

## Geologische Ergebnisse der Quellenaufschließungen in der obersten Mühlauer Klamm bei Innsbruck.

Von **Otto Ampferer**.

Mit 12 Abbildungen.

Für die modernen Städte gewinnt die Versorgung mit Trink- und Nutzwasser eine noch immer steigende Bedeutung. Unter den Städten der Ostalpen nimmt in dieser Hinsicht die Wasserversorgung von Innsbruck eine ganz hervorragende Stellung ein.

Die Hochdruckanlage, welche das Wasser der hohen Quellen der Mühlauer Klamm in die Häuser dieser Stadt emportreibt, wurde unter Bürgermeister Dr. Falk in den Jahren 1889 bis 1890 erbaut. Die Stadt hatte damals etwa 24.000 Einwohner und das Wasserwerk war so reichlich bemessen, daß es imstande war, bis heute und bei einem Bewohnerstand von über 100.000 Menschen seine Aufgabe zu erfüllen.

Freilich ist die Versorgung derzeit keine reichliche mehr, so daß der Wunsch der Stadtverwaltung unter Führung von Oberbürgermeister Dr. Denz nach einer entsprechenden Vergrößerung leicht begreiflich und voll begründet erscheint.

Der Verfasser trat schon im Jahre 1929 als geologischer Berater der Aufgabe einer solchen Vergrößerung nahe. Leider verstarb der Anreger eines solchen Planes, Oberbaurat Dipl.-Ing. Katscher, ganz unerwartet, und so kam es zu keiner Ausführung.

Ein zweites Mal übernahm der Verfasser dann im Herbst 1941 die Rolle eines beratenden Geologen über Aufforderung durch Direktor Dipl.-Ing. Paul v. Attlmayr und diesmal wurde im Frühjahr 1942 tatsächlich mit den Bauarbeiten begonnen, welche von der Unternehmung Inneebner und Mayer ausgeführt werden.

Innsbruck besitzt zwei von der Natur gegebene Möglichkeiten, seinen Wasserbedarf in unmittelbarer Nähe der Stadt in ausreichendem Umfange zu decken.

Die eine Möglichkeit liegt in der Erschließung von artesischem Wasser aus dem Untergrund der mächtigen Verschüttung des Inntales, die andere im weiteren Ausbau der bestehenden Anlage durch Einziehung neuer Quellen in der obersten Mühlauer Klamm.

Die erste Möglichkeit ist im Jahre 1920 durch die Tiefbohrung bei der Station Rum der Lokalbahn Innsbruck—Hall entdeckt worden. Diese Bohrung durchstieß nach etwa 16 m von groben Schottern ein mächtiges System von Innsanden, feinen tonigen Mehlsanden, und traf darunter bei einer Tiefe von 180 m neuerlich auf grobe Innschotter.

In diesen tiefen groben Schottern liegt nun artesisches Wasser aufgespeichert, das mit großer Gewalt noch zirka 20 m über das Bohrloch emporschöß.

Es wurde am Bohrloch ein Druck von zirka 20 Atmosphären und eine Wasserspende von mehr als 400 Minutenlitern gemessen. Die Absperrung dieses Wasserstrahles war nur schwierig möglich, da man damals keine Verwendung für dieses herrliche Geschenk der Natur hatte.

Die Bohrung war mit einer Craelius-Maschine kleinster Type (Anfangsdurchmesser 56 mm) ausgeführt worden und es ist wohl nicht zu bezweifeln, daß man hier mit großen Durchmessern und mehreren Bohrlöchern genügend viel Wasser zu heben vermöchte. Die Abdichtung dieses artesischen Wassers gegen die bewohnte Oberfläche des Inntales ist eine außerordentlich dichte. Über die Herkunft dieses Wassers kann auch kein Zweifel bestehen. Es handelt sich hier um Bergwässer, die in den Klüften in die Tiefe sinken und sich unter der mächtigen Schuttdecke des Inntales sammeln, wo sie gleichsam unter einem schweren Deckel gefangen gehalten liegen. Voraussichtlich stammt dieses Wasser größtenteils von der Nordseite des Inntales aus den klüftigen Kalken und Dolomiten des Karwendelgebirges. Von der Südseite dürfte aus dem Bereiche der dichten Quarzphyllite nur wenig Wasser in diese Tiefe abwandern können.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß dieses unterhalb von Innsbruck in 460 m Meerestiefe erbohrte artesische Wasser auch im Untergrund von Innsbruck liegt und sich noch weit ins Oberinntal hinauf erstreckt. Hier wäre für Innsbruck auf der Ulfiswiese (581 m) die Gelegenheit gegeben, dieses gespannte Wasser zu erreichen und zu heben. Hier ragt an der Nordseite das hohe Kalkgebirge der Solsteingruppe und das niedrigere des Hechenberges empor, deren Kluftwässer fast restlos versinken und nur zu geringem Teile an kleinen Quellen zum Abfluß kommen.

Im Gebiet der Ulfiswiese fließt einerseits ein kräftiger Quellbach ab, andererseits liegt unter einem ausgedehnten Lehmlager eine Schotterzone, in der zwischen 20 bis 30 m Grundwasser erbohrt wurde. Sehr viel tiefer dürfte dann erst das artesische Wasser zu finden sein.

Die Schätze dieses artesischen Wassers sind indessen auch für die geplante Vergrößerung des Wasserbezuges nicht herangezogen und bleiben für die Zukunft aufbewahrt.

Für die Gewinnung neuer Quellschüsse wurden die noch freien höchsten Quellen der Mühlauer Klamm ins Auge gefaßt, weil hier schon eine altbewährte Wasserleitung besteht, weiter genügend gutes Wasser zu fassen ist, das neben seiner erprobten Qualität auch noch den Vorteil eines großen Gefälles bietet, dessen Gewalt in einem neuen Kraftwerk zur elektrischen Ausnützung kommen soll. Der letztere Umstand sichert die Überlegenheit gegen das tief liegende artesische Wasser, muß aber leider mit der Verarmung der seltenen Naturschönheiten der Mühlauer Klamm bezahlt werden, deren herrliche Wasserspiele und Schleierfälle dem Stollenbau zum Opfer fallen.

Nördlich von Innsbruck ragt die Nordkette mit ihren Triasschichten stellenweise mehr als 2000 m als hohe Schutzmauer gegen die kalten Nordwinde empor. Wir wissen heute, daß es sich hier nicht um eine einfache Schichtfolge handelt, sondern daß vielmehr zwei Decken, unten die Lechtaldecke, oben die Inntaldecke übereinanderliegen, welche schon in vorgosauischer Zeit von Süden her tektonisch eingewandert sind.

Die Lechtaldecke wird hier vor allem von Hauptdolomit und jüngeren Schichten bis zum Neokom aufgebaut, wogegen die Schichten der Inntaldecke mit Buntsandstein beginnen, dann die Haller Salzlagerstätte umschließen und über Reichenhaller Schichten-, Muschelkalk-, Partnachsichten, Wettersteinkalk bis zu den Raibler Schichten und zum Hauptdolomit reichen. Diese beiden mächtigen und weithin streichenden Decken liegen aber nicht einfach glatt übereinander, vielmehr bildet die liegende Lechtaldecke eine tiefgreifende Mulde, in welcher nun die hangende Inntaldecke liegt. Es ist aber wahrscheinlich, daß die beiden Decken nicht gleichzeitig miteinander gefaltet wurden. Die Lechtaldecke dürfte zuerst eingerückt, gefaltet und bereits von der Erosion abgetragen worden sein, bevor die Inntaldecke dann über dieses Relief ihren Weg genommen hat.

Bei diesem höchst gewaltsamen Vorgang wurden die untersten Schichten der Inntaldecke ebenso mißhandelt wie die obersten der Lechtaldecke.

Die untersten Lagen der Inntaldecke bestehen aus Buntsandstein-Haselgebirge-Rauhacken. Von diesem Besitzstand von Altrias treffen wir am Südrande der Inntaldecke noch ziemlich zusammenhängende Bestände, wogegen dieselben am Nordrande ganz ausgedünnt und zerrissen sind.

Die Ausschmierung der Fahrbahn der Inntaldecke mit den zähen Letten des Haselgebirges und den Mergeln der Reichenhaller Schichten hat auch für die Quellwege viel Bedeutung. Insbesondere wurden diese plastischen, leicht verschiebbaren Massen in den Furchen des Feliets der Lechtaldecke angehäuft. Diese Anhäufung findet ihren großartigsten Ausdruck in der Einstopfung des Haller Salzstockes zwischen Haller Zunderkopf und dem gewaltigen Gewölbe des Bettelwurfs. Der Zunderkopf gehört ins Liegende des Salzstockes und zur Lechtaldecke, der Bettelwurf ins Hangende und zur Inntaldecke.

Nach den Seiten zu keilt der Salzstock rasch aus, doch Teile seines Daches aus Haselgebirgsletten sind weithin verschleppt worden. Besonders auf dem Sattel des Walder Joches ist diese Verschleppung sehr schön zu sehen.

Hier liegt das Haselgebirge auf flach nordfallenden Juraschichten und wird von Rauhwacken und Wettersteinkalk überlagert. Auch noch weiter östlich treffen wir am Vomper Joch eine ganz ähnliche Stelle, wo auch ein schmaler, langer Streifen von Haselgebirge und Rauhwacke die Grenze zwischen Lechtal- und Inntaldecke bezeichnet.

Merkwürdig ist die Ostgrenze der Verschleppung des Haselgebirges. Sie liegt an der Südseite des Karwendels bei der Thaurer Alpe und an seiner Nordseite am Falkenkamm.

Verbindet man beide Vorkommen, so erhält man eine ungefähr nordsüdliche Grenze, von der allerdings nur Süd- und Nordende bekannt sind, während der Mittelteil durch die Inntaldecke verhüllt wird.

Macht man die begründete Annahme, daß die Salzlagerstätte an der Basis der Inntaldecke von Süden gegen Norden vorgetragen wurde, so würde diese Grenze die Marschrichtung anzeigen. Für uns hat diese Westgrenze des Haselgebirges insofern eine Bedeutung, als das Einzugsgebiet der Mühlauer Quellen genau westlich von dieser Salzgrenze gelegen ist.

Wie schon erwähnt, treten die Quellen der oberen Mühlauer Klamm an der Grenze der Inntaldecke gegen die Lechtaldecke auf. Diese Quellzone wird von dieser Klamm etwa zwischen 1040 bis 1170 m angeschnitten.

Der Ausschnitt im Grundgebirge ist nur an der etwas außerhalb der Klamm gelegenen Wurmbachquelle offen zu sehen. Alle anderen Quellen entspringen aus der Höttinger Breccie, welche hier als Rest einer riesigen interglazialen Hangverschüttung über dem Grundgebirge ausgebreitet liegt.

Während die nahezu horizontalen Bänke dieser Breccie am Ausgang der Klamm noch etwa 140 m mächtig sind, beträgt ihre Dicke in der obersten Klamm nur mehr 40 bis 50 m.

Die Reste der Höttinger Breccie reichen oberhalb der Klamm auf der östlichen Seite noch bis über 1800 m empor. Wir haben es hier also mit einer großzügigen Verschüttung der ganzen Nordkette zu tun, welche auch die Quellen der Mühlauer Klamm völlig unter sich begraben hat.

Eine Rückstauung der starken Quellen hat aber sicherlich nicht stattgefunden, da sie durch den anfangs nicht verkitteten, ziemlich groben Kantschutt leicht Auswege fanden. Nach der Verkittung folgten sie offenbar den einzelnen, locker verkitteten Lagen, welche zwischen den dichteren eingeschaltet liegen.

Da nun aber die Breccienlagen mit 20 bis 30° bergab fallen, so wurden auch die Quellen durch die Eindeckung bergab geleitet. So haben wir in der oberen Mühlauer Klamm alle Quellaustritte bergab verschoben. Da die stärkeren Quellen leicht imstande waren, sich in der kalkigen Schuttmasse ihre Wege auszuweiten, fließen sie in höhlenartigen Gerinnen ab. So konnten die Quellen, welche zumeist in Wasserfällen in die Klamm stürzten, bei der ersten Wasserfassung uns schwer in solchen Breccienhöhlen gefangen werden.

Wenn man am Rande der Mühlauer Klamm steht und gegen die steil aufragende Nordkette emporschaut, so hat man gleich den Eindruck, daß diese mächtige Mauer von nordfallenden Triaskalken kein irgendwie ausreichendes Einzugsgebiet für derart starke Quellen bieten kann.

Ist schon der Umfang des geographischen Einzugsgebietes von etwa 4½ km² viel zu klein, um die Jahresleistung der Quellen der Mühlauer Klamm von zirka dreißig Millionen Kubikmeter liefern zu können, so tritt eine weitere Verminderung durch das klar vorgezeichnete Bergeinfallen dazu, welches die Niederschläge berglein zu leiten versteht. Tatsächlich tritt auch oberhalb der Mühlauer Klamm keine einzige Dauerquelle von Bedeutung auf. Bei genauerem Zusehen wird nun zunächst klar, daß für die Wasserwege innerhalb dieser berglein fallenden Kalkmassen nicht so sehr die Schichtfugen als vielmehr die Klüftungen das Entscheidende sind.

Alle hier für den Wasserhaushalt in Betracht kommenden Gesteine außer dem teigigen Buntsandstein und den lehmigen Rauh- wacken zeigen eine Zerlegung in größere und kleinere unregelmäßige Würfel. Die Hauptklüfte stehen dabei mehr minder senkrecht zu den Schichtflächen. Es gibt aber auch viele schräg verlaufende Klüfte.

Außer diesen Reißklüften treten zahlreiche Schubflächen auf, welche man an den geglätteten Flächen und den Führungsrillen leicht erkennen kann. Ein großer Teil der Klüfte ist schon wieder mit Calcit verheilt, zahlreiche andere stehen aber offen und stellen benützbare Wasserwege vor.

Es ist nun aber sicher, daß neben diesem dichten Netzwerk von Klüften auch viele größere Hohlräume im Innern der Kalkmasse vorhanden sein müssen, weil es sonst ganz unmöglich wäre, so große Wassermassen jahraus jahrein ohne Unterbrechungen zu liefern.

Eine kleine Rechnung wird diese Notwendigkeit von größeren Hohlräumen für die gleichmäßige Wasserlieferung unmittelbar klarstellen. Bei der neuen Wasserfassung wurden im Klamm bachfensterstollen im April 1943 bei m 273 250 Sekundenliter aufgefahren. Diese Spende hält nun seitdem ununterbrochen an, wobei sie anfangs Mai eine Höhe von 465 Sekundenlitern erreicht hatte. Es fließen also hier, wenn wir nur die Dauerleistung von 250 Sekundenlitern der Rechnung zugrunde legen, in einem Tage 21.600 m<sup>3</sup>, im Jahre aber 7,884.000 m<sup>3</sup> aus diesem Stollen frei ab.

Wir können also, wenn wir die lange Zeit einer viel größeren Spende dazurechnen, eine volle Jahresleistung von etwa zehn Millionen Kubikmetern einschätzen. Dies würde eine Röhre von 1 m<sup>2</sup> Querschnitt von einer Länge von 10.000 km zu füllen vermögen.

Nimmt man die Gesamtleistung aller Muhlhauser Quellen in einem Jahre mit etwa dreißig Millionen Kubikmeter an, so würde dies zur Füllung einer Röhre von 30.000 km und damit zur Umgürtung von drei Vierteln der Erde ausreichen. Großräumig würde dies ein Gefäß von etwa 1 km<sup>2</sup> Bodenfläche und etwa 30 m Höhe füllen.

Wenn man, roh gerechnet, die Fallhöhe des Wassers von den Karen bis zu den Quellaustritten mit 1 km einsetzt, so würde diese Wassermasse zu ihrer Unterbringung im Innern der Kalkmasse 30.000 Röhren von je 1 m<sup>2</sup> Querschnitt erfordern. Nimmt man eine Auffangfläche für die Niederschläge von zirka 30 km<sup>2</sup> an, so kämen bei einer regelmäßigen Verteilung je tausend solcher Röhren auf 1 km<sup>2</sup>, das heißt, es würde auf zirka je ein Flächenquadrat von 32 m<sup>2</sup> je ein solcher Schacht treffen. Man sieht gleich, daß die Unterbringung einer solchen Wassermasse im Felsinnern eine ungeheure Durchlöcherung nötig macht.

Es ist aber zu beachten, daß diese Rechnung nur stimmt, wenn man mit einer einmaligen Füllung die Quellen für ein ganzes Jahr versorgen könnte. Dies ist bekanntlich aber keineswegs der Fall, vielmehr ist ja die Füllung über das ganze Jahr hin verteilt.

Durch eine solche Art der Füllung kommt man natürlich mit wesentlich geringeren Hohlräumen aus.

Neben dem Riesenmaß an Hohlräumen im Innern der Kalkberge interessiert uns auch, wie die Fallwasser und Schneeschmelzen von einer Fläche von zirka 30 km<sup>2</sup> auf die schmalen Mundlöcher der Quellen vereinigt werden. Außerdem treten die Quellen trotz der Fallhöhe von zirka 1000 m in ruhigem Fluß aus dem Berg und keineswegs als spritzende Strahlen. Es muß also der größte Teil ihrer Fallkraft im Felsinnern vernichtet werden.

Das ist auf mehrfache Weise möglich. Zunächst sind reiche Wendungen der Klüfte sowie Knickungen und Verengungen sehr abbremsend. Weiters kommen durch Kreuzungen von verschiedenen Kluftsystemen, durch die Füllung von Hohlräumen starke Hemmungen für den zügigen Durchfluß zustande. Wenn man an Felswänden oder in den Stollen die Verteilung der Klüfte betrachtet, so erkennt man bald das Vorherrschen von vertikalen Richtungen. Damit kommt man

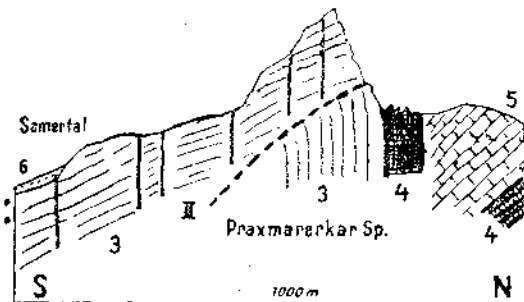
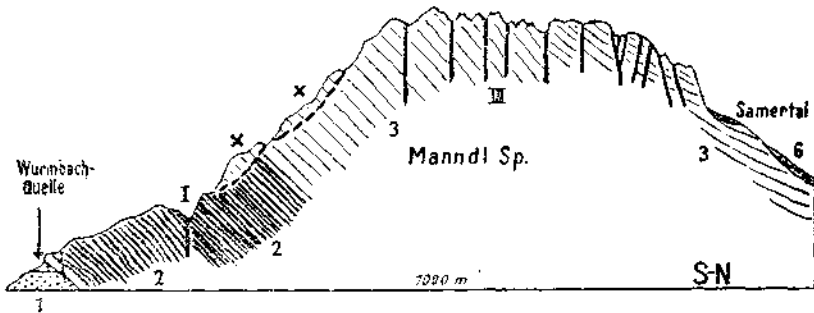


Abb. 1.

Querprofil von den Mühlauer Quellen bis zur Praxmarerkar-Spitze.

- 1 = Buntsandstein + Reichenhaller Sch.
- 2 = Muschelkalk.
- 3 = Wettersteinkalk.
- 4 = Raibler Sch.
- 5 = Hauptdolomit.
- 6 = Blockmoränen.

- x = Gletschollen.
- I = Störung des Gletsch Jöchls.
- II = Schubfläche, welche den Sattel des Gletsch Kammes zerschneidet.
- III = Ost-westlich streichende Klüfte.

aber nicht zu einem Zusammenführen der vertikalen Wasserfäden zu den tiefen, schmalen Quellaustritten.

Es sind dazu also unbedingt auch mehr horizontale Wegstrecken erforderlich. Die einfachste Vorstellung ist hier, daß von den hohen Auffangschüsseln die Wässer so lange an Steilklüften niedersinken, als dies möglich ist. Stößt dann das Kluffwasser auf eine undurchlässige Zone, so wird es sich hier stauen, bis es einen Ausfluß findet.

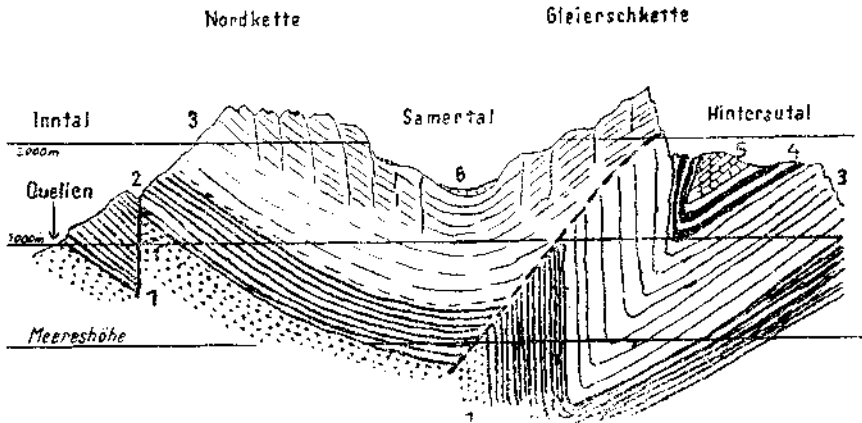


Abb. 2.

**Schematischer geologischer Schnitt des Sammelgebietes.**

Vereinfachte Darstellung mit denselben Schichtbezeichnungen wie in Abb. 1. Man erkennt deutlich als Hauptwassersammler die große Mulde des Samertales, aber auch aus der nördlichen Mulde im Hinterautal sind noch Wasserspenden möglich.

Wenn man einen geologischen Querschnitt (Abb. 1 und 2) von der Mühlauer Klamm bis zum Hinterautal genauer betrachtet, so findet man eine mächtige Mulde, die am Stempeljoch beginnt und sich von dort gegen Westen sowohl kräftig verbreitert als auch beträchtlich senkt. Sie wird von Wettersteinkalk gebildet, welcher im Kern auf dem flachen Kamm des Niederbrandjoches noch einen Streifen von Sandsteinen der Raibler Schichten trägt. Im Norden schließt sich an diese breite Mulde dann ein schmaler, steil aufgerichteter Sattel aus Wettersteinkalk, an dessen hohen Nordwänden sich steilgestellte Raibler Schichten einer neuen Mulde anschließen.

Es ist nun klar, daß für die Fütterung der Mühlauer Quellen in erster Linie diese nahe und mächtige Mulde des Samer Tales in Betracht kommt. Diese Mulde streicht am Stempeljoch ostwärts in die Luft aus. Wir wissen aus den tiefen Aufschlüssen des Haller Salzberg-

werkes, daß hier unsere Mulde randlich von dem Salzstock noch unterlagert wird. Die Salzlagerstätte, deren Tiefgang heute vom Bergbau noch nicht erreicht ist, wird oben und an den Seiten von einem mächtigen Mantel von ausgelaugtem Haselgebirge dicht abgeschlossen. Dieser Dichtungsmantel dürfte auch unsere Mulde, wenigstens an ihrem Ostrande, gegen unten dicht abschließen.

Weiterhin kommen für den unteren Abschluß noch die lehmigen Breccien der Reichenhaller Schichten und der Buntsandstein in Betracht. Diese Großmulde dürfte nach ihrer tektonischen Form den Taleinschnitt des Samer Tales noch erheblich unterteufen.

Weiter westlich sinkt die Mulde dann im Bereich der Seefelder Senke noch sehr viel tiefer. Diese Senkung hat mit dem Sammelraum unserer Quellen nichts mehr zu tun. Die Stauung der Kluftwässer dürfte also für unser Gebiet im Osten durch den Haselgebirgsmantel des Haller Salzstockes, weiter westlich durch eine Verschmierung mit lehmigen Reichenhaller Schichten und Buntsandstein neu besorgt werden.

Es ist nun zu fragen, wie sich die Wasserfüllung dieses mächtigen und tiefen Sammelkellers und sein Abfluß zu den Quellen vollzieht. Dies ist nicht in seinen tausenden von Einzelheiten, sondern nur in den Grundlinien erforschbar. Würde die Wasserbewegung innerhalb der Mulde von der Vorzeichnung der Schichtflächen geleitet, so könnten die Mühlauer Quellen nur wenig erhalten, weil die Hauptmasse zu der Isar abgeführt würde.

Wir wissen aber, daß die Wasserführung im Felsinnern vor allem den Klüften anvertraut ist.

In einer überzeugenden Weise tritt die Bedeutung der Klüftung an dem hohen nackten Felskamm hervor, der das Samer- und Halltal an der Nordseite begleitet. (Abb. 3.)

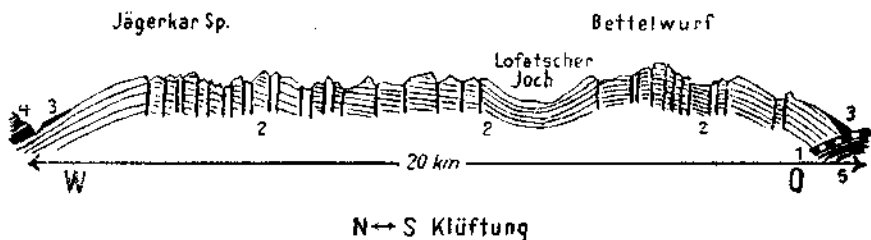


Abb. 3.

- 1 = Zone von Haselgebirge.    2 = Wettersteinkalk.    3 = Raibler Sch.  
 4 = Hauptdolomit.    5 = Jura Sch.

Nordsüdliche Klüftung infolge tektonischer Verbiegung der Inntaldecke im Streichen.

Dieser Kamm aus Wettersteinkalk besitzt von der Gleierschklamm im Westen bis zum Walder Joch im Osten eine Länge von zirka 20 km und zeigt die vertikale Zerklüftung in schöner Weise. Dabei besteht der Kamm aus zwei weitgespannten Aufwölbungen, welche durch die schmale Mulde des Lafatscher Joches getrennt sind.

Obwohl in der Zeichnung des Kammes nur die Hauptklüfte schematisch eingetragen sind, erkennt man leicht ihre Bedeutung für die Gipfelbildung, Kargliederung und die Einführung der Fallwässer ins Innere des Gebirges.

Die Faltung, welche uns in diesem stolzen, ostwestlich streichenden Karwendelkamm entgegentritt, ist aber nicht die ältere, von Süden gegen Norden gerichtete Hauptfaltung, sondern die jüngere, senkrecht dazu von Osten gegen Westen zielende Faltung. (Abb. 4.)

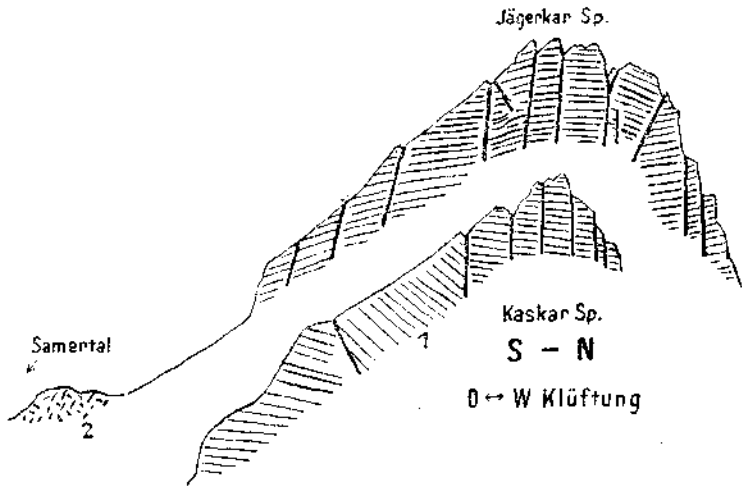


Abb. 4.

1 = Wettersteinkalk. 2 = Gleitmasse aus 1 am Fuß der Mühlwände.  
Ost-westlich gerichtete Klüftung im Wettersteinkalk, parallel zum Streichen.

Eine ganz andere Art von Klüftung ist besonders an dem Steilabfall der Nordkette ins Inntal in der Form von Bergzerreibungen ausgebildet. Hierzu liefert der Felskamm von der Arzler Scharte zur Rumer Spitze hoch ober der Mühlauer Klamm ein prachtvolles Beispiel. (Abb. 5.)

Besonders der hohe Felskerker neben der Arzler Scharte ist von tiefen offenen Spalten zerrissen. Diese Spalten liegen senkrecht zur Zugrichtung der Schwere gegen das Inntal; während die Zerklüftung am Gipfel der Rumer Spitze schon der Zugrichtung gegen Norden an-

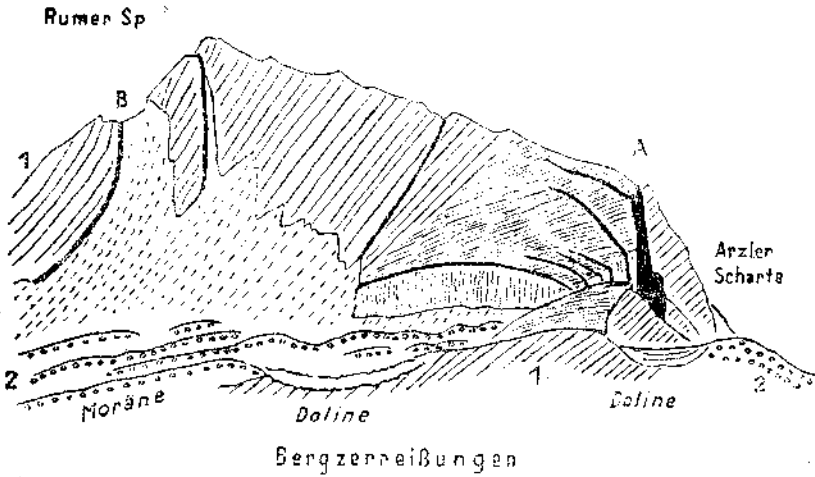


Abb. 5.

Bergzerreißungen an der Rumer Spitze — 2453 m.

1 = Wettersteinkalk. 2 = junge Blockmoränen.

2 Gruppen von Bergzerreißungen, von denen A im Schwerkzug gegen das Inntal im S und B im Zugfeld gegen die Pfeis-Alpe im N liegt.

2 große Dolinen im Wettersteinkalk. — Ansicht von Westen.

gehört. Im Gegensatz zu den tektonischen Klüften sind die Klüfte der Bergzerreißungen meist weit geöffnet, so daß sie auch viel Schnee in ihre Mäuler aufnehmen können.

Es fehlt daher nicht an zahlreichen steilen Klüften, welche die Kalke quer zu ihrer Schichtung dem Wasser gangbar machen. So ist also die Wasserzuleitung in den großen Sammelkeller einfach gelöst.

Wir haben also Zuführung der Niederschläge entlang der steilen Klüfte und Stauung über dem dichten Muldenboden.

Wenn die Stauung eine Höhe erreicht, daß das Wasser den oberen Rand der Abdichtung überschreiten kann, wäre hier entlang der Klüfte ein Austreten von Quellfäden am Inntalabfall der Nordkette möglich. Ein solcher Quellhorizont ist aber nicht entwickelt. Es bleibt also noch zu untersuchen, warum statt eines langen Quellenbandes eine so kraftvolle Zusammenfassung in dem schmalen Einschnitt der Mühlauer Klamm erfolgt ist.

Wenn man von den Terrassen südlich von Innsbruck gegen die Nordkette schaut, so fällt uns gleich die tiefe Felsfurche auf, welche von der Arzler Scharte — 2162 m — geradlinig zur Mühlauer Klamm herabzieht. Diese bis zum Rand der Mühlauer Klamm zirka 1000 m hohe Felsrinne ist größtenteils mit Schutthalden verschüttet, über welche die steilen Wegschlingen zur Arzler Scharte emporführen. Nur

der oberste Teil dieser Furche zeigt blanken Fels. Sie ist bis zur Mühlauer Klamm herab wasserleer.

Für ihre Entstehung kommen zwei Möglichkeiten vor allem in Betracht. Entweder deutet diese Furche eine Bruchzone an, welche hier die Nordkette quer durchbricht, oder die Furche ist von einem Hanggletscher und seinen Abflüssen ausgearbeitet worden. Wahrscheinlicher ist vielleicht noch tektonische Vorzeichnung und nachfolgende Ausarbeitung. Für die tektonische Anlage der Furche spricht die etwas verschiedene Schichtstellung zu ihren beiden Seiten. Sowohl von der Westseite (Manndspitz) als auch von der Ostseite (Rumer Spitz) fallen die Bänke des Wettersteinkalkes gegen die Furche zu ein.

Ich hatte schon viele Jahre die Vermutung, daß hier dieser Furche eine Bruchlinie zugrunde liege, welche das Felsgefüge so weit auflöckerte, daß ihr entlang eine Entwässerung der hohen Mulde der Pfeisalpe und des obersten Samer Tales stattfinden konnte. Dies schien mir eine ausreichende Erklärung für die überraschend große Wasserfülle der Mühlauer Klamm zu sein.

Nun hat aber die bisherige Quellaufschließung den Nachweis erbracht, daß diese Fuge nicht die einzige ist, vielmehr noch eine Nachbarfuge vorhanden ist. (Abb. 6.)

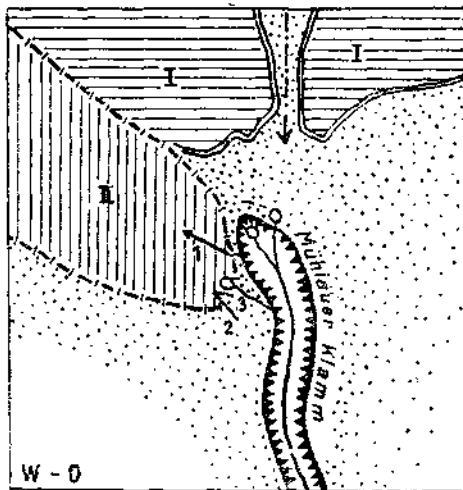


Abb. 6.

**Schema der geologischen Lage der Mühlauer Quellen.**

Die 2 Störungslinien der Arzler Scharte und des Gleirsch Jöchls nähern sich in der obersten Mühlauer Klamm und begründen hier die Wasserzusammenführung für die Quellen, welche in 2 von einander unabhängigen Gruppen austreten.

- I = Scholle der Arzler Scharte
- II = Scholle des Arzler Horns
- . - = Störung der Arzler Scharte
- | - = Störung des Gleirsch Jöchls
- 1, 2, 3 = Wasserstollen.

Diese zweite Fuge ist im Gelände lange nicht so auffällig. Während die Fuge der Arzler Scharte nordsüdlich verläuft, hat diese neu entdeckte Störungslinie eine Richtung von SO gegen NW.

Sie nimmt ihren Weg von der obersten Mühlauer Klamm entlang der Schusterreißer vorbei am Arzler Horn übers Gleirsch Jöchls durch

das Hafelekar zur Arzler Kristentalpe. Am Schnittpunkte dieser zwei Störungen treten nun die großen Quellen der Mühlauer Klamm auf, welche nach diesen zwei Hauptzuführungslinien in ihrer ganzen inneren Wirtschaft deutlich getrennt sind. Wir haben uns nun mit dem inneren Bau des Gebirges und mit seinen inneren Wasserwegen so weit beschäftigt, daß die Zusammenführung so großer Wassermassen im Einschnitt der Mühlauer Klamm geologisch verständlich erscheint. Das ganze hier versammelte Wasser stammt also aus der Inntaldecke und ist gegen die darunter liegende Lechtaldecke im wesentlichen abgedichtet.

Wir haben uns nun noch näher mit der Gebirgsoberfläche zu beschäftigen, welche alle Niederschläge in der Form von Wasser, Hagel und Schnee empfängt und davon erfahrungsgemäß über vierzig Prozent zu den Quellen abführt. (Abb. 7.)

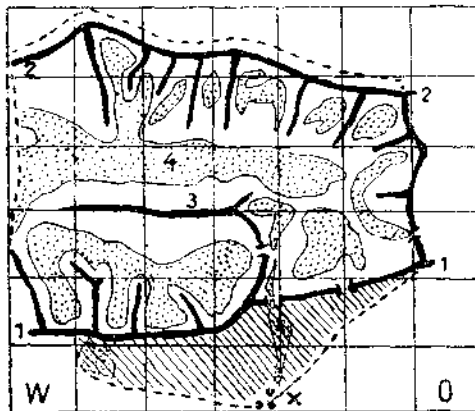


Abb. 7.

**Einzugsgebiet der Mühlauer Quellen in km<sup>2</sup>.**

- 1 = Innsbrucker Nordkette.
- 2 = Gleiersch Kamm.
- 3 = Kamm des Nieder-Brandjochs.
- 4 = Moränen-Schutt.
- x = Austrittsstelle der oberen Mühlauer Klamm-Quellen.
- Schraffiert = Einzugsgebiet am Abfall zum Inntal.

Wie insbesondere die langjährigen genauen Messungen der Niederschläge im Umkreis des östlich benachbarten Achensees ergeben haben, kann man für 1 km<sup>2</sup> des Karwendels mit einer Quellspende von zirka 1,000.000 m<sup>3</sup> rechnen.

Da die Mühlauer Klammquellen einen Jahresdurchschnitt von zirka dreißig Millionen Kubikmeter liefern, ist dazu schätzungsweise ein Einzugsgebiet von zirka dreißig Quadratkilometern Gebirgsoberfläche erforderlich. Überträgt man dieses Flächenmaß auf die neue Karwendelkarte des Deutschen Alpenvereins im Maßstabe 1:25.000, so erhält man eine Abgrenzung, welche im Osten vom Stempeljoch zur Bachofenspitze, von dort den Gleierschkamm entlang bis zur Jägerkar Spitze verläuft. Von dieser Spitze zieht die Westgrenze über den Einschnitt des Samer Tales und den wilden Felsgrat der Kumpfkar Spitze zur Innsbrucker Nordkette, welche an der Kaminspitze er-

reicht wird. Die Südgrenze zielt von der Kaminspitze über die See-grube schräg zur Mühlauer Klamm und hebt sich dann wieder über die Vintlalpe zur Pfeiser Spitze und zum Stempeljoch.

Dieser große Raum ist nördlich vom Samer Tale in die Karkammern: Jägerkar, Jägerkarl, Gamskar, Praxmarer Kar, Kaskar, Sonntagskar gegliedert. Das tief verschüttete Samer Tal weitet sich oben in die große Hochfläche der Pfeisalpe aus. In die Nordseite der Innsbrucker Nordkette sind endlich noch das Riesekar des Grubachs mit den Seitenräumen von Mühlkar, Hafelekar, Tunigkar und Steinkar eingeschnitten. Wir haben also etwa zwölf wunderbare Karnischen, welche bestens geeignet sind, die ganzen Schneemassen des Winters aufzufangen und bis zur Abschmelzung zu behüten.

Ein oberflächlicher Wasserablauf kommt aus diesen Karen kaum in Betracht. Der einzige Bach, welcher hier zeitweise fließt, ist der Samer Bach, der aber auch vielfach unterbrochen und versunken ist.

Den schönsten Einblick in diesen großartigen Sammelraum der Niederschläge bildet eine Höhenwanderung von der Hafelekar Spitze zur Pfeisalpe, welche mit Hilfe der Nordkettenbahn unschwer auszuführen ist.

Die Karräume sind an den Seiten von frischen Schutthalden eingesäumt, während der wellige Boden von ungezählten Trichtern und Dolinen förmlich abgesteppt erscheint. Zur Hauptsache besteht der Untergrund dieser Trichterscharen aus Blockmoränen der Schlußvereisung. Es sind aber auch die flachen, offenen Felsböden von der Erosion ganz zerfressen. Außerdem finden sich hier geräumige Dolinen, wie sie in besonders schöner Ausbildung an der Arzler Scharte und an der Westseite des Stempeljoches zu finden sind.

Die Bildung der Trichter ist dem Alter nach verschieden. (Abb. 8.) Man begegnet massenhaft Trichtern, welche in die jüngeren Moränenwälle eingeschnitten sind. Es gibt auch Trichterscharen, die von einem glatten Moränenwall sauber umgürtet sind. Hier ist offenbar der Moränenwall jünger als die Trichter. Gletscherschiffe sind hier selten, und zwar fast nur unter der Moränenbedeckung noch erhalten. Dafür kann man sowohl die Einrundung der Karschwellen als auch der Seitenkämme stellenweise gut erkennen.

Damit haben wir in Umrissen die geologischen Grundlagen für das Auftreten der großen Quellen in der oberen Mühlauer Klamm kennengelernt, und es bleibt noch die Aufgabe, die eigentliche Aufschließung der Quellen zu beschreiben, soweit sie bisher ausgeführt wurde.

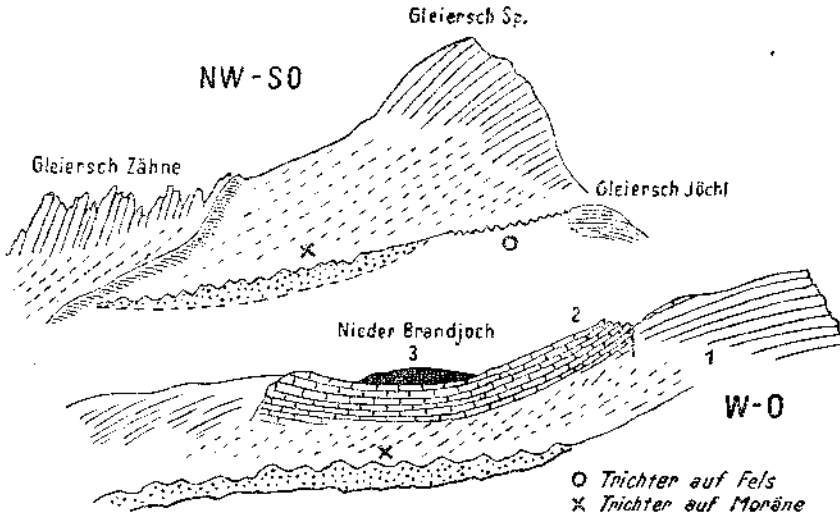


Abb. 8.

- |   |  |
|---|--|
| 1 = Wettersteinkalk, lichtgrau.                                 | x = Trichterbildung auf jungen Blockmoränen. |
| 2 = dünner geschichteter, rostig gelbrötlicher Wettersteinkalk. | o = Trichterbildung auf Wettersteinkalk.     |
| 3 = Raibler Sandsteine = Muldenkern.                            |  |

Der Plan, wie er mir im Jahre 1942 vorgelegt wurde, stammt von Chefingenieur Angerer der Bauunternehmung Innerebner und Mayer, Innsbruck. Derselbe sah zunächst die Fassung der drei obersten Quellen mit einem Sammelstollen vor, welcher in einem weiten Bogen den Hintergrund der Mühlauer Klamm unterfahren sollte.

Die Höhenlage dieses Stollens war mit 1140 m festgelegt. Die drei Quellen (Wurbach-, Klambach- und Alte Rumer Stollenquelle) sollten mit Seitenstollen in den Sammelstollen hereingezogen und mit dessen Hilfe südwärts aus dem Lawinenbereich der Klamm auf einen bewaldeten Bergrücken zu einem Wasserschloß herausgeführt werden. Von diesem Wasserschloß war dann die Ableitung zu einem neuen Kraftwerk und einem größeren Wasserbehälter geplant. Diese Bauwerke sollten auf einem Waldhügel südwestlich von Schillerhof untergebracht werden. Die Bauausführung wurde der Unternehmung Innerebner und Mayer übertragen. Sie steht unter der Leitung von Chefingenieur Dr. L. Mühlhofer. Die geologische Beratung ist dem Verfasser anvertraut.

Der Bau begann im Frühjahr 1942, und zwar zunächst mit der Herstellung eines Aufzuges vom Rosner Weg zur Baustelle auf Höhe 1140 m. Gleichzeitig wurden auch die Wohnbaracken für die Ar-

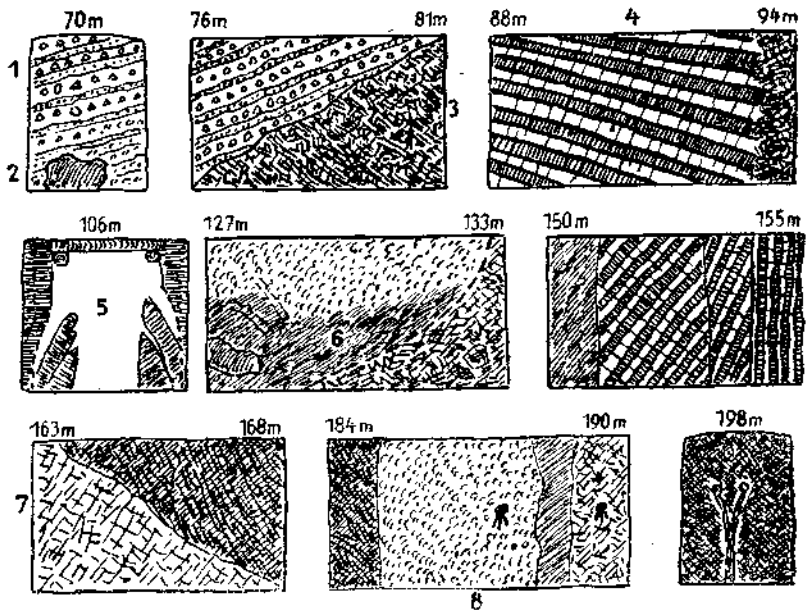


Abb. 9.

## Ortbilder vom langen Fensterstollen.

- |   |  |
|---|--|
| 1 = Höttinger Breccie.  | 5 = Stollenquerschnitt mit seitlichem Hereindrücken von Mergelmassen.        |
| 2 = Block von dunklem Kalk.   | 6 = gelblichgrüne Mergelmassen mit einem Block von löcherigem, dunklem Kalk. |
| 3 = Dolomitische Breccie mit mergeliger Bindung.                                | 7 = festere, größere Dolomitbreccie.   |
| 4 = Wechsellagerung von feinkristallinem braunem Dolomit mit zähen Mergellagen. | 8 = fester, löcheriger Kalk mit der ersten Quelle.                           |

beiter, eine Baukanzlei sowie ein Fahrgeleise auf der Höhenlinie 1140 m bis in die Mühlauer Klamm in Angriff genommen.

Meine Tätigkeit begann Mitte Mai 1942 mit geologischen Geländeaufnahmen und der Ausarbeitung eines Querschnittes für den Bau des ersten Fensterstollens, welcher vom Rande der Mühlauer Klamm senkrecht auf den geplanten Sammelstollen vorgetrieben werden sollte. (Abb. 9 und 10.) Für die Länge dieses Stollens war ein Maß von zirka 100 m vorgesehen. Meine Vorhersage lautete ab Mundloch auf zirka 80 m Höttinger Breccie, dann Eintritt ins Grundgebirge aus Rauhacken und Muschelkalk. Diese Vorhersage des Grundgebirges stimmte ziemlich genau, dagegen war die Beschaffenheit des Grundgebirges eine wesentlich andere.

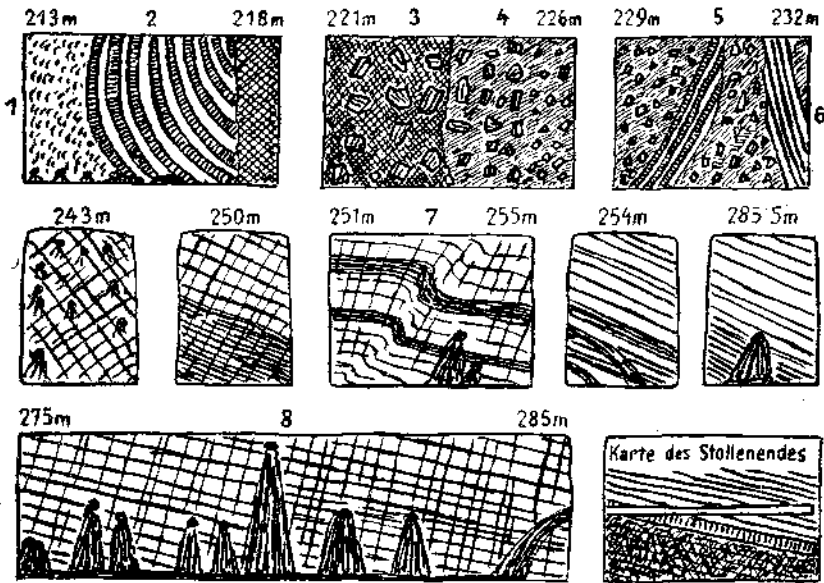


Abb. 10.

**Ortbilder vom langen Fensterstollen.**

- |   |  |
|---|--|
| <p>1 = löcheriger, rötlichgrauer Kalk mit Sinterüberzügen.</p> <p>2 = Dolomitscholle mit Mergellagen.</p> <p>3 = lehmreiche Breccie mit den ersten dunklen Trümmern von Muschelkalk.</p> <p>4 = Muschelkalk-Brocken in dunkelgelber Rauhwanke.</p> <p>5 = gelbe Rauhwanke mit einem Keil von grauem, dünn-schichtigem Dolomit mit dünnem Mergelbelag.</p> | <p>6 = gelbe Rauhwanke mit einem Keil von dunklem, gutgeschichtetem Muschelkalk.</p> <p>7 = Faltenknie aus Muschelkalk, der zwischen dickeren, hellen Lagen dünn-schichtige, dunkle zeigt.</p> <p>8 = reichste Quellstrecke in schön geschichtetem und deutlich geklüftetem Muschelkalk.</p> |
|---|--|

Statt gelber Rauhwanke und Muschelkalk fand der Stollen ein mächtiges System von mergelreichem Dolomit der Reichenhaller Schichten sowie von großen Massen von lehmreichen Dolomitbreccien und seltener Brocken und Schollen von dunklen Kalken. Der Vortrieb, welcher in den mit 20 bis 30° bergab fallenden Bänken der Höttinger Breccie noch keine besonderen Hindernisse bot, begann nun in diesem rasch wechselnden und druckhaften, lehmreichen Gesteinsgemische schwierig zu werden.

Schon in der Höttinger Breccie zwang der Wechsel von locker und fester verkalkten Lagen zur streckenweisen Auszimmerung. In der folgenden Grundgebirgsstrecke mit ihren großen Mergelmassen und Anhäufungen von lehmigen Breccien war mit geringeren Aus-

nahmen schwere Verpölung nötig. Glücklicherweise war infolge der reichen Lehmführung wenig Wasserzudrang vorhanden.

Was nun die Aufschließung der Höttinger Breccie betrifft, so hat sich trotz fortlaufender Beobachtung der frischen Sprengstücke weder irgendein erratisches Geschiebe, noch auch ein eisgeschliffenes Stück in dieser weißen Breccie gefunden. Ebenso fehlt jede Spur von Buntsandstein oder Haselgebirge.

Die weit überwiegende Masse besteht aus kantig gebrochenem Wettersteinkalk. Häufig wurden auch Stücke von großoolithischem Wettersteinkalk gefunden, der erst hoch oben am Kamme der Nordkette ansteht. Es sind daher Stücke von Wettersteinkalk aus der ganzen Fallhöhe seines Anstehens in der Breccie vereinigt.

Neben diesen lichtgrauen, weißlich grauen, seltener rötlichen Kalkstücken tritt der Bestand an den dunklen Kalken des Muschelkalkes auffallend zurück. Erst in den tieferen Bänken stellen sich mehr Brocken und Blöcke von Muschelkalk ein. Die Grenzfläche des Grundgebirges, an welche sich die Bänke der Breccie dicht anschmiegen, erhebt sich in einer leicht wellig verbogenen Fläche von 76 m auf 82 m.

Merkwürdigerweise trat an der Schichtgrenze kein Wasser auf. Statt des erwarteten Muschelkalks schloß der Vortrieb nun eine stark zerdrückte dolomitische Breccie mit lehmiger Bindung und ohne klare Schichtung auf. Zwischen 87 und 96 m gelangte der Stollen in eine Scholle von feinkristallinem, dünnschichtigem, bräunlichem Dolomit, der ein regelmäßiges Bergeinfallen von zirka 20° zeigte. Die zahlreichen Klüfte dieses Dolomites sind mit weißem Dolomitpat verheilt. Der Dolomit steht in lebhafter Wechsellagerung mit zähen, gelblichgrauen Mergeln, die im Durchschnitt nur 1 bis 2 cm stark sind, aber auch Mächtigkeiten von mehr als  $\frac{1}{2}$  m erreichen.

In der folgenden Strecke von 96 bis 113 m nimmt der Mergelgehalt derart überhand, daß die Dolomitbreccien ganz zurücktreten. Diese Breccien enthalten Toneisenknollen, Brocken von Dolomitaschen und kleine, eckige, braune Dolomitstückchen.

In einer schwärzlichen Breccie von Dolomitstückchen in Mergelpackung sind auch kleine schwarze Schieferstückchen enthalten. In dieser Lehmstrecke treten hin und hin steilgestellte Schaufelflächen auf. Diese trennten an beiden Seiten zwischen den Stempeln keilförmige Lehm Massen los. Bei 106 m brach von der rechten Seite eine zirka 20 cm<sup>3</sup> große Lehm Masse herab, die einen 4 m hohen Kamin herausriß.

Die Beschaffenheit des Stollens war also bei zirka 100 m so schlecht, daß an keine Abzweigung in den Sammelstellen gedacht werden konnte. Man beschloß also, geradeaus weiter vorzudringen.

Zwischen 113 und 116 m traten in flacher Lage gelbgraue Mergel und Dolomitreccien, manchmal weißlicher Dolomitteig auf. Bei 120 m fanden sich in der Breccie kleine, dunkelgrüne Mergelstücke mit feinem Weißglimmerstaub. Bei 125 m erfolgte von der linken Seite her ein starker Abbruch von zähem, gelbgrauem Mergel. An der Firste trat Tropfwasser aus der Dolomitreccie.

Auf der Strecke zwischen 127 und 135 m waren drei größere Blöcke von dunkelgrauem, löcherigem Kalk in der Breccie eingeschlossen. Der Kalk zeigte deutliche Anfrassungen vom Wasser. Zwischen 132 und 136 m erscheint eine feuchte, druckhafte Zone, aus der bei 133 m ein sechs Meter hoher Kamin herausgebrochen ist. Zwischen 143 und 146 m tritt eine festere Scholle von horizontal geschichtetem Dolomit mit vielen Mergellagern auf. Bei 151 bis 152 m liegt eine Dolomitscholle mit einem Fallen von 70 bis 80°, bei 153 bis 158 m stellt sich im Dolomit senkrecht ein Fallen ein. Das Streichen verläuft spitzwinkelig zur Stollenachse. Alle Klüfte des Dolomits sind hier mit Lehm gefüllt.

Zwischen 158 und 185 m wechseln Dolomitreccien mit größeren Mergelmassen. Die lehmreichen Breccien brechen vielfach nach und weisen steile Schubflächen auf. Zwischen 185 und 188 m wurde eine Scholle von löcherigem Kalk und viel Kalksinter angefahren, aus dem bei 188 m eine erste und bei 189 m aus Dolomitreccie eine zweite Quelle entsprang. Diese zwei Quellen lieferten zusammen 96 Minutenliter, von denen 32 Liter bei 80 m im Stollen versanken. Zwischen 189 und 199 m begegnete der Vortrieb wieder lehmreichen Dolomitreccien, aus denen eine Quelle von 1½ Sekundenlitern bei 198 m austrat.

Von 199 bis 208 m liegt festerer Dolomit mit weniger Mergel, der ein widersinniges steiles Bergausfallen zeigt. Zwischen 208 und 209 m beginnen Kalkeinschaltungen. Hier schoß ein armdicker Wasserstrahl von links her in den Stollen. Bei 214 bis 217 m erscheint eine steil berglein fallende Scholle von Dolomit und Mergellagen. Dahinter ist wieder Dolomitreccie mit reichlichem Mergelzusatz.

Von 211 bis 223 m treten in einer lehmigen Breccie die ersten eckigen Trümmer von dunklem Muschelkalk auf. Bei 224 bis 232 m herrscht nun die lang erwartete gelbe Rauhwaacke mit vielen eckigen, schwarzen Kalktrümmern. Bei 229 m steckt in dieser gelben Rauhwaacke eine steil widersinnig bergaus fallende, 1 m dicke Dolomit-

platte. Bei 232 m war dann endlich der steil berglein fallende Muschelkalk erreicht. Der Stollen, der schon in der Rauhwanke freisteht, begegnete nun in den Gutensteiner Kalken erst einem Bergeinfallen von zirka 70°, das aber bald in das regelmäßige Nordfallen von zirka 40° übergeht. Die Wasserführung, welche in der gelben Rauhwanke noch etwa 319 Minutenliter betrug, stieg nun in der Kalkzone rasch an. Der Stollen wurde im Muschelkalk bis 286 m vorgetrieben. Das Einbrechen der Quellstrahlen erfolgte dabei vor allem von der linken Seite und aus der Firste.

Die Quellschammer ist ganz in festem Muschelkalk ausgesprengt. Dunkle, mächtige Bänke wechseln vielfach mit hellen. Die Klüftung verläuft senkrecht zur Schichtung und ist weiß verheilt. Das Wasser bricht aus offenen Spalten.

Stellenweise ist der Kalk sehr klüftig und teilweise fast zu Sand zerdrückt. Das Wasser springt unter Druck in Bogenstrahlen in den freien Raum. Die Wasserführung ist zur Hauptsache im Stollen zwischen 275 und 286 m und hier merkwürdigerweise größtenteils auf die linke Seite beschränkt, obwohl an der rechten Seite die großen Nachbarquellen liegen.

Die stärkste Einzelquelle lieferte zirka 30 Sekundenliter. Alle meßbaren Einzelquellen ergeben zusammen zirka 100 Sekundenliter. Da dies nur etwa ein Drittel bis ein Viertel des damaligen Gesamtwassers war, muß an oder unter der Stollensohle noch viel Wasser aufquellen.

Es ist schon erwähnt worden, daß von der linken Stollenseite nur wenig Wasser kommt. Das steht im Einklang mit der Erscheinung, daß trotz der Nähe und größeren Höhe das Wasser der Quellen des Klambaches und des alten Rumer Stollens nicht in den langen Fensterstollen hereingezogen wurde. Es muß also hier eine gute Abdichtung dazwischen liegen.

Der Stand der Wasserführung im langen Fensterstollen war am

17. Dezember 1942	72 Sekundenliter
5. Jänner 1943	80 „
18. Jänner 1943	78 „
27. Februar 1943	110 „
16. März 1943	140 „
23. März 1943	154 „
1. April 1943	250 „
6. April 1943	300 „

Zeitmessung zur Füllung von 1 m<sup>3</sup>

20. April 1943 schätzungsweise . . . . .	400—500	Sekundenliter
Anfang Mai 1943 . . . . .	465	„
22. Juli 1943 . . . . .	345	„
6. August 1943 . . . . .	281	„
15. August 1943 . . . . .	276	„
30. August 1943 . . . . .	274	„
10. September 1943 . . . . .	250	„
20. September 1943 . . . . .	254	„
20. Oktober 1943 . . . . .	210	„

Flügelmessung.

Die Temperatur des Quellwassers wurde am 13. März 1943 gleichzeitig mit drei verschiedenen Thermometern zu 4,6°, 4,8° und 5,2° bestimmt.

Eine bakteriologische Untersuchung ergab seine einwandfreie Beschaffenheit. Der Raum zwischen 250 und 286 m wurde als Querkammer abgesperrt und von dort aus das ganze Wasser teils in Röhren zur Leitung der Wurmbachquelle, teils zum Klammstollen hinabgeführt und so der Stadtleitung eingefügt. (Abb. 11.)

Nachdem der Fensterstollen so reichlich Wasser erschlossen hatte, war das nächste Bauziel, den Sammelstollen anzuschlagen und zunächst bis zum Beginn der Wasserführung vorzutreiben. Seine Anschlagstelle liegt wieder auf der Höhenlinie 1140 m und gleich neben der Station des Aufzuges.

Der Voreinschnitt war in der Grundmoräne des alten Inngletschers auszuführen. Dabei zeigte sich die Grundmoräne in zwei Ausbildungen, unten als blaugrauer, feingeschichteter Lehm, der nach oben in die normale geschiebereiche, ungeschichtete Moräne übergeht. Eingedeckt wird die Grundmoräne von einer schmalen Hülle von gelbbraunem Löß. In beiden Abarten der Grundmoräne stecken zahlreiche gut polierte und geschrammte Geschiebe und Blöcke aus Höttinger Breccie, Wettersteinkalk, Muschelkalk sowie vielen kristallinen Gesteinen.

Das Portal des Stollens steht noch ganz in der Grundmoräne. Die Stollenmessung beginnt am Portal. Der Stollen verblieb noch zirka 13 m in der Grundmoräne und traf dann auf das Grundgebirge, welches hier aus rosarotem Buntsandstein besteht, der mit schmäleren, blutroten Tonschiefern wechsellagert. Die Lagerung ist flach und wellig berglein fallend. Auf dem Buntsandstein lagert dicht die Grundmoräne, welche an der Grenze viele Brocken von Buntsandstein samt erratischen Blöcken umschließt. Bei 25 m steht der Stollen ganz im Buntsandstein. Hier umhüllte der teigig weiche, rosarote Buntsandstein einen  $\frac{3}{4}$  m langen, gerundeten Block eines grünlichen, quarzreichen Gneises.

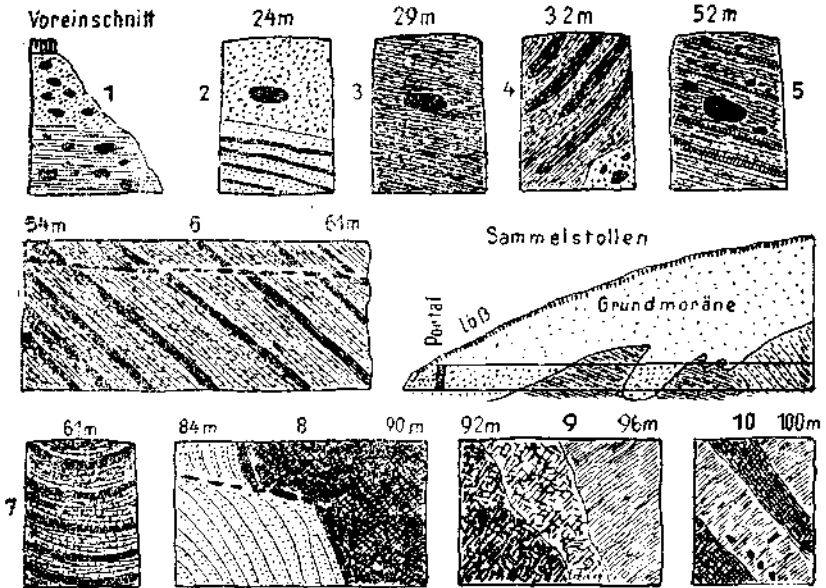


Abb. 11.

## Ortbilder vom Sammelstollen bis 100 m.

- |   |   |
|---|---|
| <p>1 = oben Löß, darunter Grundmoräne des Innglatschers, die unten in feinschichtigem Lehm umgeschwemmt ist.</p> <p>2 = oben Grundmoräne mit Gneisblock, unten rosaroter Buntsandstein mit schmalen Lagen von blutroten Tonschiefern.</p> <p>3 = in teigig weichen Buntsandstein liegt ein Gneisblock eingeknetet.</p> <p>4 = schwarze, weißgestreifte, schmale Falten in rötlichem, weißem Buntsandstein.</p> <p>5 = die letzten eisgeschliffenen Blöcke in weißlichrotem, grünstreifigem Buntsandstein.</p> | <p>6 = fester, weißrot gestreifter Buntsandstein mit Querverschiebung.</p> <p>7 = weiß-grün-rot gebänderter Buntsandstein.</p> <p>8 = über den roten Buntsandstein ist ein schmales, zerrissenes Band von gelber Rauhwacke und Dolomit-Breccie vorgeschoben.</p> <p>9 = Übergang von grober Dolomit-Breccie in feinere und in gelbe Rauhwacke.</p> <p>10 = Wechsel von gelber Rauhwacke mit Dolomit-Breccien. In der Rauhwacke liegen kleine, dunkle, löcherige Kalkstücke.</p> |
|---|---|

Bei 100 m wurde das erste Wasser erbohrt.

Ähnliche Blöcke waren auch noch an der Sohle des Stollens in den Buntsandsteinteig eingepreßt. Überraschenderweise geriet der Stollen bei 31 m neuendings ganz in die Grundmoräne, in der er bis 40 m an der Sohle, bis 50 m in der Firste verblieb. In dieser Einschaltung von Grundmoräne wurden bei 40 m ein größerer Block von festem Granatamphibolit sowie eine Höhle angeschnitten. Aus dieser Höhle floß zunächst Schlamm, dann aber Wasser aus. Sie war 1 m lang, 70 cm breit und 75 cm hoch. Die Hohlform blieb nach der Entleerung bestehen. Wahrscheinlich handelte es sich ursprünglich um einen in der Moräne eingeschlossenen Eisblock.

Die letzten erratischen Blöcke treten im Teig des Buntsandsteins bei zirka 52 m auf. Der anfangs rosarote Sandstein zeigt nun nicht nur blutrote, sondern auch weißliche und grünliche Lagen. Auch schwarzweiß gestreifte Varietäten treten auf. Mit der Einschaltung der Grundmoräne verschwand nun auch die Feuchtigkeit. Zugleich beginnt hier das normale steilere Bergeinfallen von 45 bis 50° und der festere Buntsandstein.

Der Hügel von Buntsandstein, den der Stollen zwischen 13 bis 35 m durchstieß, ist wohl von Süden her über einen mit Grundmoräne gefüllten Graben durch den Schub des Inngletschers vorgeschoben worden. Hinter diesem Graben zeigt sich das Gestein nun staubtrocken in bunten Farbmustern. Bei 61 m wechseln rote, weiße und grüne Lagen. Dünne, dunkelgrüne Blätter liegen dann zwischen blaßroten Quarziten. Zwischen 61 und 63 m sind diese bunten Sandsteinlagen zu einer Knickung verbogen. Der obere Teil des Anstehenden scheint flach über den unteren um zirka 2 m verschoben. Bei m 85,5 stecken in grünem Sandstein schmale, abgequetschte Linsen von roten Sandsteinen. Es treten nun auch dunkelgraue Einlagerungen auf. Bei 85 m erscheint das erste Band von gelber Rauhacke. Auch hier ist der obere Schichtanteil gegen den unteren um etwa 1,5 m bergaus verschoben, wobei der schmale Rauhackestreif gestreckt und zerrissen wurde. Hinter der gelben Rauhacke tritt sofort eine grauweißliche Dolomitbreccie auf.

Weiter berglein wechseln Lagen von gelber Rauhacke mit grauen Dolomitbreccien. Bei 96 m steht eine gelbe, dichte Rauhacke mit mergeliger Bindung an. Hier war der Stollen noch staubtrocken. Bei 100,5 m drang aus der gelben Rauhacke aus einem Bohrloch von 1 m Tiefe ein Brunnen von 1 Sekundenliter und aus einem 2 m tiefen bereits ein Strahl von 10 Sekundenlitern heraus. Es war also die Grenze der Wasserführung und die Kalknähe erreicht. Am 28. Mai wurde der Vortrieb eingestellt, die Bohrlöcher wurden mit langen Holzzapfen zugeschlagen. Der Vortrieb soll hier erst aufgenommen werden, wenn ein weiterer Fensterstollen zur Wasserabfuhr in das Gerinne des Wurmbaches bereitsteht.

Der Vortrieb dieses Hilfsstollens erfolgte zirka 15 m unmittelbar unterhalb der alten Fassung der Wurmbachquelle. Es war voraussehen, daß dieser Stollen ungefähr mit der halben Länge wie im Sammelstollen den Kalk und seine Wasserführung erreichen würde. Tatsächlich ist auch die Kalkgrenze genau bei 46 m aufgefahren worden. (Abb. 12.)

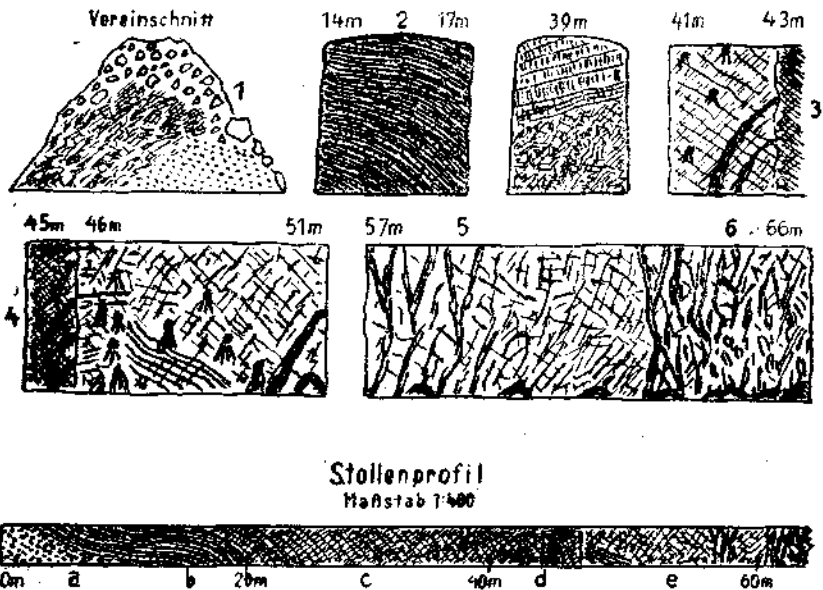


Abb. 12.

## Ortbilder vom Wurmbach-Fensterstollen.

- |  |  |
|--|--|
| <p>1 = unten roter Buntsandstein, darüber rötlicher und lehmiger Teig sowie eine Haube von Kalktrümmern.</p> <p>2 = grauer, feinglimmeriger, lehmiger, trockener Buntsandstein.</p> <p>3 = Wassereintrich an der Steilgrenze zwischen grober und feiner gelber Rauhwacke.</p> <p>4 = starker Wassereintrich an der Steilgrenze zwischen gelber Rauhwacke und kluffreichem Triaskalk.</p> | <p>5 = steile, offene, versinterete Klüfte, in denen gelbliche Konkretionen von Kalkschlamm angehäuft sind.</p> <p>6 = mächtige offene Klüfte wie von einem Einsturz.</p> <p>In 5 und 6 tritt das Wasser 30—40 cm über der Stollensohle aus.</p> <p>a = roter Buntsandstein.<br/> b = grauer<br/> c = Dolomit-Breccien.<br/> d = gelbe Rauhwacke.<br/> e = stark geklüfteter und ausgewaschener Triaskalk.</p> |
|--|--|

Im Voreinschnitt war eine Mischung von rotem, weißlichem, flach bergem fallendem Buntsandstein und darüber ein zäher, gelber Teig, vermisch mit Trümmern und Blöcken von Muschelkalk und Fetzen von Buntsandstein zu sehen. Der rötliche Buntsandstein verschwand bergem und machte einem lehmigen, grauen Sandstein Platz. Dieser ist gegliedert von weichen, grauen Lehmlagen, die dunkelgrau eingesäumt sind. Dieser Sandstein enthält feinzerteilten Glimmer und ist staubtrocken.

Das Einfallen des Buntsandsteins ist am Beginn des Stollens steiler, verflacht sich dann und geht in Steilstellung über. Die Grenze gegen die gelbe Rauhwacke erscheint an der Firste bei 23 m, an der Sohle bei 26 m.

In dieser Rauhwanke trat bei 39 m der erste Wassereinbruch ein. Die Grenze gegen den dunkelgrauen, dickbankigen Muschelkalk wurde bei 46 m getroffen und gab sich als eine etwas bergaus überhangende glatte Wand zu erkennen. Aus allen Bohrlöchern schoß hier das Quellwasser in einer Anfangsmenge von 70 Sekundenlitern. Hier wurde wieder der Vortrieb unterbrochen, um Röhren für den Abzug des Wassers einzubauen und die Sohle zu betonieren. Als nach drei Wochen der Vortrieb einsetzte, steigerte eine Heraussprengung von zirka  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> Kalk die Quellergiebigkeit von zirka 70 auf zirka 150 Sekundenliter.

Bei 51 m wurden schon 190 Sekundenliter und bei 56 m bereits über 200 Sekundenliter erschlossen. Zwischen 56,9 und 57,8 m gab sich eine Gruppe von steilen offenen Spalten zu erkennen, deren ausgefressene Wände versintert sind. Diese Spalten sind nun oben leer, liefern aber unten reichlich Wasser.

Nicht völlig geklärt ist das Verhältnis des auf 1060 m liegenden Klammstollens zu dem um 80 m höher befindlichen Wurmbachfensterstollen. Im Klammstollen tritt das Wasser in einer größeren Höhle der Höttinger Breccie auf Buntsandstein aus. Die Wassererschließung im Wurmbachfensterstollen hat nun auf diese Quelle sehr stark schwächend eingewirkt. Dies macht wahrscheinlich, daß unsere große Kalkscholle noch tief hinabreicht und daher für die oberen und unteren Quellen im wesentlichen derselbe Wasserträger in Betracht kommt. Wie die Trennung in einen höheren und tieferen Quellaustritt zustande kommt, ist aber derzeit noch nicht genauer bekannt.

Es soll nun zum Schluß noch eine kurze Übersicht über die wichtigsten geologischen Ergebnisse der bisherigen Quellaufschließungen angefügt werden.

Das ganze in der oberen Mühlauer Klamm austretende Wasser entstammt dem Besitz der Triaskalke der Inntaldecke. Die liegende Lechtaldecke hält nur die Austrittshöhe der Quellen fest. Die Abdichtung gegen die Lechtaldecke besorgen im Westen Buntsandsteine und lehmreiche Reichenhaller Schichten, im Osten der dichte Mantel des Haselgebirges, welcher den Haller Salzstock einhüllt. Die Einkellerung der Wässer findet in der mächtigen Kalkmulde des Samer Tales statt. Die Ablieferung zu den Quellaustritten wird von einem riesig verzweigten System von steilen Klüften geleitet. Die genauere Austrittsstelle ist durch das Nahkommen von zwei Störungslinien bedingt, von denen die eine von der Arzler Scharte, die andere vom Gleierschjöchl herabzieht. Beide dringen tief in die Sammelmulde ein und ziehen so die Hauptmasse des Quellwassers von der Nordseite der Innsbrucker Nordkette auf deren Südseite herüber.

Dieser Umstand erfordert verhältnismäßig lange unterirdische Wanderstrecken für die Wässer, was in einer zeitlichen Verschiebung der Maxima und Minima der Ergiebigkeiten zum Ausdruck kommt, welche in den September und Februar fallen. Derzeit ist durch die Aufschließung erst die linke, westliche Seite der oberen Mühlauer Klamm in Umrissen geologisch erforscht, während dies für die Ostseite noch fehlt.

In bezug auf die Wasserverteilung scheint der schrägen Störung, welche von der Mühlauer Klamm zum Gleierschjöchl emporzieht, mehr Bedeutung als der senkrechten der Arzler Scharte innezuwohnen. Entlang der ersteren Trennungsfuge ist offenbar eine große Triasscholle mit dem Arzler Horn vielleicht um zirka 700 m weiter südlich ins Inntal vorgerückt. Man könnte denken, daß es sich dabei um eine Bergzerreißung handle. Dem ist aber nicht so, weil die abgesunkene Scholle völlig unzerrissen den Kamm der Nordkette überschreitet. Es kann sich also nur um eine tektonische Verschiebung handeln.

In diese Scholle sind nun unsere Stollen eingedrungen und haben hier, wie schon beschrieben, auch reichlich Wasser gefunden. Es fragt sich nun, wie die Ergebnisse dieser Stollen geologisch zu verbinden sind.

Die Profile im Sammelstollen und im Wurmbachfensterstollen liegen eng benachbart und sind daher leicht zu verbinden. Wir haben eine große Masse von Buntsandstein vor uns, der einen buntfarbigen Schichtwechsel zeigt. In beiden Stollen wird derselbe von Dolomitbreccien und diese von gelber Rauhwanke überlagert. Die Grenze gegen den Muschelkalk ist aber keine regelrechte Auflagerung.

Vielmehr bildet diese Grenze eine vertikale Wand, was nur als eine tektonische Begegnung verständlich ist. Die Kalkmasse ist hier offenbar in die Rauhwancken und den Buntsandstein hineingedrückt.

Ziehen wir zum Vergleich die Aufschlüsse im langen Fensterstollen heran, so finden wir folgende Grundlinien:

Dieser Stollen hat unter dem Mantel der Höttinger Breccie keinen Buntsandstein mehr getroffen, dagegen hat er eine unerwartete Anhäufung von lehmreichen Reichenhaller Schichten aufgezeigt. Eine Ausbildung der Reichenhaller Schichten mit solchen Massen von mergelreichen Dolomiten, Dolomitbreccien und Mergelnestern ist mir im Karwendel sonst nicht begegnet. Es kann sich hier wohl nur um eine tektonische Anschoppung dieser durch den Lehm so beweglich gemachten Schichten handeln.

Während in den zwei südlichen Stollen Dolomit und Dolomitbreccien nur eine Mächtigkeit von etwa 15 m einhalten, herrschen im

langen Fensterstollen diese Gesteine von 80 bis 231 m, also auf die zehnfache Erstreckung vor. Die Mächtigkeit der gelben Rauhwaacke beträgt hier auch nur zirka 8 m.

Die Kalkgrenze selbst ist deutlich tektonisch gestaltet und für eine normale Auflagerung viel zu steil. Auch hier hat man den Eindruck, daß der Kalk in die gelben Rauhwaacken und die Reichenhaller Schichten eingesenkt liegt.

Es ist aber das Bewegungsbild mit einer einfachen Senkung nicht voll zu erklären. Wir sehen, wie in dem langen Fensterstollen mehrfach Schollen von steilgestellten Dolomitplatten mit Breccien und Mergelnestern wechseln, wie von m 220 einwärts sich in der Dolomitreccie und noch mehr in der gelben Rauhwaacke eckige Trümmer von dunklem Muschelkalk anhäufen, quergestellte, schmale Dolomitreccien sich aufrichten und der unterste Muschelkalk selbst noch etwas mit der gelben Rauhwaacke verschuppt liegt.

Dieses Bild ist ohne Annahme einer beträchtlichen Verschiebung kaum begreiflich.

Bedenkt man aber den Umstand, daß wir hier an der Ostseite der großen Muschelkalkscholle diese mächtige Zusammenstauung der Reichenhaller Schichten mit der Eintrümmerung des Muschelkalkes in die anliegenden Rauhwaacken und Breccien haben, wogegen an der Südseite derselben Scholle eine scharfe Schichtverminderung sich geltend macht, so liegt der Gedanke nahe, diese tektonischen Erscheinungen mit einer Verschiebung der großen Scholle zu erklären.

Für diese Verschiebung wäre durch die Störungslinie des Glierschjöchls Ausmaß und Richtung angezeigt. Freilich vermag auch diese Erklärung den seltsamen Reichtum von großen Mergelmassen und von lehmreichen Breccien in den Reichenhaller Schichten nicht verständlich zu machen.

Für die noch ausstehende Fassung der östlichen Quellgruppe (Klambach- und Quelle des alten Rumer Stollens) sind auch die Aufschlüsse im langen Fensterstollen von Wichtigkeit. Es ist schon betont worden, daß durch den Vortrieb dieses Stollens keine erkennbare Schwächung der östlich benachbarten Quellen stattgefunden hat, obwohl beide Quellen erheblich höher austreten. Offenbar ist die Abdichtung durch die lehmreichen Reichenhaller Schichten daran schuld.

Diese Abdichtung hört aber auch im Bereiche der Quellkammer nicht auf. Auch hier fällt die Hauptmasse des Wasserzuflusses nicht von Osten, sondern von Westen ein. Daß die Abdichtung durch die lehmreichen Reichenhaller Schichten noch weiter in den Berg hinein zieht, geht unmittelbar aus ihrem Streichen hervor. Der lange Fenster-

stollen ist ganz geradlinig gebaut in der Richtung von Südosten gegen Nordwesten. Das Streichen der gelben Rauhdecken verläuft dazu spitzwinkelig unter einer Abweichung von etwa  $1^\circ$  gegen Ost.

Es ist also anzunehmen, daß diese Abdichtung noch wesentlich weiter in den Berg hineinreicht. Eine vollständige Trennung der beiden Einzugsgebiete ist indessen unwahrscheinlich. Die höheren Teile dürften mit ihren Klüftwegen schon in Verbindung stehen. Für die Fassung und Herüberziehung der östlichen Quellen ist diese mächtige hohe und tiefe Abdichtung eine große Bauerschwerung. Wenn man diese Quellen in den langen Fensterstollen hereinleiten will, so wären für diesen Zweck Stollen von 75 und 155 m Länge nötig. Diese dürften zum großen Teil wieder in die lehmreichen Reichenhaller Schichten zu liegen kommen.

Eine weitere ernste Schwierigkeit ist dann in der größeren Höhe dieser Quellläufe begründet. Der alte Rumer Stollen gibt hier eine wichtige Einsicht. Der vordere Teil besteht aus einem alten Höhlengerinne. Von seinem Ende versuchte man weiter stollenmäßig vorzudringen, stieß aber bald auf eine druckhafte, lehmreiche Strecke, wo der Vortrieb eingestellt wurde. Proben von diesem Material zeigen, daß auch hier noch die lehmreichen Reichenhaller Schichten unter der Höttinger Breccie liegen.

Angesichts dieser Schwierigkeiten ist wohl zu überlegen, ob nicht einer kürzeren Fassung von der Südseite her der Vorzug vor einer so tiefgreifenden und schwierigen Einziehung zu geben ist.

Ich möchte diesen Bericht nicht schließen, ohne dem Generaldirektor Wurmhöringer der Stadtwerke für seine tatkräftige Förderung der geologischen Mitarbeit herzlich zu danken.

Auch von seiten des Stadtbaudirektors Dipl.-Ing. Kininger sowie der Direktoren der Stadtwerke Dipl.-Ing. v. Attlmayr und Dipl.-Ing. Maaß habe ich dankbar ihr allzeit freundliches Entgegenkommen festzuhalten.

Mitten in schwerer Kriegszeit dieses Werk des Friedens noch ausführen zu können, ist auch nur bei vollster Einsicht der Bauunternehmung und der Bauleitung möglich. Bauleiter Ing. Hiawatsch und seine opfermutige Arbeiterschar verdienen unsere vollste Anerkennung.

Gerne erinnere ich mich auch der vielfachen Besprechungen von geologischen Problemen mit Chefingenieur Dr. Mühlhofer, von denen keine ohne gegenseitige Belehrung endete.

Bei der Schriftleitung eingegangen am 11. Dezember 1943.