieder Kalkglimmerschiefer vor. Hier, bei *m* 729, und bei *m* 839—849 treten mächtige Lagen von reinem, dunkelgrauem, mittelkörnigem kristallinem Kalk auf, umschlossen von Kalkglimmerschiefer.

Von der Tauernbahnstrecke werden die Kalkglimmerschiefer und Phyllite von *km* 49.1 an nordwärts geschnitten. Beim Wächterhaus XXI erscheint einer der grauen Kalke, nordwärts begleitet von Granatphyllit, welcher im Stollen nicht beobachtet wurde. Vom Wächterhaus bis *km* 48.3 sind an der Bahnlinie hauptsächlich die phyllitischen Gesteine aufgeschlossen, beim *km* 48.3 taucht wieder ein Kalklager auf und nördlich von ihm Kalkglimmerschiefer, die aber den Stollen nicht mehr erreichen. Es sind jene Kalkglimmerschiefer, welche die Grünschiefer des Törkopfs und Sickerkopfs als Hangendes begleiten und in breiter Entfaltung zum Kapponiggraben streichen. Westlich des Mallnitzbachs erscheinen sie nicht wieder: Über dem Rand der Grünschiefer bei Oberrig liegen bereits die hellen Glimmerschiefer, welche den untersten Teil des Lonzaprofils bilden. Letztere stehen auch noch am Berghang ober Lassach als helle Glimmerschiefer und als dunkle Granat führende Phyllite an. Jenseits des Tales, im Stollen und an der Bahnstrecke sind nur noch die Granatphyllite an der Bahnstrecke zu sehen, die Glimmerschiefer sind kalkhaltig und gehen in die Folge von Kalkphylliten ein. Weiter gegen O verschwinden auch diese zwischen den die Grünschiefer begleitenden Kalkglimmerschiefern im Liegenden und einem Zug von Quarzit im Hangenden, welcher über den Südwestrücken der Sickerköpfe verläuft und noch oberhalb der Bahnstrecke wieder auskeilt.

Der „Angertalmarmor“ im Lonzaprofil ist gegen SO noch bis zur Maltschnigalm (Watzingeralm) zu verfolgen und verschwindet dann. Das kristalline Kalklager bei *km* 48.3 der Bahnstrecke gehört zu dem liegenden Kalkglimmerschieferzug. Eher könnte der Marmor beim Wächterhaus XXI als Fortsetzung jenes Angertalmarmors angesehen werden, es fehlt ihm aber die Begleitung von Grünschiefer, welche der Angertalmarmor im Lonzaprofil bei der Häuselalm und Watzingeralm besitzt.

An die große nördliche Kalkglimmerschieferzone im Stollen schließt sich südlich noch von *m* 890 bis 1084 eine schmalere Schichtenfolge an, welche zwar auch vorwiegend aus Kalkglimmerschiefer und Kalkphyllit sich

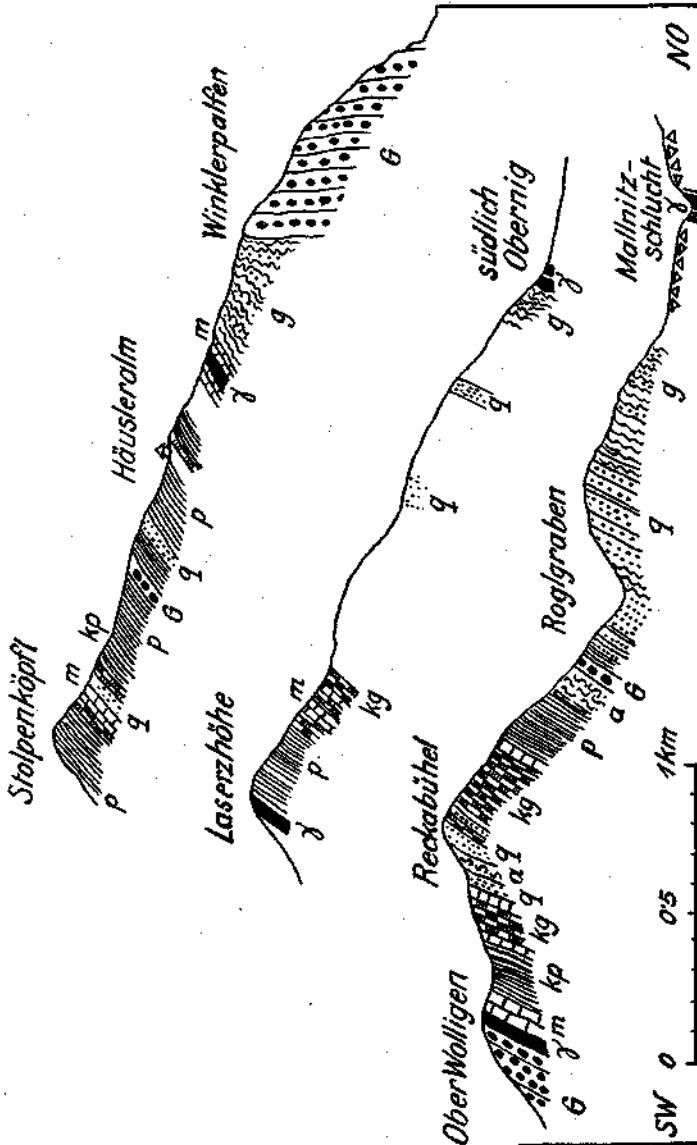


Fig. 3. Profile über den Lonzakamm.

G = Zentralgneis, a = Albigneis, g = helle Granatglimmerschiefer, q = Quarzite und Quarzilschiefer, p = dunkle Phyllite (Riffelschiefer), kg = Kalkglimmerschiefer, ky = Kalkphyllit, m = kristalliner Kalk, γ = Grünschiefer.

zusammensetzt, aber durch mehrmalige Einschaltung von Serizitalbit- und Strahlsteinschiefer hervorgehoben ist.

Der Kalkglimmerschiefer ist hier ziemlich glimmerreich, schuppigfaserig mit reichlich Biotit, und auch die schwärzlichen Phyllite sind biotitreich.

Der Strahlsteinschiefer ist ein sehr licht graugrünlischer, weicher, blättriger Schiefer mit feiner Fältelung oder welliger Verbiegung. Manche Lagen zeigen im Querbruch Kalkspatrhomboeder von 2 bis 4 mm Durchmesser, eingeschlossen im Strahlsteingeflecht. Dieses ist außerordentlich feinfaserig, mit freiem Auge sind die Nadelchen kaum unterscheidbar. Im Dünnschliff sieht man ein Fasergeflecht farbloser Nadelchen, die in Lagen geschichtet, aber mit ihren Längsachsen nicht vollkommen parallel geordnet sind. Die Umbiegungen der engen liegenden Fältchen machen sie zumeist in etwas eckiger Krümmung (mit wandernder Auslöschung) mit oder sie stoßen am Faltenscheitel spitzgiebelig zusammen. Die Kalzite durchwachsen als große Porphyroblasten das Strahlsteingewebe und umschließen Strahlsteinnadelchen unter Erhaltung ihrer Anordnung in s, auch wo dieses gefaltet ist.

Strahlsteinschiefer wurde in dünnen Lagen bei *m* 1040—1050 angefahren. Bei *m* 916 und 930 liegen im Kalkglimmerschiefer schmale Lagen oder Linsen eines körnigen, großkristallinen Gesteins, das nur von einzelnen glimmerigen Lagen durchschiefert wird, seltener eine linsig-flaserige Struktur annimmt. Weiße (verwittert gelbliche oder bräunliche) Kristalle von Karbonat (mit HCl nicht aufbrausend), Körneraggregate von Albit und Quarz, einzelne Fasern und Nester von Glimmer (Muskovit und Biotit in wechselnder Menge; sek. Chlorit) sind Hauptbestandteile; in geringer Menge, aber fast überall sind einzeln oder in Nestern kleine Schuppen eines lebhaft spangrünen fuchstähnlichen Glimmers beigemengt. Stellenweise ist das körnige Gemenge blaßrosenrot gefärbt. Die Karbonatkristalle erreichen 1 cm Größe, anderorts ist das Gemenge feinkörnig. Bei *m* 916 begleitet das Karbonatgestein ein blättriger silberweißer Talkschiefer.

Bei *m* 930 trennt ein breiter Quarzgang die Lagen des Karbonatgesteins, auch in der Umgebung sind Quarzgänge häufig. Ähnliches sieht man an der Bahnstrecke bei *km* 49·3 (Quarzgänge und Serizitphyllit).

## 2. Zone der Quarzite.

Quarzitische Gesteine sind besonders im mittleren Teil des Stollens stark verbreitet und bilden hier, unterbrochen durch schmälere Zwischenlagen von Kalkglimmerschiefer und verwandten Gesteinen, von *m* 1083 bis 1748 die herrschende Gesteinsart. Die längste geschlossene Quarzitstrecke wurde von *m* 1538 bis 1748 durchfahren (in spitzem Winkel zum Streichen), während im nördlichen Teil der Quarzitzone öfter Einschaltungen von Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllit und von kalkarmen hellen Glimmerschiefern auftreten.

Die Quarzite zeigen mancherlei Abarten in der Zusammensetzung und Struktur. Sie sind bald fein-, bald grobkörnig, von weißer bis dunkelgrauer, überwiegend aber lichter Farbe. Manche Lagen sind ganz oder nahezu ganz glimmerfrei, anderen sind silberhelle Muskovitschuppen parallel eingestreut oder der Muskovit belegt die Schichtenflächen. Bei stärkerem Glimmergehalt ist dieser in kurzen Fasern parallel eingelagert oder in zusammenhängenden Lagen, die schließlich zu Phyllitlagen anwachsen können. Auch Muskovitglimmerschiefer mit Quarzlagen begegnet man. Die Glimmerlagen weisen mitunter lebhaft Kleinfältelung auf

zwischen ungefalteten dickeren Quarzlagen.

Manche Schieferungsflächen der Quarzite sind mit Graphit überzogen; wenn gleichzeitig auch die Quarzlagen dunkelgrau gefärbt sind, kann dies wohl gleichfalls auf fein verteilten Kohlenstoff zurückgeführt werden. Auch die Phyllitlagen sind mitunter graphitisch geschwärzt.

Sehr verbreitet ist in der Quarzzone eine lockere Einsprengung von kleinen Pyritkriställchen. Sie sammeln sich auch zu Nestern oder bilden gelegentlich mehrere Zentimeter lange, dünne Pyritfasern entlang den Schieferungsflächen. An Harnischflächen kann man den Pyrit breitverschmiert antreffen.

Ein Faltenstück von lichtem Quarzit zeigt unter dem Mikroskop die anderwärts ungefähr isometrischen Quarzkörner zu schmalen Linsen (Plättchen) ausgewalzt und von feinen Glimmerhäutchen umhüllt. Böhmische Streifung ist stark ausgeprägt quer zur Längserstreckung. Die Züge der wellig auslöschenden Lagenquarze ordnen sich den Faltenbiegungen ein, gelegentlich mit abgequetschtem Mittelschenkel. In Proben ungefalteter Quarzite fehlt die postkristalline Deformation.

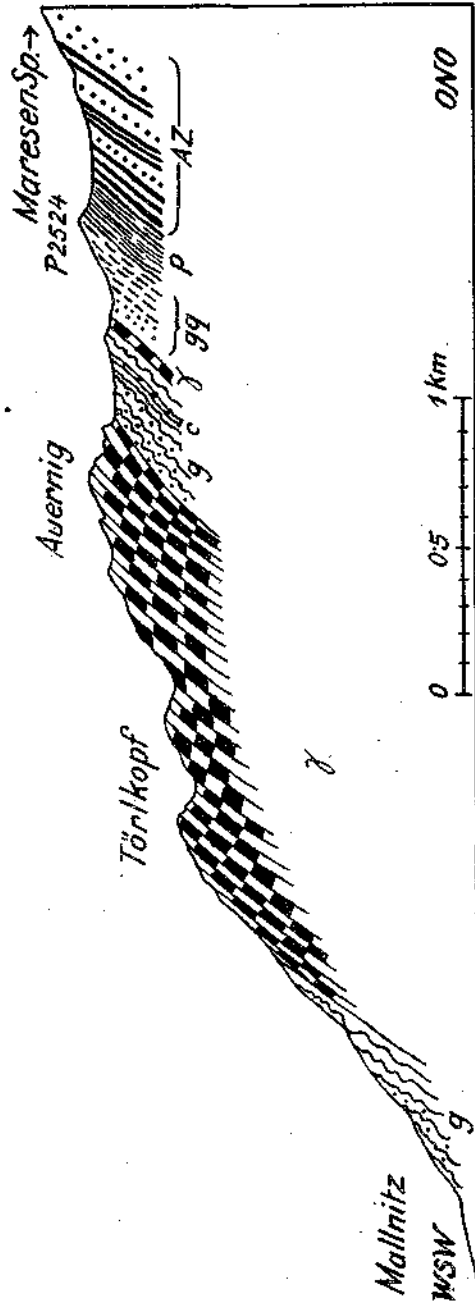


Fig. 4. Profil entlang dem Kamm Törnkopf.—Marensenspitze.

g = Graufälmerschiefer, c = Grünschiefer, y = graphitische Schiefer, 99 = Glimmerquarzit (biotitführig) nach unten übergehend in  $\gamma$  dunkle phyllitische Schiefer, turmschieferführend, AZ = Amphibolit, wechsellagernd mit Aplit und faserigem, grobkörnigem Zentralgneis.

Eine bemerkenswerte Quarzart wurde im Fensterstollen und den angrenzenden Teilen des Hauptstollens durchörtert: ein weißer, feinkörniger, ungeschichteter, glimmerfreier Quarzit, der von Trümmern eines grauen, dichten Dolomits durchzogen ist. Letztere sind 3—10 mm dick und etliche Zentimeter lang, gegen den Quarzit etwas unscharf abgegrenzt und mit der Längserstreckung mehr oder minder gleich gelagert.

Unter dem Mikroskop sieht man die äußerst feinkörnigen, schwach parallel texturierten Dolomitfasern an Teilen ihres Randes und in schmalen Fasern im Inneren großkristallin werden und die großen Karbonatkörner sich mit dem umgebenden Quarz vermischen. Kleine Nester großer Karbonatkörner schwimmen auch allein in dem gleichmäßigen, stark verzahnten Quarzgemenge, der Quarz dringt allseits in sie ein und sie lösen sich in einzelne Karbonatkristalle auf. Es hat den Anschein, daß die Dolomittrümmer allmählich durch Quarzit verdrängt und ersetzt werden. Die dolomithaltigen Lagen entsprechen wohl den flatschig verwalzten, breccienartigen Dolomiten (und Kalken), welche Stark (l. c., S. 198) als Begleiter der Karbonatquarzite in der nördlichen Sonnblickgruppe, besonders auch aus dem Lonzaprofil aufführt.

Außer den Dolomitfaserquarziten kommen auch körnige Quarzite und Quarzitschiefer mit fein verteiltem, mäßigem Gehalt an Karbonat nicht selten vor, z. B. zwischen *m* 1550—1570 und 1650—1730 und am Süden des Stollens, makroskopisch im frischen Gestein nur durch die Reaktion auf HCl kenntlich. Mikroskopisch gleichen sie in Zusammensetzung und Struktur den mit einzelnen Karbonatkörnern und -nestern durchsetzten Teilen des obigen Dolomitfaserquarzits.

Nicht selten ist der Karbonatgehalt in größeren weißen Adern ausgeschieden. Pyrit ist auch in den Karbonatquarziten allenthalben zu treffen.

Unter den den Quarziten zwischengeschalteten Schichten seien neben den gewöhnlichen Kalkglimmerschiefeln und Phylliten die Albit führenden Gesteine besonders erwähnt. Bei *m* 1644 steht ein Schiefer von gneisähnlicher Tracht mit starker Bänderung an: Muskovithäute, die reichlich mit Biotit durchsetzt sind, bedecken die Schichtenflächen; die Biotitfästelchen sind oft quergestellt zur Muskovittfläche. Die oft wechselnden weißen Bänder bestehen aus Quarz, klarem, einfach verzwilligtem oder unverzwilligtem Albit und sehr wenig Biotit. Die glimmerreichen Lagen führen auch Kalzit. Pyrit ist gelegentlich eingestreut. Keinerlei Kataklyse. Die wenigen Einschlüsse im Albit zeigen unverlegte Reliktstruktur an. Bei *m* 1470 erscheint ein ähnliches Gestein, das aber gröber körnig ist bei verfließender Bänderung; die hellen Lagen bestehen zu annähernd gleichen Teilen aus Kalzit und Albit (gleicher Art wie oben, aber oft in unvollkommen idiomorpher Gestaltung), daneben Biotitfästelchen und nur wenig Quarz; Pyrit reichlich, wie denn überhaupt Pyrit in fast allen Gesteinen des Stollenprofils schon mit freiem Auge zu sehen ist.

Ähnliche Gesteine von der Tracht eines Albitgneises sind auch an der Bahnstrecke nördlich *km* 50 zwischen Quarzitschiefeln aufgeschlossen.

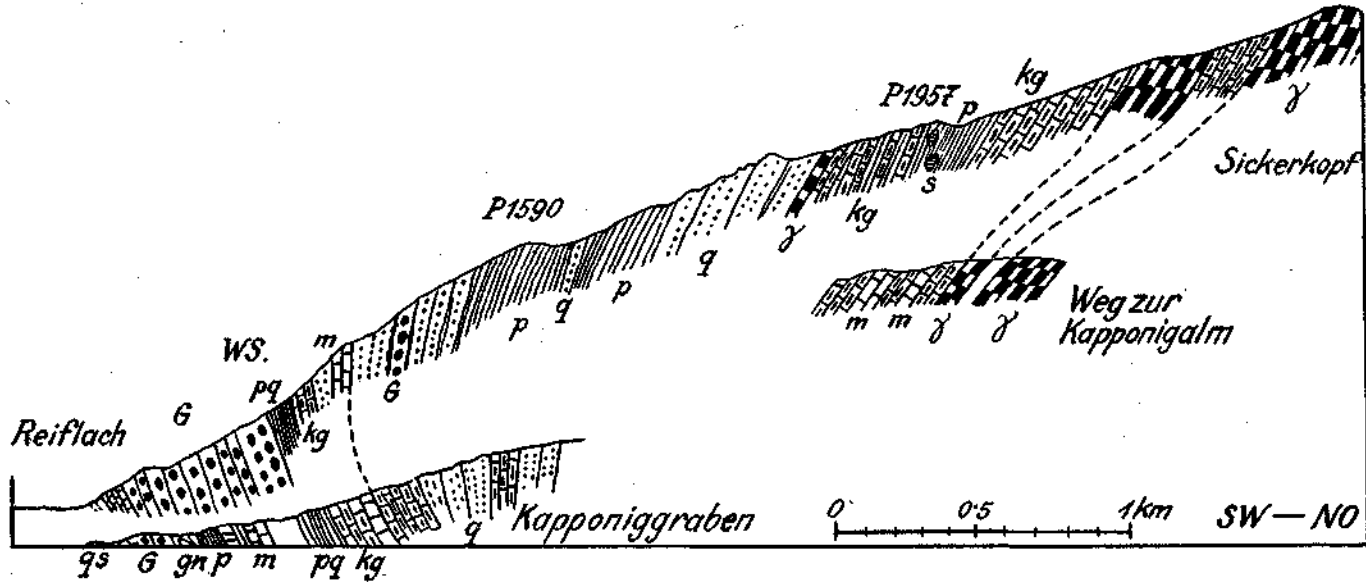


Fig. 5. Profil über den Südwestkamm der Sickerköpfe.

G = Augengneis, gn = biotitreicher, feinkörniger Bändergneis, qs = glimmerreiche Muskovitschiefer mit gneisigen und quarzitäen Lagen, p = dunkle Phyllite, m = kristalliner Kalk, kg = Kalkglimmerschiefer, pq = Phyllite (Diaphroite) und Quarzite, q = Quarzite, γ = Grünschiefer, s = Strahlsteinnester. (Linker Teil des unteren Profils siehe auch Fig. 7.) WS. = Wasserschloß.

Die Albit führenden Gesteine stimmen in vieler Hinsicht mit den von Sander<sup>1)</sup> aus verschiedenen Teilen der Schieferhülle der westlichen Hohen Tauern beschriebenen Albitgneisen überein, welche ebenfalls mit Karbonatquarziten zusammen vorkommen.

Die Tauernbahn schneidet die gesamte Quarzitzone zwischen *km* 49·4 und 50. Bei *km* 49·7 stehen Karbonatquarzite an, Graphit führende Lagen folgen südlich davon.

Das starke Anschwellen der Quarzite ist für den Bereich des unteren Mallnitztals bezeichnend. Im Lonzaprofil ziehen die Quarzite nur in geringer Mächtigkeit am Kamm oberhalb der Häuselalm durch, am Talgehänge westlich Lassach, beiderseits des Rogelgrabens erreichen sie aber bereits eine bedeutende Mächtigkeit; ober Lassach sind mehrere Meter dicke Lagen von reinem Quarzfels enthalten in einer Folge von Glimmerquarziten. Am rechten Einhang des Grabens liegen wieder weiße, körnige, sehr glimmerarme Quarzite, die Fortsetzung an der linken Talseite bilden dann die Quarzite im Stollen und an der Bahnstrecke, außerdem setzt nördlich davon der bereits oben erwähnte Quarzitzug ein, der über den Südwestkamm der Sickerköpfe zum Kapponiggraben zieht. Eine weitere Quarzitzone folgt noch weiter südlich (südliche Randzone des Stollens), so daß am Sickerkopfkamm drei Quarzitzüge übereinanderliegen (Fig. 5).

### 3. Haslacher Augengneis.

Südlich des großen Quarzitzuges folgen zunächst noch 100 *m* Kalkglimmerschiefer und Phyllit, dann durchbohrt der Stollen von *m* 1852 bis 1888 einen Zug von Augengneis.

Der Gneis ist sehr stark verschiefert, die „Augen“ haben 3—4 *mm* Durchmesser, oft glänzende Spaltflächen, und sind nach beiden Seiten dünn ausgezogen bis zu langen, dünnen, weißen Blättern. Die Schieferungsflächen sind mit grünlichem Muskovit und Biotitschüppchen belegt. Auf Querklüften ist stellenweise reichlich Pyrit ausgeschieden.

Unter dem Mikroskop sieht man kataklastisch zermalnte und ausgewalzte Körnerfasern von Quarz und wenig Feldspat, von dünnen Glimmersträhnen (viel Muskovit, weniger Biotit) durchzogen und darin eingeschlossen große, bräunlich getrübe Kalifeldspate als Augen, manche auch in Körnergruppen zerdrückt. Der gute Erhaltungszustand der Glimmer (auch einzelne Querglimmer) läßt eine spätere teilweise Rekristallisation annehmen.

Am Tage steht der Augengneis 100 *m* südlich vom Mundloch des Fensterstollens (beim Dynamitmagazin des Baues) an in gleicher Ausbildung, nur verwittert und am Südrande besonders stark verschiefert und serizitisiert. An der Tauernbahn begegnet man ihm nördlich von *km* 50 in ziemlich undeutlicher Erhaltung. Er läßt sich durch die Hänge oberhalb der Bahnstrecke bis an die Bergkante verfolgen; im Kapponiggraben habe ich ihn nicht mehr gesehen.

<sup>1)</sup> Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt 1912, S. 277.



An der rechten Talseite fand ich ihn am südlichen Einhang des Rogelgrabens anstehend; im Hangenden begleitet ihn hier ein zweiglimmeriger, perlkörniger Albitgneis, im Liegenden stahlgrauer Quarzphyllit.

Dem Streichen und der Einordnung in die Schichtenfolge nach ist er die Fortsetzung jener Lage von kleinaugigem Gneis, welche im Lonza-nordprofil bei zirka 2000 *m* Seehöhe den Nordostrücken überquert, nahe über dem Quarzit und von ihm durch dunkelgraue Phyllite getrennt. Nach der Darstellung von Stark entspricht die Folge Quarzit—Phyllit—Gneis den Riffelschiefern, innerhalb welcher im Mallnitztal die Quarzite zum Hauptbestandteil werden. Als Gneise dieser Abteilung erwähnt Stark nur Paragneise; der Haslacher Augengneis kommt als Orthogneis auf tektonischem Wege dazu. Für einen tektonischen Einschub spricht auch die hochgradige Deformation des Granits, die bedeutend stärker als jene der umgebenden Gesteine und von einer nachfolgenden Kristallisation viel weniger überdeckt ist.

Das Gneislager befindet sich im Nordschenkel der „Synklinale“ des Lonzaprofiles, im Gegensatz zu den großen Gneiseinschüben an der Nordseite des Sonnblickstocks (Neubaugneis und Knappenhausgneis Winklers), welche im Südfügel der sogenannten Mallnitzer Mulde stecken.

Die der Riffelschiefergruppe zuzurechnenden Gesteine sind im Mallnitztal größtenteils karbonathaltig, gutenteils Kalkglimmerschiefer, auch Lagen fast reinen kristallinen Kalks treten darin auf, z. B. bei *m* 1518.

#### 4. Südliche Zone von Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllit und kristallinem Kalk.

In den Aufschlüssen bei Haslach liegt auf dem Augengneis, steil südfallend, unmittelbar ein mächtiges Lager von kristallinem Kalk, der früher in einem kleinen Steinbruch abgebaut wurde. Die Tauernbahn schneidet ihn zwischen *km* 50·0 und 50·1 an. Im Stollen, dessen Achse sich südlich des Fensterstollens von der Bahnstrecke weit gegen O entfernt, wurde in gleicher Stellung kein Marmor angetroffen.

An der rechten Talseite des Mallnitztals kommt der Marmor ebenfalls zutage und streicht entlang den obersten Nordhängen des Lonzakammes bis zum bekannten Profilrückén (Nordostkamm) des Stolpenköpfls. Es ist nicht ein zusammenhängendes Lager, sondern kürzere, abwechselnde Lager, mehrfach auch zwei übereinander. Sie liegen nicht unmittelbar auf dem Gneisband, sondern sind durch Phyllit und Glimmerschiefer davon geschieden. Schieferige Teile des Kalks verschmelzen mit den angrenzenden Kalkglimmerschiefern. Beide zusammen setzen sich von der Lonza weiter zum Geiselkopf und Murauer Kopf fort, wo sie den Muldenkern in Starks Profil bilden.

Im Stollen liegt auf dem Augengneis zunächst Quarzit und Quarzitschiefer und in diesen wieder ein Zug von Albitgneis zwischen 1910 und 1920 *m*. Er erscheint als dunkelgrünlichgrauer Glimmerschiefer mit kleinen weißen Albitkörnern auf dem Querbruch. Unter dem Mikroskop: kleine rundliche Albite mit einfacher Zwillingsbildung sind ein-

gebettet in großschuppige Biotitfasern, die sich z. T. um die Albite herumwinden, teils an ihnen abstoßen. Die zahlreichen, in den Albiten eingeschlossenen Quarzkörnchen und Erzstäubchen zeigen eine unverlegte Reliktstruktur an, an der aber der Biotit nur ganz selten durch winzige Schüppchen beteiligt ist. Die Bildung der großen Biotite erfolgte also anscheinend erst zugleich mit jener des Albits. Pyrit dringt an einer Querkluft in das Gestein ein.

Über den quarzitären Gesteinen und einem Streifen Serizitschiefer und Serizitquarziten folgt dann gegen SO eine mächtige Folge kalkiger Schiefer (*m* 1976—2300). Es ist die oben aufgezählte zweite, südliche Zone von Kalkglimmerschiefer und Kalkphyllit, von gleicher Gesteinsbeschaffenheit wie dort. Von *m* 2056 bis 2066 und von *m* 2096 bis 2106 wurden kristalline Kalke durchstoßen, welche ihrer Lage nach den Kalken am Lonzakamme gleichgestellt werden können.

In dieser Zone kalkiger Schiefer erfolgt zwischen *m* 2150 und 2250 nach ein paar kleinen Schwankungen der Wechsel in der Fallrichtung der Schichten; während von hier nordwärts die Schichten durchwegs gegen S einfallen, fallen sie im restlichen Teil des Stollens bis zum Südausgang gegen N ein. Es wurde bereits oben erwähnt, daß dies eher auf örtliche Einflüsse der Sonnblickmasse als auf ein Wiederöffnen der Murauer-Kopf-Synklinale zurückzuführen ist.

An der Bahnstrecke ist die südliche Kalkglimmerschieferzone zwischen *km* 50 und Wächterhaus XXII angeschnitten. Bei *km* 50·1 stecken im Kalkglimmerschiefer Serizitschiefer und Nester von hellgrünem Strahlstein in Garben bis zu mehreren Zentimetern Länge. Der Wechsel des Fallens erfolgt in den Bahnaufschlüssen erst am Südrand der Zone, beim Wächterhaus XXII.

### 5. Südliche Randzone.

Der südlichste Teil des Stollens und die Anschlußstrecke, durch welche er später mit dem Wasserschloß verbunden wurde,<sup>1)</sup> durchbohren den Rand der „Mallnitzer Mulde“ gegen den Sonnblickneis und sind einerseits durch den lebhaften Gesteinswechsel, andererseits durch starke nachkristalline tektonische Störungen, Häufigkeit von Klüften, Harnischen und Myloniten gekennzeichnet.

Als Gesteine wechseln hier miteinander ab Züge von Quarzit und Quarzitschiefer mit solchen von dunkelgrauem Kalkphyllit, der nicht selten graphitische Lagen aufweist, von Kalkglimmerschiefer mit Kalzit- und Quarzknuern, untergeordnet auch mit kalkarmen oder kalkfreien Glimmerschiefern. Auch Bänke reinen Kalks treten auf. Als Quarzite treten weiße, sehr feinkörnige Quarzite mit sehr schwachem Kalzitgehalt auf, dann stärker karbonathaltige Quarzite, wobei sich der Karbonatgehalt auch in Nestern und Fasern ansammelt, schieferige Quarzite mit Muskovitbelag. Quarzite nahe dem Rande zeigen unter dem Mikro-

<sup>1)</sup> Der Stollen wurde zuerst von dem Winkelpunkt in Haslach in der Richtung O 70° S geradeaus vorgetrieben bis zur Oberfläche, welche er etwas südöstlich vom Wasserschloß erreicht. Nach Fertigstellung desselben wurde erst von *m* 2477·1 aus in einem Winkel von 47° der Anschlußstollen zum Wasserschloß angesetzt. Die Stationierungsangaben beziehen sich alle auf den ursprünglichen Stollenausgang.

skop den Quarz als parallelgepreßten Lagenquarz mit Streifung quer zur Schieferung, während unversehrte Bänke weiter nördlich ein feinkörniges, isometrisches, akataklastisches Quarzaggregat mit kleinen Muskovitschüppchen zeigen.

In dem Abschnitt begegnet man mehrfach wieder albitreichen Schiefen in Gestalt von Albitbiotitschiefer, Albitchloritschiefer und Albithornblendeschiefer.

Vertreter der erstgenannten Art wurden gesammelt bei *m* 2357 und 2236. Die klaren, einschlußarmen und nur einfach verzwilligten Albitkörner und die sie umgebenden Biotitbalken erscheinen gleichzeitig gebildet, die Einschlüsse im Albit ordnen sich parallel zur Schieferung; Kataklastik fehlt. Kalzit ist nur ganz untergeordnet beigelegt.

In den Albitchloritschiefern ist der ehemals reichlich vorhandene Biotit größtenteils in Chlorit umgewandelt, wie schon mit freiem Auge ersichtlich ist an den graugrünen Schieferflächen, die durch einzelne große Biotitschuppen gefleckt sind. Im Querbruch treten die zahlreichen Albitkörner hervor. Die Albite enthalten hier reichlich Einschlüsse, auch solche von Glimmer (Chlorit), deren Schieferungslage aber stark verdreht ist gegen die Schieferung des Gesteins; Schwänze von kataklastischen Quarzkörnern schließen sich an Albitaugen an, oder Kalzit erfüllt den „Augenwinkel“. In den Glimmerfasern sind die Schuppen mitunter scheitartig ineinander verspreizt, an den Albiten abstoßend, daneben aber auch wellig verbogen, Deformation und Kristallisation erscheinen gleichzeitig erfolgt. Die Chloritschiefer stellen die deformierte und diaphthoritische Form der Albitbiotitschiefer vor. Solche Chloritschiefer wurden bei *m* 2568 und 2545 beobachtet, also näher dem Gneisrand als die Biotitschiefer. Das letztere Vorkommen ist grobkörniger (Albite bis zu 5 mm Durchmesser) und stark schuppig verdrückt, graugrün und enthält große Nester von weißem, großspätigem Kalzit.

Ein dunkelgraugrüner Albithornblendeschiefer wurde bei *m* 2555 angetroffen: In einem parallelgeschichteten Geflecht feiner blaßgrüner, pleochroitischer Hornblendenadeln liegen rundliche kleine Albitkörner (gleicher Art wie die der anderen Albitgesteine), welche sehr viele, besonders kleine Hornblendenädelchen in wirrer Anordnung umschließen. Ähnlich wie bei den Biotiteinschlüssen der obigen Gesteine scheint die Einschließung der Hornblenden (bzw. der Biotite) durch die Albitbildung erfolgt zu sein, bevor Hornblende und Biotit ihre volle Auskristallisation erreichten; Albit und Hornblende sind in diesem Gestein gleich alt. Gleiches zeigt auch der Albithornblendeschiefer von der Laserzhöhe (Lonza), nur sind hier die eingeschlossenen Hornblenden genau parallel der Schieferung geordnet; der Größenunterschied ist hier etwas geringer. Die Albithornblendeschiefer sind nicht kataklastisch.

Nahe dem Stollenausgang bei *m* 2656 wurde ein Kalkglimmerschiefer durchfahren, welcher in gelbbraun anwitternden Karbonatlagen (Eisenkarbonat?) fuchsitähnlichen grünen Glimmer führt. Im Dünnschliff ist der Glimmer schwach pleochroitisch: blaßblaugrün, // *c*, kräftiger grün (hellgrasgrün) normal dazu.

Entlang dem Bahngleis ist die südliche Randzone vom Wächterhaus XXII bis *km* 51 sehr flach zum Streichen angeschnitten; es treten

besonders die Quarzite — größtenteils Karbonatquarzite — hervor. Zwischen *km* 50·5 und 50·6 begegnet man kalkfreien Gneisen mit Muskovit als vorwaltendem Glimmer und kleinen Feldspatäugen. Im Dünnschliff sind sie sehr dem Haslacher Augengneis ähnlich, nur weniger mylonitisch.

Der oftmalige Wechsel der Gesteinsart in dieser Region wird noch verstärkt durch tektonische Verschuppungen. Zahlreiche kleine Verwürfe schieben die Gesteine in Schollen durcheinander; Harnischflächen von vielen Quadratmetern Größe wurden erschlossen. Häufig ist Mylonitisierung an den Klüften und ganzer Schollen eingetreten. Quarzgänge sind dabei zu scharfkantigen lockeren Breccien zerdrückt oder in einen groben Quarzsand vermahlen. Quarzbreccien mit kalkiger Beimengung, entstanden aus Karbonatquarziten, nehmen eine rauhwackenähnliche Tracht an. Graphitische Lagen des Kalkphyllits sind zu einer knetbaren, lehmigen Masse verwandelt und bieten die plastische Ausgleichsmasse, während die spröderen Quarznester zertrümmert sind. Kalzitlinsen sind besser erhalten und wenig zertrümmert. Der ganze Bereich bildet einen Bewegungshorizont, welcher den Rand der Sonnblickgneismasse umgibt.

Diese Verhältnisse kamen deutlich auch bei der Untersuchung des Geländes für das

#### Wasserschloß

zutage. Wir stehen hier unmittelbar über dem Rand des Sonnblickgneises. In der seichten Steiltrinne am nordwestlichen Ende des Wasserschlosses ist die Gneisgrenze in zirka 980 *m* Höhe, 13 *m* unter der Sohle des Wasserschlosses, aufgeschlossen. Sie senkt sich gegen SO am Hange abwärts, verschwindet bald unter den Haldenschüttungen und kommt bei den Baracken und an der Bahnhofstraße zwischen 880 und 900 *m* Seehöhe wieder zum Vorschein.

Wie schon oben beschrieben wurde, schneidet sie die Schichten im Hangenden schief ab, es verschwindet an ihr eine Anzahl der im Kapponigraben sichtbaren Schichtenglieder. Die Kalkglimmerschiefer, welche vom Kapponigraben heranziehend bei den Baracken (897 *m*) und an der Straße anstehen, enden unter den Halden am Gneisrand.

Die Abgrabungen beim Bau des Wasserschlosses zeigten folgende annähernd O—W streichende und steil berg einfallende Schichtenfolge von unten nach oben:

1. Lagen von Kalk, verbunden mit schwärzlichem Phyllit und quarzitischem Kalkglimmerschiefer;
2. einen Zug von glimmerreichen Biotit führenden Schiefen und rostige, schwärzliche, quarzitischeschiefer mit graphitischen Blättern; unter der Sohle des Wasserschlosses tritt eine Bank von Grünschiefer zutage;
3. lichten, grobkörnigen Quarzit und Quarzitschiefer;
4. wieder eine stark schiefrige Zone, feinkörnige Biotitglimmerschiefer und Phyllit, dazwischen auch eine Quarzitbank;
5. einen Quarzit zug mit untergeordneten phyllitischen Blättern, der gegen O mehr in schiefrige Arten und in kalkige Gesteine übergeht — als Unterrand der an der Bahnstrecke anstehenden Kalkglimmerschiefer.

In den Baugruben des Wasserschlosses waren mehrere kleine Querverwürfe zu sehen, an denen die Schieferzüge gegeneinander verschoben sind mit stufenweiser Nordvorrückung des westlichen Flügels.

Außerdem zeigten sich Klüfte und Rutschflächen nahe parallel zum Gehänge, die teilweise offen klawten und mit Sinterbildungen überzogen waren. Im Anschlußstollen wurden offene Klüfte noch 7 m hinter der Rückwand des Wasserschlosses aufgeföhren, weiter bergewärts war das Gestein bis 30 m Tiefe blockwerkartig zerklüftet, zwei große Klüfte setzen durch, die eine flach bergewfallend und lehmgefüllt, die andere steilstehend und versintert. Weiter im Inneren folgen dann zahlreiche Mylonitstreifen gleicher Art wie im Ausgangsteil des Hauptstollens.

Das Zusammentreffen starken Wechsels von harten, quarzitächen Gesteinsbänken und nachgiebigen bis rutschigen Schieferlagen mit der starken tektonischen Zerpressung und Zerklüftung erschwert den Bau des Wasserschlosses und führten auch zu Setzungserscheinungen (kleinen Rutschungen im Gestein und in seiner Schuttauflage), welche besondere Vorsichtsmaßregeln beim Bau und entsprechende konstruktive Verstärkungen des Wasserschlosses notwendig machten in Rücksicht auf die nahe darüber befindliche Bahnstrecke.

Die beim Wasserschloß und in den Stollenenden angeschnittene Schichtenfolge ist am Hang westlich des Wasserschlosses noch ein Stück weit zu verfolgen, verschwindet aber dann unter Halden von Gneis: nahe der Bergkante zwischen Mallnitztal und Wasserschloßgehänge steht nämlich in kleinen Felswänden unterhalb des Trassierungssteiges Augengneis an, dessen Schutt den Hang überstreut. Der Raum zwischen diesem und der tiefer unten am Kalvarienberg anstehenden Hauptmasse des Sonnblickgneises ist zwar durch die Blockhalden bedeckt, die Aufschlüsse beiderseits der Halden, das Streichen der Schiefer am Trassierungssteig und an den Windungen der Mallnitzer Straße sowie auch die Geländeform lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß der obere Gneis als abgetrennte Scholle in die Schiefer eingeschoben ist in ähnlicher Weise, wie solche Gneiseinschübe aus der Sonnblickgruppe von Stark und Winkler beschrieben wurden.

Am Nordrand des oberen Gneises stehen Biotithornblendeschiefer an, begleitet von Kalkglimmerschiefer, Phyllit und Albitglimmerschiefer. Nördlich der Grünschiefer kommt nochmals eine kleine Flaser eines sehr stark tektonisierten Gesteins zum Vorschein, das vielleicht auch noch zum Augengneis gehört.

Westlich der Mallnützbachschlucht bei Gugarnig und von dort weiter zum Söbriacher Graben oberhalb Wolligen legen sich Grünschiefer in bedeutender Mächtigkeit unmittelbar an den Rand der Hauptgneismasse. Es sind Albitchloritschiefer und Albitbiotitschiefer, letztere auch Hornblende führend.

## 6. Gelände der Druckrohrleitung.

(Sonnblickgneis und die Schiefer bei Reiflach.)

Die Druckrohrleitung erreicht wenige Meter unterhalb der Sohle des Wasserschlosses den Gneis und verbleibt auf ihm bis 35 m über dem Rand der Talsohle, wo das Krafthaus steht, also von 710 bis 950 m Seehöhe.

Der Gneis streicht im tieferen Gehänge (Kalvarienberg und Umgebung) WNW und dreht gegen oben zu nahezu in ostwestliches Streichen ein; er fällt sehr steil berglein (N bis NNO). Während er entlang der Rohrleitung rund 500 m Mächtigkeit aufweist, schrumpft er im Kapponiggraben auf etwa 100 m zusammen. Bei Groppenstein beträgt die Mächtigkeit ungefähr 300 m, von da an gegen W nimmt sie stetig zu, wobei gleichzeitig das Einfallen westlich der Schlucht bald in sehr steiles Südfallen sich verändert.

Der Sonnblickgneis ist hier als dickbankiger, grobkörniger Biotitgranitgneis entwickelt, reichlich durchsprengt mit großen Kristallen von Kalifeldspat (1—3 cm durchschnittliche Länge). Wo er stärker verschiefert ist, ordnen sich die Kalifeldspäte als „Augen“ in die Schieferung ein, und es liegt dann in Lagen mit geringerer Größe derselben ein Augengneis ganz ähnlich jenem von Haslach vor. Einzelne besonders ausgeprägte Druckschieferungszonen durchschneiden als gesonderte Bewegungsbahnen die Gneismasse. Während sonst an ihnen der Gneis besonders dünnschiefrig ist und diaphthoritisch, beobachtet man in der Groppensteiner Schlucht oberhalb der Lohstampfe die Zertrümmerung des Gneises in einen ungeschieferten groben Mylonit, der die Gneismasse in einen kleineren südlichen Augengneiszug und eine größere nördliche Granitgneismasse teilt (Fig. 6).

Im untersten Teil des Kapponiggrabens ist dem Augengneis an seinem Nordrand ein Streifen von feinkörnigem, sehr biotitreichem, gebändertem Gneis vorgelagert, der sich auch durch seine lebhafte Faltung von den ungefalteten Bänken des Augengneises abhebt (Fig. 7). Beim Wasserschloß fehlt eine solche Randzone — Quarzit und Kalkphyllit legen sich unmittelbar auf den Augengneis. Dagegen trifft man in der Groppensteiner Schlucht über dem Granitgneis am Nordrand wieder einen sehr feinkörnig-schuppigen, braunen Biotitgneis, und ein ebenso feinkörniger, aber etwas feldspatreicherer und darum hellerer Gneis steht am Rand des Granitgneises zwischen Gugarnig und Oberwolligen an. Unter dem Mikroskop zeigt der erstere (Groppensteinschlucht) ein ausgeprägt kristalloblastisches Gefüge mit vollkommener Paralleltextur (aber auch Querbiotite), ohne Kataklyse, während jener von Gugarnig-Wolligen ein ungleichmäßig feinkörniges, stark kataklastisches Gefüge, hervorgegangen aus einem gleichen Biotitgneis, zeigt, aus welchem einzelne Plagioklase als Porphyroklaste hervortreten. Jene ersteren zeigen Feldspat (Albit) und Quarz. In gleichmäßigen Körnern vermengt.

Unter dem steil hergefallenden Sonnblickgneis kommen am Fuße des Berghanges zwischen Obervellach und der Mündung der Groppensteiner Schlucht wieder gleiche Schieferhüllengesteine zutage wie nördlich des Gneises (Fig. 8).

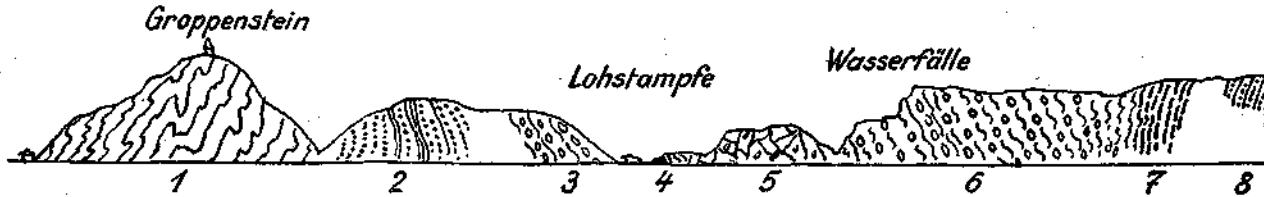


Fig. 6. Profil durch die Groppensteinerschlucht (Mallnitzbach).

1 = Kalkglimmerschiefer, 2 = Quarzite mit Phyllitlagen, 3 = Augengneis, 4 = silbergrauer phyllitischer Schiefer mit Quarzknuern, 5 = quarzreicher Gneismylonit, 6 = Granitgneis, in Augengneis übergehend, 7 = feinkörniger, glimmerreicher Biotitgneis, 8 = glimmerreiche Schiefer mit weißem Serizitquartzitlagen.

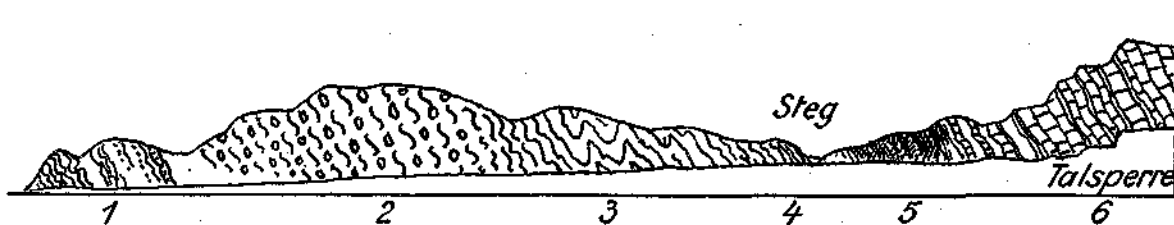


Fig. 7. Profil durch den untersten Teil des Kapponiggraben.

1 = Wechsel von schieferig-gneisigen Lagen mit glimmerreichen Muskovitschiefer und mit rostigen quarzitischen Bänken, 2 = Augengneis, 3 = biotitreiche, feinkörnige gebänderte Gneise, 4 = biotitreiche, feinkörnige Schiefergneise, 5 = dunkle Phyllite granatführend, im Hangenden mit Kalzlagen, 6 = kristalline Kulke mit Phyllitzwischenlagen.

Zwischen Raufenwirt und Reiflach liegt zunächst unter dem Gneisbergeinfallend ein schmaler Zug dunkler, glimmeriger Schiefer (Phyllit bis Glimmerschiefer) mit Bänken unreinen Kalks wechsellagernd; nahe südlich der Linie der Drahtseilbahn steht auch eine Bank von Albitbiotitschiefer (Biotit größtenteils chloritisiert) an, gleicher Art wie jener bei Gugarnig oder im südlichsten Teil des Stollens, gleich auch hinsichtlich der im Albit eingeschlossenen Biotite und ihrem Verhältnis zu den großen Biotiten.

Unter dem Kalkphyllitzug folgt beim Raufenwirt ein ebenso schmaler Zug von weißem Karbonatquarzit; er taucht auch bei der Reiflacher Quelle nochmals als stark verquetschter lichter Quarzschiefer mit Muskovitbelag auf.

Als unterster Teil des Gneises erscheint bei Reiflach ein feinkörniger, gutgeschieferter, muskovitreicher Albitgneis, der gegen NW in feinkörnigen Augengneis übergeht. Die Albite des ersteren sind nahezu ein-

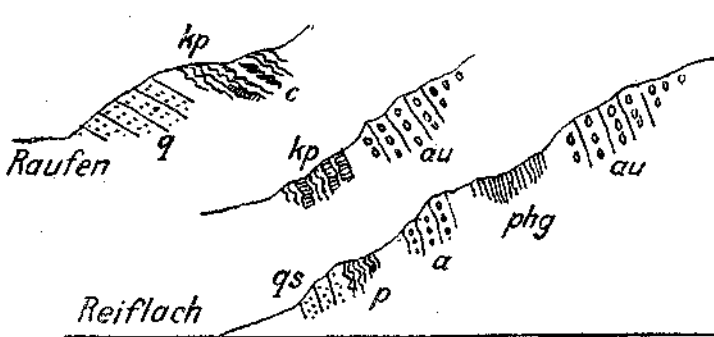


Fig. 8. Querschnitte durch das Gelände beim Krafthaus in Reiflach. *au* = Augengneis, *phg* = phyllitische Verschieferungszone, *a* = Albitgneis, gegen NW übergehend in feinkörnigen, stark verschieferten Granitgneis mit undeutlicher Augenstruktur, *p* = Phyllit, *kp* = graue Kalke, wechsellagernd mit dunklem Glimmerschiefer bis Phyllit, *c* = Albitchloritschiefer, *gs* = Muskovitquarzschiefer, *q* = weiße Karbonatquarzite.

schlußfrei und liegen auch augenartig zwischen den parakristallin um sie herumgewundenen Glimmerstrahlen. Ebenso verhalten sich die Glimmer im Augengneis zu den 3–5 mm Durchmesser besitzenden Augefeldspäten.

Über dem Albitgneis greift von O her eine auslaufende Zunge eines phyllitgneisähnlichen Schiefers ein, wohl eine Phyllonitisierung des Granitgneises. Aus ihr entspringt die obere Quelle bei Reiflach. Weiter gegen Obervevlach hin, östlich der Druckrohrleitung, rückt die Gneisgrenze rasch in die Höhe und nahe unter der Mallnitzer Straße kommen noch Kalkglimmerschiefer und Quarzit zum Vorschein; es liegen aber keine Anzeichen einer bruchweisen Verschiebung vor, sondern es handelt sich eher um eine seitliche tektonische Verteilung, parallel zu den Verschieferungszonen ober Reiflach.

Von Groppenstein westwärts verbreitert und bereichert sich die Schieferzone südlich des Gneises rasch. Zunächst gliedert sich bei Groppenstein selbst südlich des Quarzits eine Zone intensiv gefalteten



Kalkglimmerschiefers und Kalkphyllits an, die zum Semslacher Graben sich fortsetzt. Stark hat die weitere Entwicklung im Fraganter Tal beschrieben.

Steil unter die Kalkglimmerschiefer im Semslacher Graben fällt der stark phyllonitische und diaphthoritische Rand der Phyllitgneise ein, welche den Nordsaum des Kreuzeckkristallin bilden. Die unmittelbar anstoßenden Kalkbänke zeigen wellige Rutschflächen mit diagonal von SO unten nach NW oben aufsteigende Striemen und Wellungen.

### Glaziale und postglaziale Ablagerungen.

Der Eingangsteil des Stollens durchörtert Grundmoräne auf 80 m Länge. Aus der Profilzeichnung (Fig. 9) ergibt sich daraus eine sehr steile Böschung des Felsuntergrundes, entsprechend der Trogwand eines glazial ausgestalteten Tales. Die Moräne enthält zahlreiche kleine und

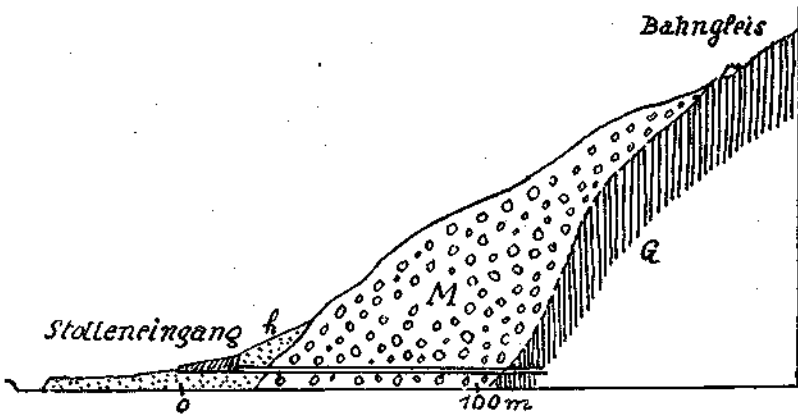


Fig. 9. Querschnitt am Stolleneingang.

*M* = Moräne, *h* = Schuttkegel und Hangschutt, *G* = Grundgebirge.

auch sehr große, gutgerundete Geschiebe, manche auch gekritz und geglättet, in einer lehmig-sandigen Einbettungsmasse. Stellenweise bereiteten schwimmsandartige Einlagen Schwierigkeiten beim Bau. Nahe der Ablagerungsfläche stellten sich in größerer Zahl eckige Trümmer des dort anstehenden Kalkglimmerschiefers ein und stark sandige Lagen. Im übrigen Teil sind die Geschiebe aber überwiegend Grünschiefer und die grüne Färbung der Einbettungsmasse läßt schließen, daß auch sie vorwiegend aus zerriebenem Grünschiefermaterial besteht.

Auch an dem felsigen Steilhang beim Wasserschloß (30—40° Neigung) kleben einzelne kleine Moränenreste. In dem aus Sonnblickgneis bestehenden tieferen Gehänge sind mehrfach flachverlaufende Felsleisten und Hohlkehlen, der Bankung des Gneises folgend, vom Eise ausgeschliffen worden, und auf ihnen haben sich ebenfalls kleine Reste glazialen Schutttes erhalten, besonders in der Mulde hinter dem Kalvarienberg.

Die auf der Karte (Tafel II) östlich der Station Obervellach eingezeichnete „Moräne“ zeigt ober der Bahnstrecke geschichtete feine

Sande wechselnd mit Lagen von wohlgerundeten Geschieben aller Größen (viel Zentralgneis, Schieferhüllengesteine).

Die bedeutendste und augenfälligste junge Schuttablagerung im Mallnitztal ist die große Blockmasse von Rabeschinig, welche das Talbecken von Mallnitz abdämmt. Sie erstreckt sich als ein schmaler Blockstrom von N nach S quer durch das ganze untersuchte Gebiet (Fig. 10). Ihr oberes Ende liegt in der karartigen Mulde zwischen Törlkopf und Kugelkopf, unterhalb des Auernig, in 1900 *m* Höhe. Sie erfüllt von hier an abwärts dieses enge Seitental und breitet sich an seinem Ausgang quer über das Mallnitztal als Talriegel aus, der an der Straße das Talbecken um 20 *m* überhöht. Der Mallnitzbach durchbricht ihn in enger Schlucht, in welcher auf eine längere Strecke der anstehende Fels — Grünschiefer — unter der Blockmasse zutage tritt. Bei Lassach ist ein jüngerer Schuttkegel an der rechten Talseite in die Blockmasse eingebaut. Von der Lassacher Talmulde an zieht sich die Blockmasse als schmaler, ausgeprägter Wall durch das Tal abwärts bis unterhalb des Lechnerbauern in ungefähr 800 *m* Seehöhe, auf der westlichen Seite von der Bachschlucht, auf der östlichen von einem bei Haslach beginnenden Paralleltälchen eingefasst.

Die Gesamtlänge des Blockstroms beträgt, in der Horizontalen gemessen, 5·3 *km*, während die Breite bei Rabeschinig ungefähr 1 *km*, sonst aber nur 200—300 *m* mißt. Die Mächtigkeit ist keine bedeutende, da in der Mallnitzschlucht alsbald der Fels darunter hervortritt. Der Dössentunnel verläuft ganz in der Blockmasse in einer Tiefe von 20 bis 30 *m* unter der Oberfläche.

In der Schlucht des Mallnitzbachs liegt an der linken Seite auf dem anstehenden Grünschiefer (oberster Rand der Aufschlüsse) zunächst Moräne, welche in einer lehmigen Grundmasse gutgerundete große Geschiebe enthält, u. zw. zumeist solche aus Grünschiefer, aber auch Gneisgeschiebe. Über der Moräne folgt dann am Hang die grobe Blockmasse. Die Moräne stimmt in ihrer Zusammensetzung gut mit jener am Stolleneingang überein.

Auch am unteren Ende des Blockstroms über der Groppensteiner Schlucht liegt unter dem groben Blockwerk eine moränenähnliche Schuttbildung, welche in einer lehmigen Grundmasse eckige Geschiebe von Grünschiefer und Amphibolit, aber keine Gneise enthält. Vielleicht handelt es sich um umgelagerten und mit Material aus dem Blockstrom vermischten Moränenschutt.

Der Blockstrom selbst besteht aus eckigen, großen Blöcken, die mehrere Kubikmeter Größe erreichen. Der Gesteinsart nach sind es Grünschiefer gleicher Art wie am Kamm Törlkopf—Auernig.

Die einheitliche Gesteinsbeschaffenheit, die Gestalt und Größe der Blöcke und die Struktur und Anordnung des Blockstroms lassen schwer eine andere Deutung der Entstehung zu als durch einen Bergsturz (Felssturz), welcher aus der Nische Törlkopf—Auernig niedergebrochen ist. Gegen die Deutung als Blockmoräne spricht der einförmige Gesteinsbestand, da einem Moränenwall der Großvergletscherungen von der rechten Talseite reichlich Gneis, Kalkglimmerschiefer u. dgl. beigemischt worden wäre. Auch der Dössentalgletscher müßte vorwiegend Gneise

beigesteuert haben. Ober Eggerhof am Dössener Berg grenzt eine Altmoräne des Dössentalgletschers unmittelbar an den Blockstrom: sie führt vorwiegend kantengerundete Blöcke von Zentralgneis. Das Seitental, aus dem der Blockstrom herabkommt, ist auch zu klein, um einen selbständigen Gletscherstrom von solcher Länge zu erzeugen zu der Zeit, als Dössen- und Mallnitzgletscher nicht mehr bis Lassach reichten.

Der Kamm des Törlikopfs war zur Zeit der Großvergletscherung vom Eis überflossen und dementsprechend die Mulde zwischen ihm und dem Kamm Auernig—Kugelpopf wohl ganz vom Eis erfüllt. Es fragt sich also, ob bei einer Gletscherlänge bis mindestens nach Groppenstein soviel von dem Grünschieferkamm eisfrei war, daß sich eine so große Mittelmoräne auf dem Gletscher bilden konnte, denn nur als solche wäre sie nach Form und Größe der Blöcke bei glazialer Deutung aufzufassen.

In der Ursprungsnische fallen vom Kamm Auernig—Kugelpopf (P. 2040) die Schichten parallel mit dem Hang in großen Platten ab. Hier kann durch Abgleiten einer großen Felsmasse der Bergsturz seinen Ausgang genommen haben. Am Hauptkamm, vom Auernig ostwärts, sieht man, daß auch Absenkung durch ostwestlich parallel zum Kamm verlaufende Verwürfe eintritt. Beide Lösungsmöglichkeiten können bei der Bildung der Ausbruchsnische zusammengewirkt haben.

Am Ausgang des Seitentals (Rofelkopfalpe) wurde der Blockstrom etwas gegen SW abgelenkt und überschüttete infolgedessen das Mallnitztal querüber, worauf er, eingeeengt durch das schmale steilhangige Tal, in schmalem Auslauf zum Stillstand kam.

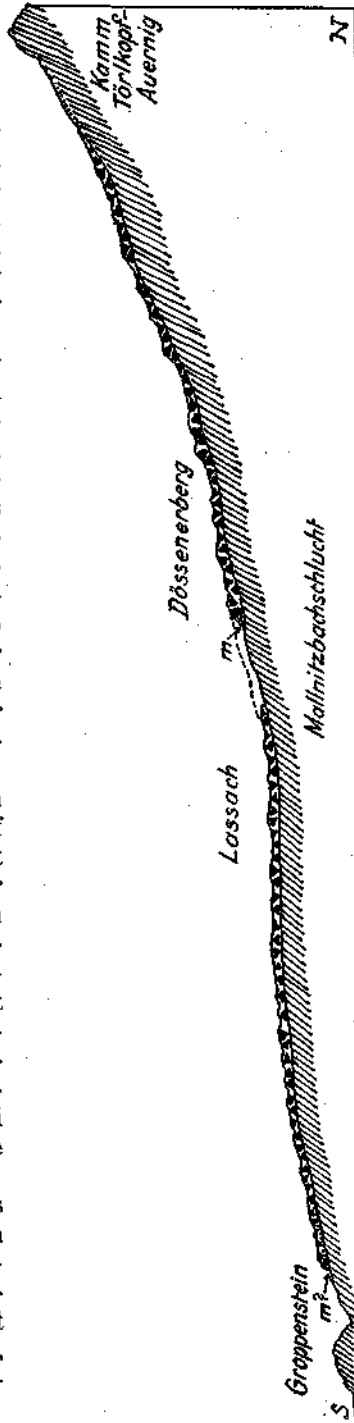


Fig. 10. Längsschnitt durch den Blockstrom des Rabischnig.  
 = Moräne, schwarze Dreiecke = Blockmassen, gestrichelt = anstehendes Grundgebirge.

Das Verhältnis der Höhenentwicklung der Bergsturzmasse zur Länge ist 1:2:5:3; wenn man von dem mutmaßlichen oberen Rand der Ausbruchsnische an rechnet, ist die Entwicklung der Sturzbahn 1:5:5:3.

Die Sturzbahn hat bis zum Ausgang des Seitentals 25° Neigung, verflacht sich dann auf 17° und ist schließlich von Lassach abwärts im Durchschnitt 7° geneigt. Der Gesamtschneigungswinkel ist 14°.

Die Ausbruchsnische erscheint unzureichend groß im Verhältnis zur überstreuten Fläche. Da ihr unterer Rand nicht näher bestimmbar ist, ist eine genaue Berechnung ihrer Größe nicht durchführbar. Nimmt man den ganzen oberen, von Felshängen umschlossenen Teil des Tals als Ausbruchsnische, so erhält man eine Fläche von rund 0,7 km<sup>2</sup>, der 2 km<sup>2</sup> überstreute Fläche gegenüberstehen, also eine Streuung von 0,7 : 2. Bei der Steilheit der Bahn und der geringen Dicke der Überschüttung genügt eine vergleichsweise geringe Größe der Ausbruchsnische, um das nötige Material zu liefern.<sup>1)</sup>

Zum Vergleich sei angeführt, daß der Bergsturz am Fernpaß (Tirol),<sup>2)</sup> der insofern zum Vergleich sich eignet, als seine Masse auch ein schmales, enges Bergtal erfüllt und die Sturzbahn annähernd parallel dazu verläuft, bei einer Höhenentwicklung von 1130 m (Oberrand der Nische bis zum Ende bei Bieberwir) eine Längserstreckung von 10 km hat, also ein Verhältnis von 1:1:10, wobei der 7 km lange flachere Teil 7° Durchschnittsneigung besitzt. Die Streuung berechnet Ampferer mit nicht ganz 1:5. Entsprechend der mindestens dreimal so großen Ausbruchsnische ist auch die Ausdehnung des Blockstroms am Fernpaß ein Mehrfaches jener im Mallnitztal bei ähnlichen Neigungsverhältnissen und ähnlicher Einengung im Tallauf.

Der Bergsturz ist postglazialen Alters oder höchstens gleichalt mit dem durch die Moräne am Dössener Berg bezeichneten letzten Eiszeitstadium (Schlußeiszeit Ampferers oder Gschnitzstadium (?) Penks). Ein über Rabeschnig und den Dössener Berg vordringender größerer Eisstrom würde die Talschwelle abgeräumt und Bergsturz- und Moränenschutt durcheinandergemischt haben. Die Blockmasse liegt in dem bereits glazial ausgeformten Tal (Felschwelle bei Rabeschnig, Trogtal des Mallnitztals).

Ein kleines Bergrutschgebiet befindet sich an der rechten Talseite des Mallnitzer Talbeckens, über dem Gehöft Obernig. Das Berggehänge zeigt an dieser Seite zwei deutliche Felsterrassen, eine breitere und längere in 1600 m, eine schwächere in 1800 m Höhe. An der unteren hat sich eine große Abrutschsnische gebildet. Der Abriß erfolgte an einer ungefähr 100 m breiten, niederen Wandstufe aus Muskovitglimmerschiefer, dem an beiden Enden feste, gneisartige Bänke eingelagert sind. Der Schiefer streicht NO (bei steilem Südostfallen) und wird von zahlreichen NNW laufenden Klüften durchsetzt, an welchen die Ablösung erfolgt. Die abwärts gleitenden Massen reichen 250 m von der Wand abwärts und werden am unteren Ende von einer festeren Felsstufe aus bergein-

<sup>1)</sup> N. Creutzburg (Die Formen der Eiszeit im Ankogelgebiet, Ostalpine Formenstudien, Abt. 2, Heft 1, Berlin 1921) bezeichnet den Blockstrom bereits als Bergsturz und beschreibt auch die Unterlagerung durch Moräne in der Mallnitzschlucht.

<sup>2)</sup> O. Ampferer, Die Bergstürze am Eingang des Ötztals und des Fernpasses. Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt, 1908, S. 80 u. f.

# Stappitzer See.

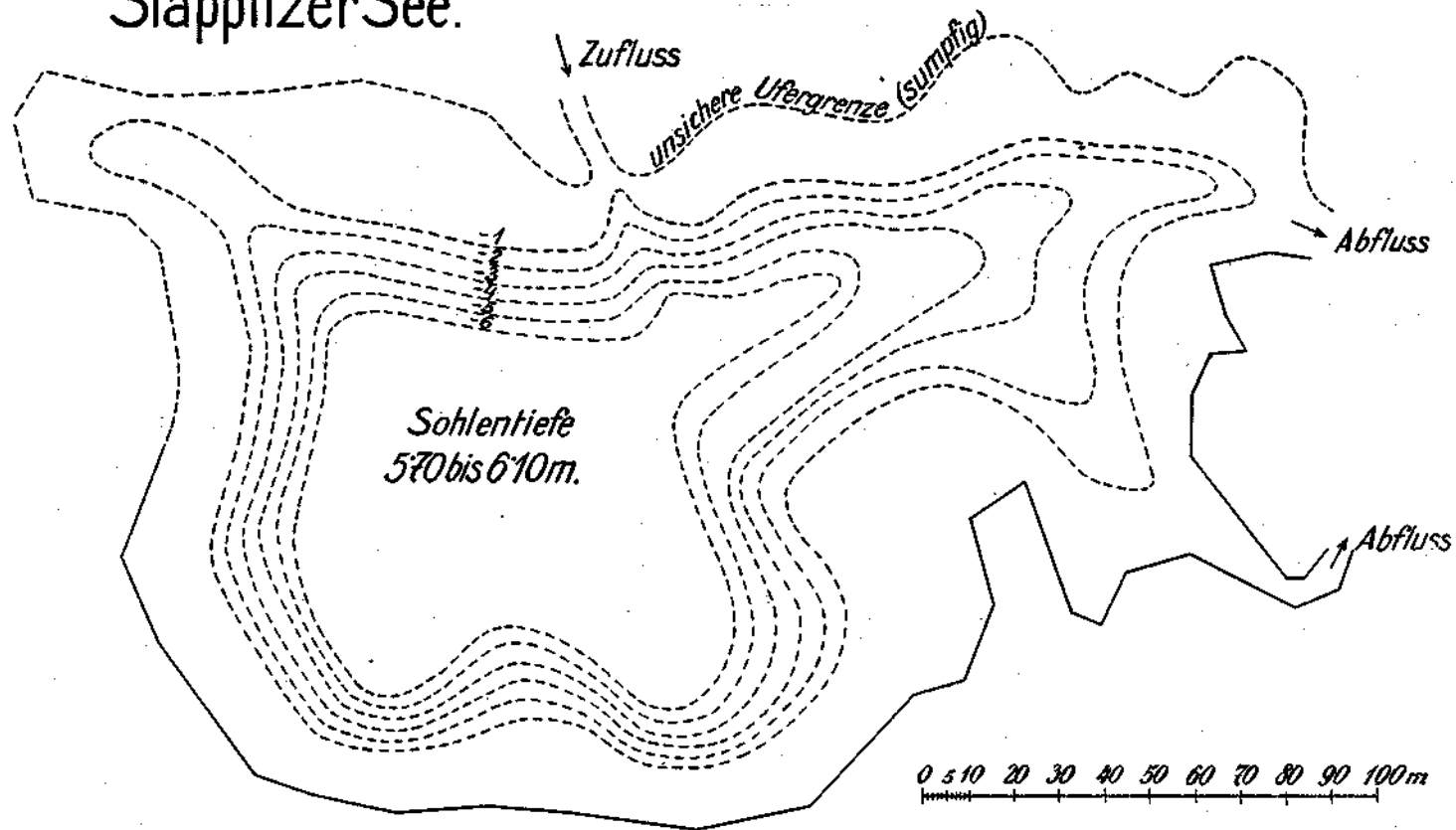


Fig. 11. Isohypsenkarte des Stappitzer Sees, aufgenommen von der Bundesbauleitung.

fallendem und NNW streichendem Glimmerquarzit gehalten. Hier kommt auch das in dem Rutschbereich einsickernde Wasser in Form kleiner Quellen zutage. Es besteht die Gefahr, daß bei besonders starker Durchtränkung durch anhaltende Regengüsse oder Schneeschmelzwasser die Rutschmasse breiig beweglich wird und dann über die Felsstufe ins Tal schiebt.

Zum weiteren Ausbau des Kraftwerkes ist die Errichtung einer Speichieranlage geplant, für welche in erster Linie der Stappitzer See oberhalb Mallnitz ins Auge gefaßt wurde. Das Seebachtal wird durch das Zusammentreffen der großen Schuttkegel des Tauernbachs und des Weißenbachs abgedämmt und ist oberhalb des Riegels zu einem großen ebenen Talboden in 1277 m Seehöhe eingesandet. In den Sandboden ist der kleine See eingebettet, der aus starken Quellen sein Wasser erhält, die am südlichen Talrand austreten. Ein offener Zufluß aus dem Seebach erfolgt nicht trotz der engen Aneinanderrückung beider. Eine am untersten Ende des ebenen Talbodens („Seeboden“) wenige Meter oberhalb der Brücke beim Gasthaus „Alpenrose“ niedergebrachte Bohrung blieb bis 10 m in feinem Sand (oben grauer Sand mit Geröllchen bis 4 cm Durchmesser, von 7 m abwärts gelber Sand ohne oder nur mit sehr kleinen Geschieben). Von 50 cm abwärts war der Sand sehr stark wasserhaltig, so daß über Nacht der Sand mehrere Meter hoch in das Rohr emporstieg.

Auf der beistehenden Fig. 11 ist das Ergebnis der von der Bauleitung veranlaßten Auslotung des Sees dargestellt, der eine flache Tellerform besitzt.

### Geologisch-technische Beobachtungen.

Als Anhang sei hier noch eine Zusammenstellung mitgeteilt, welche die Bundesbauleitung mir über meinen Wunsch zur Verfügung gestellt hat, um die Beziehungen aufzuzeigen, die zwischen der Gesteinsart und dem Fortschritt im Vortrieb des Stollens bestehen. Es wurden einige Stollenstrecken herausgehoben, welche aus möglichst einheitlichem Gestein bestehen (Kalkglimmerschiefer, Kalkphyllit, Augengneis, Quarzit), sowie eine Strecke, welche durch lebhaften Gesteinswechsel und vielfache Mylonitzonen gekennzeichnet ist. Der Einfluß der Härte, Schieferigkeit und Zerklüftung der einzelnen Gesteinszonen auf den Erfolg im Stollen-vortrieb kommt in den Zahlen der Tabelle sehr deutlich zum Ausdruck.

Zur Tabelle sei bemerkt: Die ausgewählten Strecken wurden durchwegs in maschinellem Betrieb mit zwei Flottmannschen Bohrhämmern, Type B, an der Brust vorgetrieben. Der mittlere Stollenquerschnitt betrug 5 m<sup>2</sup>. Das Gefälle des Stollens beträgt 0·9 ‰. Die Strecken 301—464, 504—639, 734—821 (Stollen II) wurden gegen das Gefälle, 1534—1734 und 1851—1887 (Stollen III) im Gefälle vorgetrieben. Ein beim Fenster in Haslach aufgestellter Kompressor K 18 mit einem Motor von 33 PS. und einem Zusatzmotor von 8·8 PS. versorgte gleichzeitig je zwei Bohrhämmer an der Brust im Stollen II und III. Die Strecken 2030—2153 und 2435—2572 im Stollen IV wurden durch einen Kompressor FK 15, gekuppelt mit FK 12 (Motoren von 28, bzw. 20 PS.), mit Preßluft für die zwei Bohrhämmer versorgt (diese Kompressoren versorgten auch die Bohrungen beim Wasserschloß). Stollen IV wurde gegen das Gefälle vorgetrieben.

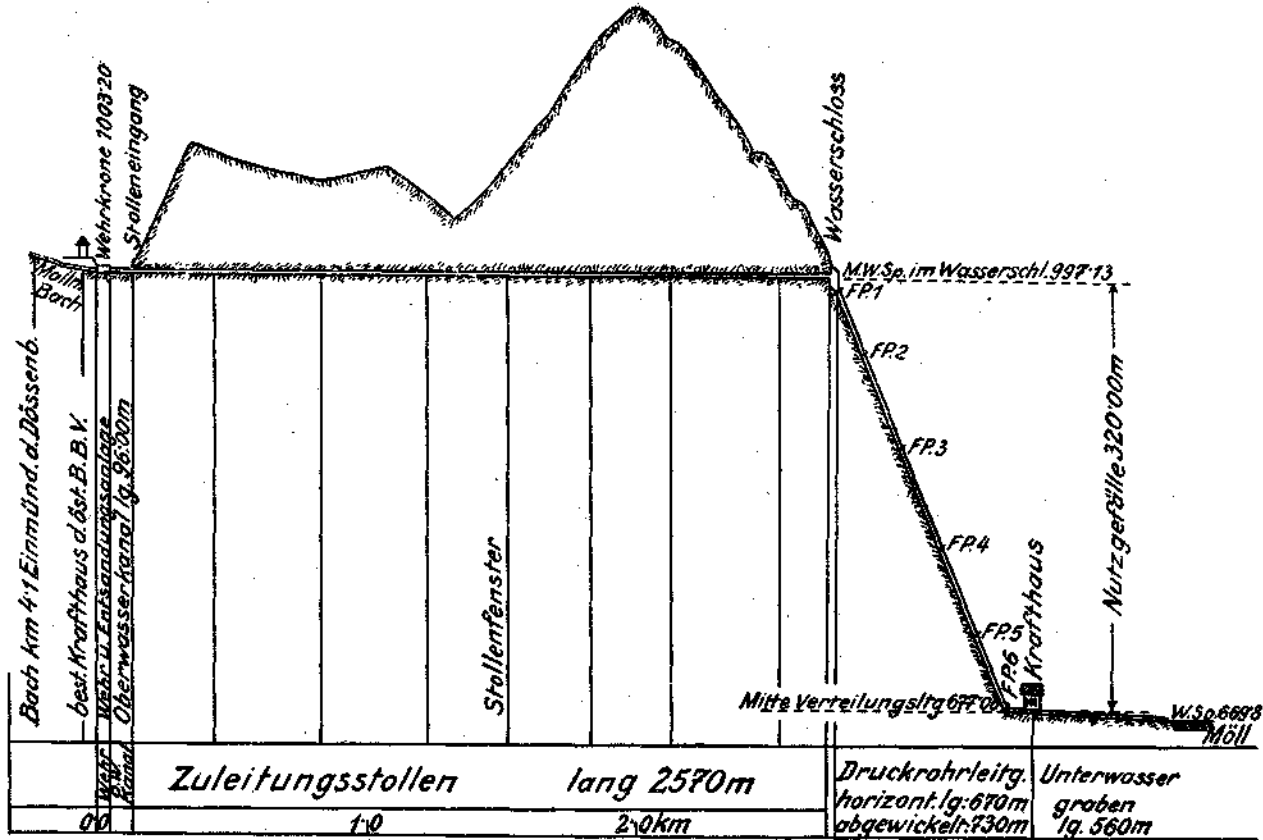


Fig. 12. Technisches Längenprofil (fünffach überhöht), entnommen einem Merkblatt der Bundesbauleitung.

Stationierung und Gesteinsart	Stollenmeter 301—464 Kalkphyllit	Stollenmeter 504—639 Kalkphyllit und Kalkglimmerschiefer	Stollenmeter 734—821 Kalkglimmerschiefer	Stollenmeter 1534—1734 Quarzit	Stollenmeter 1851—1887 Augengneis	Stollenmeter 2030—2153 Kalkglimmerschiefer und kristallinischer Kalk	Stollenmeter 2435—2572 mylonitische Randzone
Mittlerer Fortschritt pro Schicht (8 Stunden) in Metern .....	1·07	1·13	0·83	0·49	0·62	0·99	0·42
Zimmerung (Kappen) im Mittel pro Meter Stollen, Stück .....	0·33	0·12	0·00	0·00	0·00	0·15	0·84
Mittlerer Fortschritt pro Attacke in Metern	1·10	1·15	0·91	0·68	0·73	1·00	0·73
Bohrlochzahl pro Meter Stollen .....	10·20	10·30	16·35	22·90	18·01	16·20	14·60
Mittlere Bohrlochlänge in Metern .....	1·56	1·53	1·30	1·03	1·29	1·55	1·04
Bohrerschneiden pro Meter Stollen ...	29·60	28·20	53·80	147·00	86·20	48·00	20·00
Bohrer Stahl pro Meter Stollen in Kilogramm .....	0·90	0·84	1·61	4·88	2·59	1·44	0·60
Dynamit pro Meter Stollen in Kilogramm	10·45	9·80	11·44	14·08	13·78	13·45	8·58
Dynamon pro Meter Stollen in Kilogramm	0·61	1·45	2·55	2·30	2·68	0·12	1·93
Kapsel pro Meter Stollen in Stück ...	13·70	13·02	17·40	25·70	21·34	16·20	18·80
Zündschnur pro Meter Stollen in Metern	22·20	20·60	27·90	42·70	33·82	27·20	24·50
Wasserverhältnisse	Viel Tropfwasser, mehrere Quellen, hauptsächlich bergseits	Wenig Sohlwasser	Stellenweise etwas Sickerwasser in der Sohle	Stellenweise etwas Sickerwasser, sonst vollständig trocken	Stellenweise etwas Sickerwasser an der Sohle	Wenig Tropf- u. Sickerwasser. Von 2141 bis 2153 Tropfwasser vom Firste u. von bergseit. Ulme	Vorwiegend trocken, jedoch mehrere starke Quellen beiderseits
Anmerkung	—	—	—	Im Gefälle von 0·90/100 vorgetrieben, daher wiederholt Schwierigkeiten infolge des Wasserandranges	—	—	Neigung zu Kaminbildung



## Nachtrag.

Nach Abschluß des Manuskripts erhielt ich die Arbeit von Fr. Heritsch „Aus dem Gebiete von Mallnitz und dem unteren Mölltal“ als Sonderabdruck aus den Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, Bd. 62, S. 37 u. f., 1926, von dem Autor zugesendet (der Band gelangt erst später zur Ausgabe), die ich deshalb für die obige Darstellung nicht mehr verwenden konnte. Sie enthält neben weiterreichenden regionalgeologischen Mitteilungen auch ein Profil über die Lonza (Tafelbeilage), das auch den Südabhang der Lonza bis ins Mölltal durchschneidet und dort die Beziehungen zu den über dem Sonnblickgneis liegenden Schubkörpern aufzeigt. Das Nordprofil deckt sich im wesentlichen mit dem hier gegebenen (Fig. 3), nur die Lagerung des Zentralgneises am Winklerpalfen und besonders die der angrenzenden Glimmerschiefer ist in Heritsch' Profil anders aufgefaßt. Die S-förmige Falte der Glimmerschiefer habe ich nicht gesehen, auch die von Heritsch angegebene Streichrichtung des Gneises am Winklerpalfen kann ich nicht bestätigen, da ich hier überall NO- bis ONO-Streichen des Gneises gemessen habe; auch die angrenzenden Schiefer besitzen an einzelnen Stellen noch dieses Streichen. Die kleinen Gneiskeile (Flotit nach Heritsch) dürften mit den Gneisbänken am Rand der Abrutschnische über Obernig zusammenhängen. Wichtig ist die neue Beobachtung Heritsch', daß am linken Talhang über dem Süden des Bahnhofs Mallnitz ein Aufschluß von Zentralgneis sich befindet, vermutlich die Fortsetzung des Gneises am Winklerpalfen. Daß sich letzterer nicht ins Seebachtal fortsetzt, wird auch von Heritsch bestätigt. Die Grünschiefermasse Törkopf—Rabeschnig erscheint also durch eine Gneisschuppe geteilt, deren Bewegungsfläche zu den übrigen Schuppungsflächen im Streichen und Fallen gleichgerichtet ist. Die NO-Richtung des Gneises am Winklerpalfen erscheint als örtlich begrenzte Ablenkung, was auch durch das NW-Streichen der Schiefer an den beiden gegenüberstehenden Talflanken (nördlich und östlich der Ortschaft) angezeigt wird. In der Annahme einer mehrfältigen Zusammensetzung der „Mallnitzer Mulde“ sind jetzt wohl alle Bearbeiter übereinstimmend; Heritsch nimmt eine Synkline mit Gleitbretterbau an, die wahrscheinlich gleichzeitig mit den großen Überschiebungen entstanden ist.

Jänner 1927.

## Bemerkungen zum Stollenprofil.

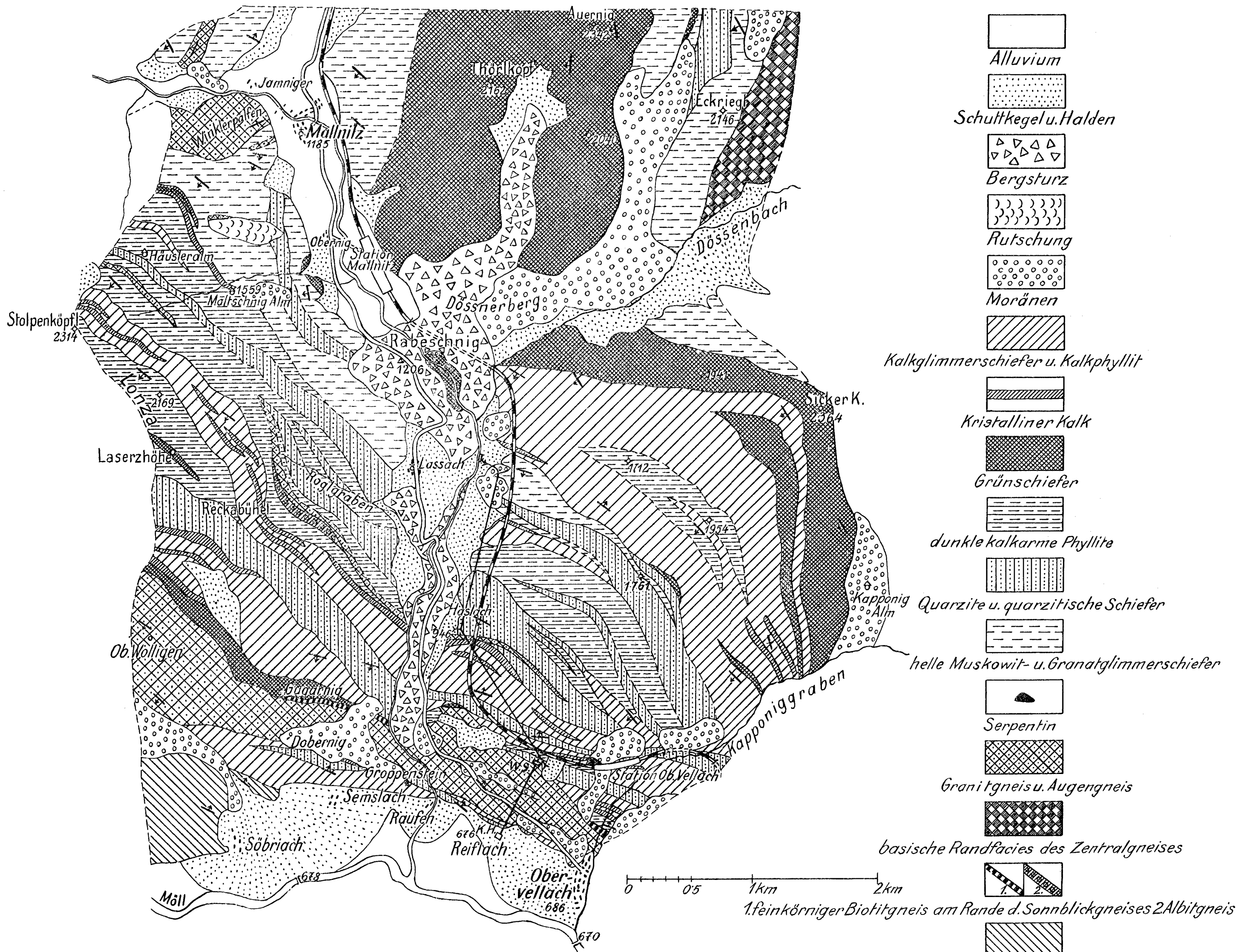
(Tafel III.)

Da die Wiedergabe des Profils im Maßstab des Originals (1 : 200) zu kostspielig war, wurde die Verkleinerung auf 1 : 1000 vorgenommen. In der Einzeichnung der Einzelheiten des Profils ist dadurch kein nennenswerter Ausfall eingetreten. Auf die Eintragung der Handstücknummern im Profil, welche die Entnahmestelle der aufgesammelten Gesteinsproben angeben, wurde verzichtet; dadurch entfällt das Bild der verschiedenen feineren Gesteinsabarten, welches das Verzeichnis der Handstücke darstellt. Die Schichten sind im Profil ebenso wie im Original in charakteristische Hauptgesteinsarten zusammengefaßt. Die im Originalprofil gesondert ausgeschiedenen biotithältigen Lagen der Kalkglimmerschiefer und Kalkphyllite wurden in Rücksicht auf die vielen Übergangsformen mit den Kalkglimmerschiefern, bzw. Kalkphylliten zusammengefaßt, ebenso wurden „Serizitschiefer“, „Serizitphyllit“ und „Serizitgneis“ zusammengenommen. Im übrigen kann bezüglich der mannigfachen Spielarten der einzelnen Gesteinsgruppen auf die vorausgehende Beschreibung verwiesen werden.

Von den im Originalprofil eingetragenen 586 vermessenen Streich- und Fallzeichen wurde an gedrängteren Stellen nur eine Auswahl übernommen, desgleichen mußten die genauen Zahlen für Streichen und Fallen weggelassen werden. Die Zeichen sind im richtigen Winkel zur Achse des Stollens gezeichnet, so daß die Streichrichtung daran abgenommen werden kann.

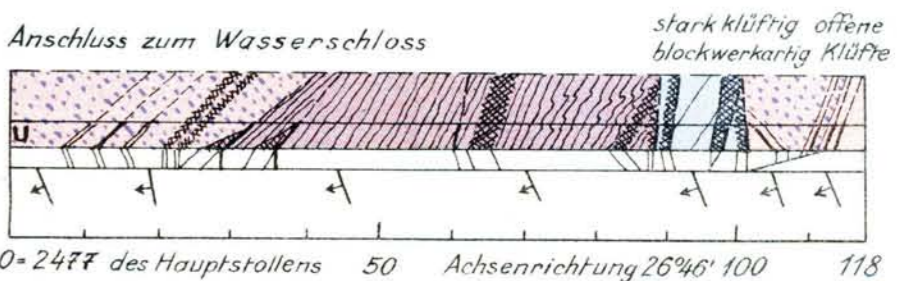
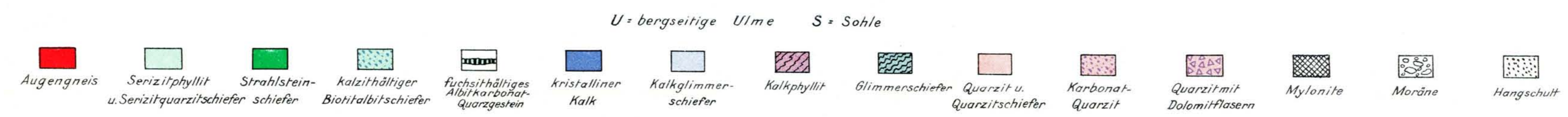
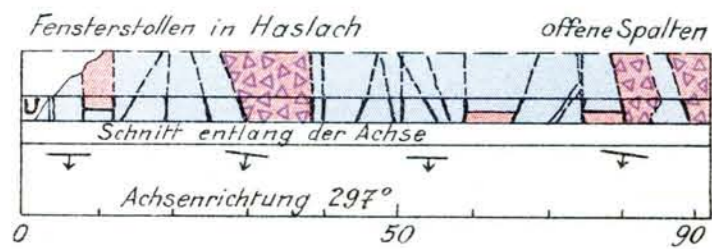
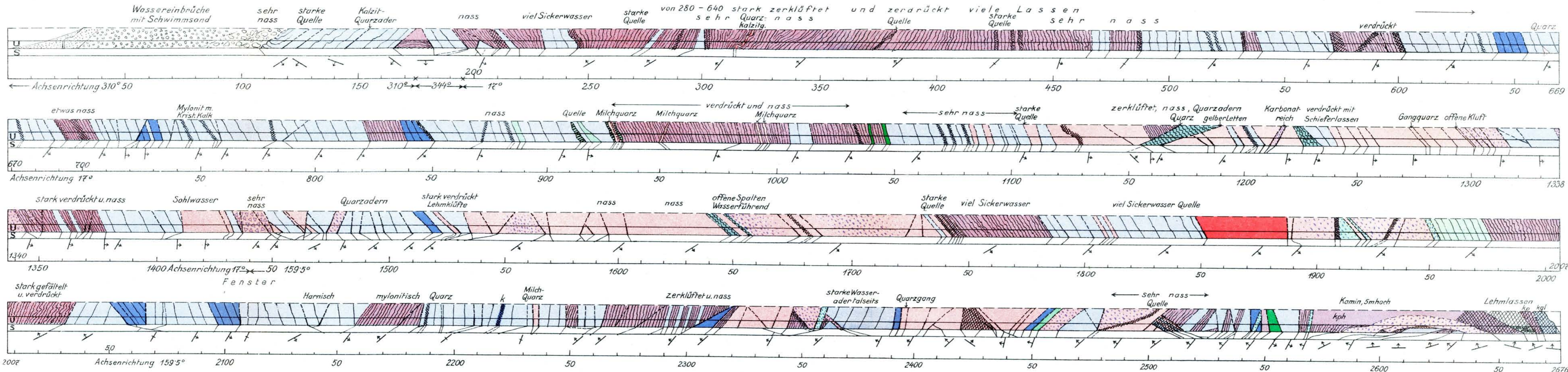
Im Originalprofil ist die Umbiegung des Stollens zwischen *m* 175 und 193 nicht entlang dem Bogen, in dem der Stollen schließlich ausgeführt wurde, sondern nach der Tangente zu diesem Bogen (für den Vortrieb) gezeichnet, woraus sich eine Verlängerung des gezeichneten Profils um 1 *m* 26 *cm* ergibt. Dies gilt in gleicher Weise für die Wiedergabe.

Im Originalprofil sind Aufriß an der bergseitigen Ulme und Grundriß an der Sohle getrennt gezeichnet. Bei der Umzeichnung wurden beide ineinandergeschlossen und, um das Profil übersichtlicher und leichter lesbar zu machen, die Zeichnung der Ulme um fast die doppelte Höhe der Ulme nach anwärts weitergeführt. Auf der Sohle ist nur der Verlauf der Schichtengrenzen und Klüfte eingezeichnet. Beim Haslacher Fensterstollen ist der Schnitt entlang der Achse dargestellt und deshalb auf Zeichnung in der Sohle verzichtet worden. Am Südende folgt das Stollenprofil dem ursprünglichen Hauptstollen, der südlich des Wasserschlosses mündet; die später gebaute Anschlußstrecke zum Wasserschloß ist getrennt gezeichnet.



Geologische Karte des Mallnitztals, aufgenommen von Wilh. Hammer. Schiefergneise der Kreuzeckgruppe





Maßstab 1:1000.

# GEOLOGISCHES PROFIL DES WASSERSTOLLENS DES MALLNITZWERKES.

Nach der Aufnahme (1:200) der Bundesbauleitung, gezeichnet von W. Hammer, 1926.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1927

Band/Volume: [77](#)

Autor(en)/Author(s): Hammer Wilhelm

Artikel/Article: [Geologische Beobachtungen beim Bau des Wasserkraftwerkes bei Mallnitz \(Kärnten\) 29-62](#)