

# Die geologischen Verhältnisse des Tunnels am Unterstein mit Einbeziehung des Terrains zwischen Lend und Taxenbach.

Von C. J. Wagner, Ingenieur.

(Mit Taf. XVI. und XVII. und 15 Zinkotypien.)

Von der Einmündung des Raurisbaches in die Salzach, woselbst das Thal schon bedeutend enge, schliesst sich dasselbe noch mehr gegen flussabwärts, hierbei links vom entwickelteren Ufer als am rechten begrenzt. Der Fluss besitzt in dieser Strecke einen ziemlich regulären Lauf mit durchschnittlichem Gefälle von 1 : 156 bis etwas unterhalb des Trattenbaches, wo die Salzach durch den später besprochenen Absturz der rechtseitigen Thalwand (Embacherplaike) an das linke Ufer geworfen wurde, während der Schutt und die Felsmassen des Absturzes nebst der Ablenkung des Stromlaufes auch bedeutende Hebungen der Flusssohle nach sich zogen, welche sich durch einige grössere Stromschnellen bis gegen die Salzachübersetzung der Bahn bei Unterstein äussern.

Von der Einmündung des Trattenbaches an wechselt der Charakter der Thalseite, und an jener Stelle, wo der Tunnel bei Unterstein zu liegen kömmt, erscheinen beide Thalseiten von ziemlich gleicher Entwicklung; mehr gegen Lend steigt die linke Thalwand wieder schroff auf, während die rechte sich sanfter zu entwickeln beginnt.

Die Salzach selbst besitzt von der Bahnübersetzung bei Unterstein bis zum Dientenbache ein durchschnittliches, ziemlich gleichmässiges Gefälle von 1 : 137, und bis zum Scheiberpalfen, der, das Thal einengend, die Salzach an das rechte Ufer wirft, einen ziemlich regulären Lauf. Weiterhin erweitert sich das Thal gegen Lend und bildet hier die bedeutende Stromschnelle des „Salzachfalles“, wie jene bei Unterstein, durch grosse Felsblöcke gebildet, die ihrer Gesteinsgattung nach von der Tauernkette stammen.

Im Allgemeinen erscheint das jetzige Salzachbett zwischen Lend und Taxenbach im krystallinischen Schiefergesteine eingeschnitten, dessen theilweisen, leichter chemischen Zersetzung und geringer mechanischer Widerstandsfähigkeit die jetzige Thalbildung ihre Form zu verdanken hat. Nur dort, wo, wie schon erwähnt, durch ältere Einflüsse festere Gesteinsgattungen in das Flussbett gelangten, ist der

weiteren Tieferlegung des Bettes, einer Selbstregulirung der Sohle ein bedeutendes Hinderniss entgegengesetzt.

Die Uferwände, so aus krystallinischen Schiefergesteinen gebildet, erscheinen den Formen nach in ihrer Entwicklung zurück, meist steil ansteigend, an ihren freien Theilen aber häufig von den atmosphärischen Einflüssen stark angegriffen, und deshalb bei Hinzutritt von grösseren Mengen Wasser stark erweicht, so dass oft unter festeren Schichtungsgliedern kleinere Massen in Form einer breiartigen Substanz zum Abflusse gelangen; nach unten sind selbe beinahe durchgehends von Schutthalden ihrer eigenen Gesteinsgattung umgeben.

Des Weiteren sind an den Aussenflächen der meisten dieser Schiefer Ausblühungen von Salzen, hauptsächlich Eisenvitriol sehr häufig, die jedenfalls ihr Dasein nur der Zersetzung des in diesen Schiefnern sehr häufig eingesprengten Eisenkieses verdanken, wobei die frei werdende Schwefelsäure je nach dem localen Vorhandensein von Basen, weitere Verbindungen eingeht.

Dass die Zersetzungsprocesse dieser Kieser, welche oft in sehr grosser Menge eingesprengt vorkommen, bedeutende und rasche Umwandlungen der Schiefer selbst mit sich führen, ist wohl leicht erklärlich, da sowohl die Volumsvergrösserung bei der Zersetzung, als die hierbei entwickelte Wärme und frei werdende Säure auf ihre Umgebung sicher nicht ohne Einwirkung bleibt.

Neben den vorwiegend erscheinenden Schwefelkiesern zeigen sich nicht sehr selten als dessen Begleiter Magnetisensteine, und in den quarzreichen phyllitischen Schiefnern auch Adern von Eisenglimmer und Bleiglanz mit geringem Silbergehalte.

Unter den krystallinischen Schiefergesteinen, welche nahezu in allen ihren Formen in diesem Thale vertreten sind, ist der Thonschiefer vorherrschend, der in sich zwei grössere chloritische Talkschieferschichten aufnimmt, in welchen der Hauptsache nach sehr häufig Uebergänge in Talk und graphitischen Schiefnern mit Quarzeinschlüssen zu beobachten sind.

Ueberhaupt erscheint es sehr schwer, eine wirkliche Grenze unter diesen Schiefnern zu ziehen, da man häufig Gelegenheit hat, in ein und derselben Schichte einen mehrmaligen Wechsel der Schiefergattungen vorzufinden. So sind die Uebergänge vom Chloritischen bis zum Talk im Thonschiefer nichts Seltenes und eine vollkommene Trennung sehr erschwert.

Ich habe daher auch in der von mir aufgenommenen Terrainskizze (Taf. XVI) allgemein das Schiefergebirge zusammengenommen, und nur die deutlich verlaufenden chloritischen Talkschieferschichten noch besonders gekennzeichnet.

In den meisten dieser Schichten erscheint die Umwandlung der Grundmasse schon einen bedeutenden Grad erreicht zu haben, und verfolgt man die Gebilde genauer, so lassen sich manche wechselnde Wirkungen der chloritischen und talkigen Schiefer, beschränkt oft auf ein ganz geringes Gebiet, beobachten, wo als drittes Glied die atmosphärischen Niederschläge mitwirken, welche geschwängert mit Kohlensäure in die Gesteinsmassen eindringen und selbe in allen ihren Theilen erfüllen und umsetzen.

So wie die Oberfläche, so sind auch die tiefer gelegenen Partien den aus dem Erdinneren entspringenden Einflüssen ausgesetzt und ähnlichen, wenn auch nicht immer so rasch erscheinenden Umwandlungen unterworfen. Es besitzen alle genannte Schiefergesteine einen bedeutenden Grad von Bruchfeuchte, was der constanten Wechselwirkung im Innern, dem fortwährenden Auslaugen und Umsetzen der Gebilde zuzuschreiben ist.

In grösseren Massen in diesen Schiefen eingelagert, findet man Hornblendegesteine, und gerade gegenüber dem Tunnel bei Unterstein ein grösseres Lager von Diorit in den Talkschiefern eingeschlossen, welches am rechten Ufer zu Tage tritt.

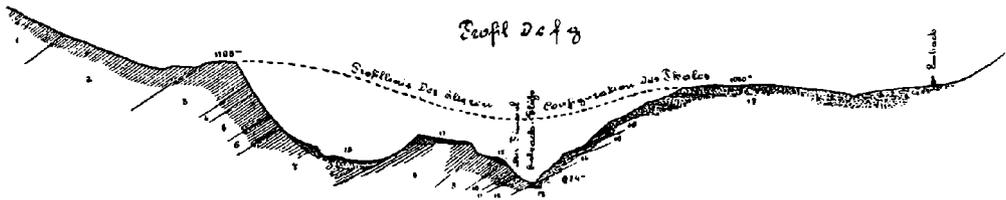
An der linken Thalwand fand ich ebenfalls in bereits sehr umgesetztem talkigen Schiefer einige Einschlüsse von schieferigem Quarz und Hornblendegestein.

Alle diese Schiefer besitzen durch das ganze Thal ein ziemlich gleichmässiges Streichen, die Hauptrichtung kann ostwestlich genannt werden, das Fallen vorherrschend gegen Nord.

Es fällt zwar eine genauere Scheidung der einzelnen Schichten äusserst schwer durch die eben erwähnte grosse Mannigfaltigkeit und die theilweise reichen, wenig scharf getrennten Uebergänge.

Ogleich ich mir der schwierigen Aufgabe bewusst war, suchte ich selbe doch theilweise durchzuführen und wählte hierzu einen Thal-schnitt, der in der Terrainskizze seiner Richtung nach durch die strichpunktirte Linie *defg* ersichtlich gemacht ist. Er führt von Hocheck, seinem längsten Ausläufer entlang über die durchtunnelte Gebirgsnase, von dort in der Richtung nach Embach.

Fig. 1.



1. Silur-Kalk. 2. Silur-Thonschiefer. 3. Silur-Kalkschiefer. 4. Schieferiges Quarzhornblendegestein. 5. Thonschiefer. 6. Phyllit. 7. Strahlstein-Schiefer. 8. Thonschiefer. 9. Strahlstein-Schiefer. 10. Talkschiefer. 11. Phyllit. 12. Talkschiefer. 13. Diorit. 14. Graphitische Schiefer. 15. Phyllit. 16. Silur. Thonschiefer. 17. Diluviale Geschiebe und Conglomerate.

Der Schnitt zeigt, obgleich keine zu genaue Specialisirung der einzelnen Schichtungsglieder vorgenommen wurde, doch eine reiche Abwechslung in den Gebilden. Das linke Ufer wird an dessen Fuss vorherrschend von Talkschiefern, zum Theil ziemlich gefältelt, gebildet, welche meist zahlreiche linsenförmige Einlagerungen von Quarz, Bleiglanz führend, enthalten.

Ueber diese Talkschiefer lagern sich quarzreiche phyllitische Schiefer, die nicht selten Eisenglimmeradern enthalten, dann talkige und Strahlstein führende Schiefer, welche beide ziemlich häufig Pyrit als Einschluss führen, weiters Thonschiefer, unter welchen solche, die

nicht krystallinisch erscheinen, vorherrschen, im Uebrigen Abänderungen, welche theils gemein, theils talkartig oder phyllitisch auftreten, Strahlstein führende Schiefer, phyllitische Thonschiefer mit Quarzlinsen, gemeine, talkartige oder phyllitische Thonschiefer und schieferiges Quarz-Hornblendegestein.

Mit dieser letzten Schichte scheinen die tieferen Lagen ihren Abschluss zu finden, und werden weiters von mehr ausgesprochenen silurischen, talkigen Schiefen, nicht selten zersetzte Schwefelkieseinschlüsse führend, wie auch von silurischen Thonschiefern, die nach oben einen Uebergang in Kalk und Rohwand führend (Ankerit) auftreten und zum Schlusse des Profiles von einem silurischen Kalk überdeckt.

Diese in der Schichte 3 vorgefundenen, durch die Zersetzung von Schwefelkiesen erzeugten auftretenden Höhlungen beobachtete ich sehr häufig, und zeigten sich selbe als kleine linsenförmige Höhlungen, welche oft neben einander in grosser Anzahl auftreten.

Die Schiefergesteine sind am linken Ufer in der Richtung des Profiles meist blosgelegt, was mich auch veranlasste, die theilweisen Schwankungen in der Richtung des Profiles vorzunehmen.

Die erste und zweite Etage werden von Geschiebs-Ablagerungen überdeckt, welche noch später näher erörtert werden.

Oberhalb der zweiten Etage ist ein ziemlicher Wasserreichthum zu beobachten, nebst dem zeigt sich die östliche Mulde der dritten Etage (1195 M.) sehr wasserreich, welch' letztere Eigenschaft auch Ursache sehr grosser Aufweichungen sein mag, die derart umsetzend wirkten, dass selbst an den wenigen Stellen, wo das anstehende Gestein nicht von dessen Verwitterungsproducten überdeckt ist, es schwer fällt, sich in Beziehung des Gesteinscharakters zu orientiren. Dieser grosse Wasserreichthum in dieser Höhe rührt von den vielen Tümpeln, resp. Terrainmulden her, welche sich am Plateau der letzten Etage befinden.

Das rechte Ufer, dessen Fuss an der Stelle des Profiles von einem Dioritklotz gebildet wird, verläuft ohne besondere Abstufungen und ist in Folge der häufigen Ueberdeckung mit Gebirgsschutt schwieriger zu beurtheilen.

Ueber den Dioritklotz, der im talkigen Schiefer eingebettet erscheint und flussseits steil abfällt, liegen mehr graphitische, zum Theil phyllitische Schiefer, quarzreiche phyllitische Schiefer, zum Theil in Quarzschiefer übergehend, endlich ausgesprochene silurische Thonschiefer, welche einen Uebergang in Kalkschiefer zeigen.

Die das Schiefergebilde der rechten unteren Thalwand abschliessenden Kalkschieferschichten, welche besonders schön durch den Raurisbach (Kitzloch) an dessen Einmündung in den Salzachfluss aufgedeckt sind, werden von mächtigen diluvialen Geschieb- und Conglomeratbänken mit thonigkalkigem Bindemittel überlagert.

Diese diluvialen Ablagerungen, welche theils lehmigsandige Beimengungen besitzen, der Gesteinsgattung nach hauptsächlich aus Gneiss, Granulit, Kalk, Glimmerschiefer und seltener Serpentin bestehen, enthalten in den oberen Partien grössere Findlinge und gehen nach unten in groben Sand über.

Die ganze Masse ist durch zwischenlagernde Lehm- oder Sandschichten getrennt, welche meist dünne Lagen bilden. Die Sandschichten scheinen auch mehr weniger Gold zu enthalten, da früher speciell auch an dem Fusse des Embacher-Bruchrandes die Goldwäscherei betrieben wurde, und hängt speciell das hier erwähnte Vorkommen von Goldspuren unzweifelhaft mit dem Vorkommen hinter der Ortschaft Rauris am Tauern zusammen, an welchem Orte noch derzeit auf Gold gebaut wird.

Die Details der Ablagerungen sind aus den nebenstehenden Fig. 2—5 ersichtlich.

Wie in der Beschreibung der Thalsohle bereits erörtert wurde, bilden die in den obersten diluvialen Schichten eingebetteten Findlinge älterer Gesteinsgattungen bedeutende Hemmnisse in Beziehung der Selbstregulierung des Flusses, indem diese durch Abstürze nach der jetzigen Thalsohle gelangend, an vielen Stellen in solcher Menge und bedeutender Grösse vorkommen, dass sich grössere Stromschnellen bilden, unter welchen wohl als Grösster der Salzachfall vor der Ortschaft Lend zu bezeichnen ist.

Auch am Fusse von Schutthalden zeigen sich selbe nicht selten, wo sie dann mehr weniger einen natürlichen Uferschutz gegen die weiteren Angriffe des Flusses bilden.

Fig. 2.

Randlicher Spieß des Bruchrandes a. von Westen gesehen.



Die Schiefergebilde, welche die tieferen Lagen des Thales zwischen Taxenbach und Lend bilden, konnten nicht näher in Beziehung ihres Alters bestimmt werden, da auf Grund dieser speciell auf das Salzachthal beschränkten Erhebungen kein richtiger Schluss gezogen werden kann, ohne die ferneren Gebilde gegen die Tauernkette in grösserer Ausdehnung einzubeziehen, während die oberen überlagernden kalkigen und Kalkschichten ihrem Habitus nach einen Vergleich mit den silurischen Kalken vollkommen gestatten, und ich lasse

Fig. 3.



Fig. 4.

Westlicher Theil des Grischbrunnens

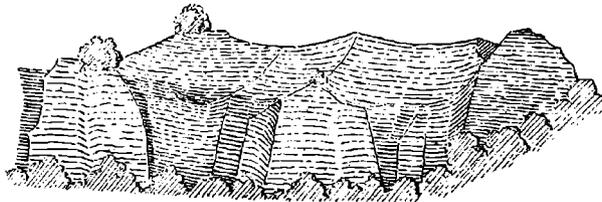


Fig. 5.



daher die weitere Präcisirung, da selbe für den gegebenen Fall von weniger Werth ist, offen.

Es wäre noch zu erwähnen, dass bei den mächtigen Aufdeckungen dieser Gebilde durch die Bahn keine Beobachtungen gemacht wurden, welche auf das Vorkommen irgend eines thierischen Ueberrestes hätten schliessen lassen.

Ueber diesen soeben besprochenen Schiefergesteinen lagern dann in südlicher Richtung die Radstätterkalke und Schiefer, welche gegen Schwarzach von der Salzach durchrissen sind und daselbst drei Engen, sog. Klammen bilden.

Nach vollendeter Charakterisirung der der Hauptsache nach vorkommenden Gesteinsgattungen gehe ich zur näheren Beschreibung der Formen des Thales selbst über.

Betrachtet man das Bild des Thalschnittes (Fig. 1) näher, so wird der Beobachter sowohl durch die Formen, als durch die bedeutenden Geschiebsablagerungen an der rechten Thalseite des Profiles zu der gerechtfertigten Annahme kommen, dass die Durchschlitzung der Schiefer, wie sich selbe heute repräsentirt, den jüngsten Umbildungsperioden dieses Thales zuzuschreiben ist, und seinerzeit der ganze obere, gegenwärtig ausgeprägte Thalboden die Gewässer aufnahm, was durch die bedeutenden diluvialen Ablagerungen, welche an den meisten Stellen an den beiden Thalgeländen zu finden sind, bestätigt wird.

Noch mehr bestärkt sich diese Annahme, wenn man vom Hochplateau zu Embach oder vom Gschwandtnerberg die östlich gelegenen Terrainformen näher besichtigt. Es entwickelt sich besonders das östliche Bild vom Gschwandtnerberg als ein überaus instructives, indem von diesem Beobachtungspunkte die Formen des oberen Thalbodens ausserordentlich markant hervortreten, während für die Beobachtung der Entwicklung der westlichen Thalformen gegen Oberpinzgau das Embacher-Plateau den richtigen Standpunkt für den Beobachter bildet.

Es zeigt sich das Salzachthal von Mittersill über Bruck bei Zell am See, woselbst sich in nördlicher Richtung das breite Zellerthal anschliesst, bis Taxenbach sehr entwickelt und schliesst sich bei Taxenbach auffallend enge, welchen Charakter es in seinem weiteren Verlauf nahezu constant bis Schwarzach beibehält, während von der Einmündung des Raurisbaches in die Salzach nach der Ortschaft Taxenbach, somit gerade an jenem tief eingefurchten, noch nicht entwickelten Salzachbette, von der Flusssohle circa 300 Meter höher, ein breiterer älterer Thalboden, bedeckt mit diluvialen Gebilden zu beobachten ist, welcher am Ursprunge mit dem Salzachfluss so ziemlich dessen Richtung besitzt, von hier statt aber gegen Lend, über Eschenau, Mitterstein, Goldeck nach Schwarzach seine Direction nimmt und in das jetzige Salzachthal einmündet, woselbst das obere Plateau durch die entwickelteren Formen des Salzachthales bei Schwarzach wieder verschwindet.

Der Verlauf dieses höheren Thalbeckens, welcher besonders durch die Terrainformen in dem oberen Laufe zwischen Mitterstein und Taxenbach ausgeprägt ist, zeigt sich nahezu nach seiner ganzen Länge von den gleichen diluvialen Ablagerungen, wie selbe schon früher eingehend besprochen wurden, begleitet, und es erscheint nach der Gesteinsbeschaffenheit derselben, dass sie insgesamt dem Rauristhale entnommen sind.

In Erwägung aller Umstände ist somit die Annahme gerechtfertigt, dass das Terrain bei Taxenbach eine Wasserscheide bildete, die Gewässer des Oberpinzgaues bis nach Taxenbach zwang, ihren Abfluss nach dem Zellerthal durch die Hohlwege über Loffer zu nehmen und anderseits der Raurisbach, dem ein gewaltiger Gletscher die Wege geebnet hat, seinen Lauf in der Richtung über Eschenau, Mitterstein, Goldeck und Schwarzach nahm.

Es bildete somit der jetzige Raurisbach seinerzeit den Ursprung der Gewässer, die in östlicher Richtung über Schwarzach, Sct. Johann, Werfen und Golling abliefen und den Weg für die später zufließenden Gewässer des Oberpinzgaues ebneten. Inwiefern die Vereinigung der beiden Thäler östlich und westlich von dieser Wasserscheide weiter sich entwickelte, kann wohl bei den vielen möglichen Combinationen nicht genauer verfolgt werden, jedenfalls liegt aber das Hauptmoment in der weiteren fortschreitenden Bildung des Rauristhales selbst und unter Zuhilfenahme eines möglichen Uebertrittes der Wässer des Oberpinzgaues.

Ich versuchte, die älteren Configurationen des Thales zwischen Taxenbach und Lend nach den vorhandenen Anhaltspunkten im Allgemeinen zu skizziren, und kam zu der Ansicht, dass der seinerzeit aus dem Rauristhal ausfließende Strom sich seiner Hauptmasse nach über Eschenau, Mitterstein, also hinter den Buchberg gegen Goldeck ergoss, während bei grösseren Wassermassen auch ein Ueberfließen bei Embach, vor, eventuell auch hinter Eschenau in späterer Zeit, gegen die Gebirgsmulde von Lend gedacht werden muss, um sich die Bildung der jetzt noch vorhandenen Terrainformen erklären zu können. Grössere Mulden, die jedenfalls durch Gletscher ausgerieben, wurden später wieder durch deren Moränen und den Schutt des Raurisstromes erfüllt, und bildete so der Theil um Eschenau ein grösseres Becken.

Der constante Abfluss war jedenfalls über Mitterstein, am nördlichen Abhange des Buchberges, was durch die, jenseits dieses derzeit zu einer secundären Wasserscheide entwickelten Sattels, abgelagerten diluvialen Gebilde gekennzeichnet wird.

Bei grösseren Wassermengen, welche aus dem Rauristhale gelangten und das Becken bei Eschenau erfüllten, wobei der Abfluss über Mitterstein nicht mehr ausreichte, traten nun die drei übrigen Abflüsse, respective Ueberflüsse ein, unter welchen sich die vor Eschenau, die jetzige Richtung der Salzach einnehmend, am raschesten entwickelte, welcher Uferrandsenkung die Vertiefung der Einsattlung der Hauptstromrichtung nicht nachkommen konnte, indem bei Mitterstein quer durch das Thal, den eigentlichen Sattel bildend, eine silurische Kalkschichte zieht, die eine rasche Tieferlegung hinderte.

Der Ueberfall vor Eschenau entwickelte sich durch die Construction des Gebirges daselbst am raschesten, indem der Untergrund nur aus den früher beschriebenen Elementen des in dem Salzachthale auftretenden Schiefergebirges gebildet wird, wobei noch der Umstand eintritt, dass auch die Richtung des Angriffes des Wassers gegenüber den Schieferschichten eine rasche Tieferlegung begünstigte, indem selbe in der Richtung des Streichens der Schichten zur Aeusserung gelangte. Aehnliche Umstände wie bei Mittenstein walten auch bei dem Abflussarm bei Embach vor, indem, obgleich die tieferliegenden Schichten nur theilweise in der Nähe aufgedeckt sind, doch mit Sicherheit anzunehmen ist, dass hier ebenfalls widerstandsfähige silurische Kalke oder Kalkschiefer den Untergrund bilden, was ja auch aus der Construction des Thalschnittes selbst hervorgeht.

Der dritte gedachte Ueberfluss hinter Eschenau in der Richtung des jetzigen Laufes des Dientenbaches hatte überhaupt einen ruhigeren

Ablauf, da derselbe durch den gegen die Hauptstromrichtung liegenden Kegel geschützt war; weiters boten die Schiefergesteine, aus denen der Untergrund gebildet wird, dadurch mehr Widerstand, dass die Richtung des abfließenden Wassers senkrecht gegen die Streichungslinie und gegen die Fallrichtung gerichtet war.

Es war somit durch den Durchbruch des alten Uferlandes vor Eschenau eine weitere Epoche der Thalbildung eingetreten, welche sich durch die daselbst vorhandenen zusammenwirkenden günstigen Momente rasch entwickelte, und erscheint auch nach demselben die ganze weitere Entwicklung des Thales mit Rücksicht auf die auf uns übergegangenen, noch zu beobachtenden Verhältnisse am natürlichsten gelöst.

Die weitere rückwirkende, sich nach rückwärts einnagende Eigenschaft der Gewässer in weichere Gesteinsmassen kann die Entwicklung des neuen tieferliegenden Bettes in sehr kurzer Zeit bewirkt haben, in dessen letzte Periode aber jedenfalls zur Erklärung der weiteren Thalbildung gegen Taxenbach selbst die Mitwirkung der Gewässer des Oberpinzgaues einbezogen werden muss.

Nach dem Durchbruch der Wasserscheide musste natürlich bei den jedenfalls in grösserer Menge gesammelten Wassermassen des oberen Salzachthales eine rasche Senkung der Sohle erfolgt sein, deren successive Tieferlegung aus dem Profile Fig. 1 zur Genüge zu ersehen ist, dessen Construction aber auch eine schnelle Abnahme der Wasserquantitäten voraussetzt.

Dasselbe Verhältniss muss hinsichtlich der Wasserquantitäten bei dem Raurisbach vorausgesetzt werden, und es mag jene Zeit seines oberen Laufes wohl in eine Periode unmittelbar nach der Eiszeit fallen, wo, als die abfließenden Eismassen die Richtung gegeben hatten, bei Rücktritt der Gletscher grosse Wassermassen zum Ablaufe gekommen sein müssen, die nach und nach mit dem Rücktritte der Gletscher abnahmen.

Es wurde seinerzeit eine ideale Uebersicht von Südost-Baiern zur Eiszeit vom königl. baier. Hauptmanne F. Stark in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Alpenvereines gegeben, dessen südliche Grenze die Salzach bildet. F. Stark gab das Salzachthal als solches in der jetzigen Richtung an, da die diesbezüglichen Erhebungen für diese Zwecke keine detaillirten sein konnten. Es werden sich aber durch diese einzuschaltende Wasserscheide bei Taxenbach die Moränen-Ablagerungen der vereinigten Saalach- und Salzachgletscher vollkommen erklären lassen, da die westliche Endmoräne einen bedeutend grösseren Wall bildet, was jedenfalls dem grösseren Gebiet des Saalachgletscher, nach Einschaltung der Wasserscheide bei Taxenbach, entspricht, während der Salzachgletscher, welcher sich bei Salzburg mit dem ersten vereinigte, die mehr schutttragenden Theile des Saalachgletscher nach Westen ablenkte. Die östliche Endmoräne zeigt nur ganz geringe Spuren ihres Daseins gegen die westliche.

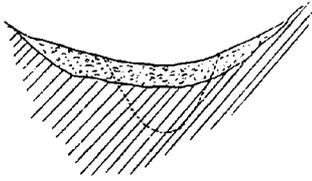
Ich gehe nun auf die Thalbildung des tief eingeschnittenen Salzachbettes zwischen Taxenbach und Lend näher ein, indem in der Entwicklung desselben jene Momente liegen, welche massgebend für die Entscheidung der Bahntrace waren.

Vergegenwärtigt man sich das rasche Einnagen eines Flusses in weichere Schiefergesteine, so wird offenbar mit der Tieferlegung der Sohle eine successive Umbildung der Uferwände eintreten, die aber wohl zu unterscheiden ist von solchen, welche in weicheren klastischen Gesteinsgattungen eintritt.

Die Schiefergesteine bilden bei ihrem ziemlich gleichmässig verlaufenden Streichen und Fallen durch das ganze Thal zwischen Taxenbach und Lend eine Gebirgsmasse, die in ihrem früheren Zusammenhange keine gleichmässig mit der Sohlenvertiefung fortschreitende Uferbildung zulässt, denn es kann in diesen Gebilden nicht von einem Abrutschen der Massen, sondern nur von Abstürzen der einzelnen Gebirgsfragmente die Rede sein, ausser von den die Schiefer überlagernden diluvialen Gebilden.

Diese Abstürze können nun durch Unterwaschung, durch ältere Trennungsfächen, oder, wie am rechten Ufer, durch das Einfallen der Schichten thalseits, durch den zu grossen Druck der die Thalwand überlagernden Gebirgsmassen, nebst Aufweichung des Gesteines selbst erfolgen, aber immer im Vergleiche zur Thalsohlenvertiefung nicht im Verhältniss stehend, indem in solchen Gebilden mehr das directe Abnagen des Wassers bei sonst normalen Umständen, wie sie die linke Thalwand besitzt, die Thalbildung hervorruft. Eine Gleichgewichtsstörung tritt aber erst bei sehr hohen steilen Schieferwänden nur durch Unterwaschung des Fusses ein, wenn sonst die Verhältnisse der

Fig. 6.



Lage der Schichten eine günstige ist. Nehmen wir einen idealen Schnitt des Salzachthales zu Hilfe, so erscheint der linke Thalrand durch die Lage der Schichten bedeutend widerstandsfähiger, und es ist aus diesem Umstande im Allgemeinen der ganze Charakter des Salzachthales zwischen Taxenbach und Lend eigentlich derselbe. Die linke Thalwand zeigt mehr Steilheit; man beobachtet an derselben

Formen, die nur der mechanischen Wirkung des Wassers zugeschrieben werden kann; der Fuss ist von weniger grossen Schutthalden überdeckt, während das rechte Ufer nahezu eine Schutthalde bildet, was wohl der Schichtenlage der rechten Thalwand der dieselbe oft in grossen Massen überlagernden diluvialen Gebilde zuzuschreiben ist.

Durch diese häufigeren Abstürze der rechten Thalwand wurde je nach Umständen auch die linke in Mitleidenschaft gezogen, welche gegenseitige Rückwirkungen die heute bestehenden Formen erzeugten.

Der Fuss der meisten, sozusagen aller Felswände, die aus diesem Schiefergesteine gebildet sind, ist mit dem Schutte überdeckt, welcher theils durch Abstürze, theils durch die Verwitterung dahin gelangte.

Eines Umstandes ist hier besonders zu erwähnen, der sehr häufig zu irrigen Auffassungen Anlass gibt; es sind dies nämlich die derzeit noch zu beobachtenden Bewegungen an den Uferwänden des Thales. Wie schon oft hervorgehoben, ist nahezu die ganze Thalsohle von Schutthalden gebildet, die wenig hervorspringenden Felswände in den unteren Partien bilden Mulden, die wieder von Gebirgsschutt erfüllt

sind, und diese Schutthalden, die oft sehr steile Böschungen bilden, zeigen grössere Bewegungen, namentlich zu nassen Jahreszeiten, die dann nicht selten durch deren Abfluss zerstörend auf ihre felsige Unterlage wirken. Es ist ganz richtig, wenn man die Behauptung aufstellt, dass zu nassen Jahreszeiten der ganze Fuss der Thalgelände mehr weniger in Bewegung ist, es beschränkt sich aber diese Bewegung nahezu ausschliesslich auf die Schutthalden, die den eigentlichen sichtbaren Gebirgsfuss bilden. Ich will damit nicht sagen, dass die Felswände keiner weiteren Umbildung unterliegen, aber nicht in jenem gefährlichen Grade, der oft betont wurde; es beschränken sich selbe in der Verwitterung der Oberfläche durch die atmosphärischen Einflüsse in dem Absturze einzelner Felsmassen, die durch ältere Trennungsflächen als sogenannte Nester sich auslösten und je nach den Verhältnissen grössere oder kleinere Massen bilden, deren Wirkung sowohl durch die Strassen- und Bahnfelsanschnitte zur Genüge aufgeklärt wurden.

Weiters ist auch noch der durch die Bewegung der Schutthalden hervorgerufenen Ablösungen von Gebirgsmassen an dem Untergrunde des Ablaufbeckens derselben zu gedenken, deren Wirkung ähnlich wie bei einem Gletscher gedacht werden kann.

Ich komme daher zur Folgerung, dass an der linken Thalwand hauptsächlich nur grössere Felsabstürze durch ausserordentlich wirksame Unterwaschungen des Fusses, welche sehr ungünstige Böschungsverhältnisse des Thalprofils voraussetzen, hervorgerufen werden konnten, begründet durch die bessere Lage der Schichten des Gesteines auf dieser Thalseite, die nur theilweise durch die in dem Gestein vorhandenen älteren Trennungsflächen, welche gegen die Schichtung verlaufen, geschwächt wird. Diese älteren Trennungsflächen wurden besonders in den Schiefen mit mächtigerer Schichtenhöhe angetroffen, und erklären sich jedenfalls durch ältere Hebungen oder Senkungen des Terrains, während in dem dünnschiefrigen Schiefergesteine selbe weniger häufig auftreten, was in dem Vermögen der grösseren Nachgiebigkeit der einzelnen Schichtungsglieder bei geringerer Höhe seine Begründung finden kann.

Dass Unterkolkungen eintreten können, ist durch grössere Abstürze der rechten Thalwand, die durch ihre Construction dazu geneigter erscheint, leicht erklärlich, und wir besitzen noch Aufzeichnungen aus früheren Zeiten, welche uns diese Vorgänge näher erklären werden.

Gehen wir von dem idealen Profile auf das aufgenommene, in Fig. 1 skizzirte Profil näher ein, so finden wir in den Formen, welche uns die Natur erhalten hat, auch unsere gemachten sozusagen theoretischen Schlüsse vollkommen bestätigt.

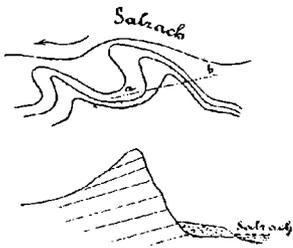
Wir sehen ein Profil vor uns, das seine Form an der linken Thalseite hauptsächlich nur der mechanischen Eigenschaft des strömenden Wassers verdankt, welches durch die successive Abnahme der Menge desselben sich Etagen bildend zurückzog, welche Etagen den austretenden Hochwässern Raum zu ihrem Abfluss boten. Wir bemerken ferner die Spuren dieser Hochwässer in den an den zwei unteren

Etagen abgesetzten diluvialen Ablagerungen, die vom Schutt der hinterliegenden Schieferwände an deren Füsse überdeckt werden.

Durch die später vorgenommene Abdeckung respective Entlastung der untersten Etage, wodurch am Plateau die Schotterablagerungen beseitigt wurden, fand man noch weitere Spuren von den Einschnitten des Wassers am Uferand bei der successiven Tieferlegung der Sohle, welche, durch die überlagernden diluvialen Gebilde geschützt, sich sehr gut erhalten haben. Wenn auch das Profil selbstsprechend ist für diese Entwicklung, so geben anderseits die weiteren Formen des Terrains der Ausläufer des Hocheck, durch welche der Schnitt geführt ist, den vollkommenen Beweis hiezu, indem durch deren Formen die mechanische Wirkung des Wassers vollkommen ausgesprochen ist.

Wirft man einen Blick nach der geologischen Skizze Tafel XVI, so sieht man gegen das Ende der Ausläufer des Hocheck ganz eigenthümliche Terrainformen, die aus der später aus anderen Gründen noch zu erläuternden Tafel XVII im Detail besser ersichtlich sind.

Fig. 7 und 8.



In charakteristischen Linien wiedergegeben, erscheinen die unteren Ausläufer als langgestreckte, senkrechte, von dem Hauptstock ausgehende, nach der Flussrichtung abschwenkende Gebirgsnasen, die im Schnitte in der Thalrichtung sich wiedergeben.

Die Gebirgsnasen sind gegen die Stromrichtung steil abfallend, während sie nach rückwärts in der Richtung der Schichtung sanfter abgeflacht sind.

Es begründet sich diese Form durch den Umstand, dass vermöge der Lage der Schichtungsglieder die Schiefer dem directen Anprall von vorne besser Widerstand leisten konnten, als seitwärts. Derartige Bildungen sind nicht vereinzelt, und man kann ähnliche Erscheinungen von veränderter Wasserführung in Folge von Abstürzen etc. im Laufe des Thales bei genauer Beobachtung der Terrainformen häufig wahrnehmen.

Dass die Selbstregulirung der Sohle durch diese Abstürze, hauptsächlich der rechten Thalwand, häufig unterbrochen wurde, beweisen die oft in sehr mächtigen Schichten auftretenden Salzachletten, welche von Thalsperren, die derzeit von dem grösseren, die diluvialen Ablagerungen des oberen Thalbeckens begleitenden Findlinge älterer Gesteinsgattungen gebildet sind, zurückgehalten werden. Dieser Salzachletten, welcher meist sehr dünn geschichtet vorkommt, erscheint als ein Schlemmproduct der Gesteine des in dem oberen Salzachthale auftretenden Schiefergebirges und wurde sehr häufig bei Brückenfundirungen aufgedeckt.

Diese bedeutenden Umwandlungen, welche in dem Thale zwischen Taxenbach und Lend stattfanden und in geringerem Masse noch stattfinden werden, erstrecken sich bis in unsere Zeit, mit dem Unterschiede, dass derzeit nur mehr eine weitere gefahrbringende Entwicklung des rechten Salzachufers zu befürchten ist. Dass diese Umwandlungen durch die fortschreitende Entwicklung des Thales erst in unserem Jahrhundert weniger gefahrbringend für den Menschen und dessen Werke

sind, geht daraus hervor, dass die älteren Ansiedlungen nur auf dem höher gelegenen, circa 300 M. über der jetzigen Salzachsohle befindlichen Plateau stattfanden, und bei der Anlage ihrer Communicationswege überall, wo es halbwegs die Möglichkeit bot, dem tieferen Salzachbette ausgewichen wurde.

Ich sagte in dem Vorhergehenden, dass derzeit für die weitere Thalbildung zwischen Taxenbach und Lend nur das rechte Thalgelände mehr Besorgniss erregt, und liegt der Grund dieser Anschauung hauptsächlich in dem, dass am rechten Ufer die Schichtung der Schiefergesteine thalseits zu abfällt und selbe in ihren oberen Partien durch sehr mächtige diluviale Gebilde überlagert wird, während die linken Uferwände die überaus günstige Schichtung, fallend gegen die Berglehne zu, besitzen, abgesehen von den kleinen Schutthalden, welche das anstehende Gebirge am Fusse überdecken, die aus dem Grunde nicht näher berührt werden, da selbe localer Natur sind und ausser geringen Flussablenkungen nicht von einer eingreifenden grösseren Wirksamkeit für die Thalbildung sein können<sup>1)</sup>.

Ich suchte die vorerwähnte Folgerung hinsichtlich der noch stutzfindenden Thalbildung auch dadurch weiter zu erhärten, dass ich meine Studien auch auf die Seitenthäler der Salzach, dem Dientenbach und Trattenbach erstreckte, die nahezu senkrecht gegen das Salzachthal einmünden, und kam bei dem näheren Studium zur vollen Ueberzeugung, dass die Schiefergesteine ausserordentlich steile und hohe Gehänge bilden können, wenn die Schichtungsflächen von den Gewässern günstig durchschnitten werden.

Ein besonders die Umwandlung dieses Thales charakterisirender Fall, welcher sich für die Lage der Bahntrace von grosser Wichtigkeit darstellt, ist eine erst im Jahre 1794 aufgetretene grosse Absitzung eines Theiles des Embacher Plateaus gegenüber dem Tunnel bei Unterstein, deren Masse noch jetzt in Bewegung ist.

Ueber dieses Naturereigniss liegen noch nähere Daten in den Jahrbüchern für Berg- und Hüttenkunde von E. Freiherrn von Moll, 1798, II. Band, vor, worin sich eine Beschreibung von K. M. Schroll, Bergrath zu Salzburg, über genannten Fall vorfindet, und lasse ich in Folgendem die interessanteren Theile desselben folgen:

„Es war am Pfingstsonntage im Jahre 1794, als man in der Residenzstadt Salzburg, welche vom Embacher Plateau neun deutsche Meilen entfernt ist, mit einem Male die Salzach bei schönster Witterung merklich anschwellen und ungemein trübes, von Erdtheilen dicht beschwängertes Wasser führen sah.

„Man vermuthete Anfangs eingetretenes Hagelwetter im Gebirgslande; allein jener Zustand der Salzach hielt an, und bald erscholl, zumal nachdem die über diesen Erdfall von Lend bis Pinzgau führende Landstrasse zu Grunde ging, der Ruf von den fürchterlichen Verwüstungen, die der in Absturz gerathene Erdfall verursachte; nun strömte eine Kette von Menschen von nahen und entfernten Gegenden, auch der das Gebirgsland bereisende Fremde, zur Beschauung dieser Naturbegebenheit hin.

<sup>1)</sup> Es werden selbe später in einem separaten Aufsätze beschrieben werden.

„Drei Jahre dauerte die periodische Bewegung dieses Erdalles, und jährlich führt mich meine Gebirgsreise zu ihm.

„Wo Erlen und Fichten dicht es kleideten, da ist die Dammerde entweder begraben oder fortgeschwemmt; Gerölle, Sand und Letten nehmen deren Stelle ein. Das sinkende Gehölze durchwandert jetzt alle Richtungen in Rücksicht auf seinen Stand. Hier beschreiben Stämme durch Fortwälzung des Erdalles von der Wurzel aus einen Kreis, Wipfel vom Holze begraben sich im Schutt und Wurzel schwingen sich senkrecht empor. Dort stürzen wieder Stämme und Gesträuche jähe zusammen, bilden ein filziges Gewebe und nun versinken sie in die Masse der sich bewegenden Erde.

„Wo vormals eine sanfte Fläche war, da schichtet sich eine Anhöhe von der Erdmasse empor, und eine sich bald mit Wasser füllende grosse Vertiefung in Gestalt einer Rinne lagert sich daneben. Das Wasser versickert bald wieder, bricht unterher wie eine Quelle, aber in der Eigenschaft eines Wildbächchens hervor und gräbt sich jetzt eine tiefe Schlucht mit senkrechten Ufern, nun stürzt diese plötzlich zusammen, das Bächchen ist dem Auge dadurch verschwunden, der Ausfluss verrammelt, es breitet sich im Innern des Erdalles aus, erweicht neuerdings die thonige Masse, beginnt zu drängen, zu wühlen, die aufliegende rollige Decke in sachte Bewegungen zu bringen, und jetzt berstet mit einem Male die schon verwüstete Oberfläche des Erdgerölles und stellt dem Auge schroff geborstene Eise auf Gletschern ähnlich dar.

„Wenige der Zuschauer hatten Anfangs Muth genug, diesen Erdfall zu betreten, denn die Pfade verloren auch oft augenblicklich ihre Spur.

„Steckte man einen Stock oder eine Ruthe in die Erde, so sah man sie in einer Minute sehr merklich sich neigen. Endlich wurde darüber ein Fusssteig, und zwar zur Herbstzeit, als die den Fuss des Erdalles bespülende Salzach kleiner und die Erdbewegung unmerklicher zu werden begann, auch wieder eine Strasse gebahnt, aber zu wiederholten Malen wurden erstere sowohl als letztere aus dem Zusammenhange gerissen und stückweise gegen den Fuss des Erdalles gerückt.

„Wendet man von dem oberen und mittleren Theil des Erdalles den Blick auf dessen Fuss und die Salzach hin, so springen neue Gegenstände der Verwüstung in die Augen.

„Mit Verwunderung erblickt man im engen Thale, wo dieser Fluss sacht über Felsengeschicbe rasch einherstürzt, einen nie gesehenen See, dessen Länge sich über eine Stunde weit bis an die Färberbrücke bei Taxenbach erstreckt.

„Hochstämmige Lerchen und Fichten, die hier und dort die Ufer der Salzach bekleideten, ragen nur mehr mit dorrendem Wipfel über die Fläche des Sees empor; so hoch ist der Damm von Gerölle und Schutt, den der Erdfall in das Flussbett geschoben hat! Jetzt gewältigt die bei nasser Witterung anschwellende Salzach und die ungeheure Last des Sees den oberen Theil des Dammes, und eine überall Verwüstung drohende Wassermenge stürzt sich über denselben mit wildem

Aufschäumen an den Felsenstücken, die der Erdfall auch an der Vorderseite des Dammes hervorgedrückt hat.

„Bald aber erhöht sich derselbe bei kleinerem Wasserstande des Flusses durch Nachglitschung der Erd- und Schuttmassen wieder und die Tiefe des Sees steigt und fällt mit ihm.

„Ein paar Monate lang behauptete dieser Damm jetzt gleiche Höhe, und der Erdfall schien seine Bewegung vollends eingestellt zu haben, allein anhaltende nasse Witterung wirkte neuerdings auf das Innere desselben.

„Wunderbar schiebt jetzt die Schwere des in langsame Bewegung gerathenen Erdalles vor dem Damme des Sees eine grosse Masse seines Gerölles und Schuttes unter dem Salzachrinnsal durch bis an die Felswand des jenseitigen Ufers, thürmt sich dort zu einem wohl 30 Fuss hohen Hügel auf und drückt zur Kuppe einen grossen, den Inhalt einer halben Kubikklafter allerdings fassenden Stein empor.

„Dieser Hügel wird bald niedriger, bald höher, er verengt das ohnehin schmale Flussbett; das Gewässer nagt brausend an seinem lockeren Fusse, bewältigt ihn zum Theil, wirft sich schäumend wieder an das gegenseitige Ufer, das jetzt aus der Masse des herabglitschenden Erdalles besteht; unterspült endlich den Fuss, und so stürzen mit Aufschleuderung des Fusses grosse Wellen den Umfang mehrerer Kubikklafter einnehmende Erdstücke in den durch die Erde und Steine in Wucht gebrachten Fluss.

„Es kam die Reihe des Einstürzens jetzt an einen Waldgrund mit einigen hundert Stämmen Holzes; fürchterlich war das Krachen der in wilde Fluth stürzenden Bäume, viele davon wurden im Augenblicke mit Steinen und Sand überschüttet und die übrigen, theils im ganzen Zustande, theils in Trümmer zerbrochen, mit unzähligen, durch ihre Wurzeln aneinander verflochtenen Erlen fortgerissen.

„Wenn man vom Erdfalle weg das Auge nach dem Laufe der Salzach gegen Lend richtet, so stellten sich ihm neue Schreckensbilder und Drohungen noch grösseren Unheiles entgegen. Die vom Erdfalle in den Rinnsal gebrachte ungeheure Menge Gerölles und Schuttes erhöhte diesen gegen Lend und zum Theile auch noch weiter hin im abnehmenden Verhältnisse nach der Entfernung vom Erdfalle um ungefähr 18 bis 3 Fuss, wodurch denn auch das Flussbett eine ansehnliche Breite gewann.

„Beträchtliche Grundstücke, die in dieser Gegend unmittelbar an die ehemaligen Ufer der Salzach grenzten, wurden jetzt im Schutte begraben, und dieser häufte sich bald am dies- bald am jenseitigen Ufer dergestalt an, dass das Gewässer unter schiefer Richtung wieder an die entgegengesetzte Seite geworfen und so zur Bewirkung neuer Verheerung fähig gemacht wurde.

„Hier leistet ihm selbst das Felsenufer zu schwachen Widerstand, wie der Bergmann mit Schlägel und Eisen, gräbt es sich durch unablässige Hineinschläuderung grosser Steine und durch stetes Reiben in das Felsufer ein, unterwühlt sofort die Grundlage der aufliegenden Dammerde, und nun schält sich diese bei steilem Abhange von seinem Felsengrunde durch den Druck ihrer Schwere, und der Absturz grosser

Stücke Waide und Felsengrundes vergrössert jetzt die Wucht des einhertobenden Flusses.

„Dort trifft seine Umprellung ein neu gebildetes Ufer von lockerem, aus Geröllen und Thonlagern bestehenden Grund; der Fluss weicht der zerstörenden Gewalt, und ein neuer Erdfall von beträchtlichem Umfange stürzt sich von des Berges Abhänge in die tobende Fluth.

„Eine Fläche von dem Umfange mehrerer hundert Ruthen, in Wiesen- wie auch Ackergrund bestehend, mit Haus und Scheuern besetzt, trennt sich zugleich aus dem Zusammenhange zum Theil los und droht mit jedem Tage den fürchterlichen Absturz. Zur Hälfte ist dort schon ein Haus verschüttet. Anderswo wühlt die Salzach auf einem ihr eben jetzt zum Ufer untergeworfenen Waldgrund hin, ergreift allmählig hunderte der Stämme und droht heute oder morgen eine grosse Fläche dichten Waldes in's Flussbett unter neuen Verheerungen abrollen zu machen.

„Wirklich nicht ohne Grund war man zu Lend, wo die Einwohner schon auf schnelle Flucht Bedacht nahmen, für Häuser, die Schmelzhütte und den Holzrechen besorgt. Der Rechen musste ungeschlossen bleiben, um plötzliche Aufthürmung des herangeschwemmten Gehölzes, Aufdämmung des Gewässers und somit grauenvollen Ruin zu vermeiden.

„Schon in Zeit eines Jahres während der Bewegung des Erdfalles war der ein Jahr zuvor aus ganzen Stämmen gefertigte Dielenboden der grossen Rechenwehre theils vollends, theils bis auf dünne Schalen von Stämmen durch das haufenweise, mit dem Gewässer darüber rollende Geschiebe hingefegt, und der kostspielige, aus einigen tausend Stämmen Holzes bestehende Holzrechen gerieth dadurch in äusserste Gefahr. Zwei Brücken waren auch schon zu Grunde gerichtet, die eine im oben erwähnten See, die andere im Sande begraben.

„Von Lend durch Pongau bis Salzburg hin sah der Besitzer dem Flusse naheliegender Grundstücke und Gebäude, durch den Anblick der Verwüstungen von Taxenbach bis Lend in Schrecken gesetzt, mit banger Besorgniss dem endlichen Ausschlage dieser immer Angst und Furcht verbreitenden Naturbegebenheit entgegen.

„Allein gerade jetzt, da die Drohungen entsetzlichen Unheils dem Augenblicke der Erfüllung sich nähern, da der neu gebildete, seinen 60 bis 70 Fuss hoch aufgethürmten Damm plötzlich zu überwältigen, der rollige Erdfall mit neuem Nachdrucke eine ungeheure Masse des Gerölles und Schuttes in das verwilderte Flussbett zu stürzen und die wild einher rassende Salzach auf ihrem Lauf gegen Lend 100 kleinere Erdfälle regc zu machen, beträchtliche Waldstrecken am südseitigen Ufer ihres Flusses zu berauben und in ihre Fluth zu werfen droht, gerade zu dieser Zeit im Sommer des dritten Jahres der Erdfallsbewegung durchblickt ein holder Glückstern das schwarze Gewölke banger Zukunft.

„Anhaltende warme Witterung tritt jetzt mit einem Male ein, trocknet den Erdfall in seiner Oberfläche und gibt ihm festere Verbindung, wodurch dem Nachgletschen beträchtlicher Schuttmassen in den Rinnsal Einhalt geschieht.

„Die Salzach fängt nun an, Sand und Geschiebe, die des Sees Damm und das Flussbett bis dahin fast unausgesetzt erhöhten, zu

ergreifen und wegzuspülen. Und man beobachtet mit frohem Staunen, dass die letzte periodische Erdfallsbewegung über 100 Centner schwere Stücke Thonschiefer, die in Rücksicht ihrer Gestalt aus der Felsen-grundlage des Erdfalles abgerissen zu sein scheinen, hervorgedrückt hat.

„Diese verdämmen jetzt durch ihr mächtiges Felsengemäuer den Fuss des sonst unfehlbar nach jahrelang nachdringenden Erdfalles, die Ruhe, d. i. die nachlassende Bewegung bewirkte, bald ein dichteres Zusammendrängen seiner rolligen Erd- und Steinmasse; und nun sieht man das immer noch rege Bächchen, welches sich während des Erdfalles Bewegung meistens in seine Eingeweide vergrub, und es bald dort, bald da bis auf den Grund durchwühlte, sich auf dessen Oberfläche wieder sammeln und die Bahn über einen kleinen Rinnsaal eröffnen.

„Inzwischen spielt die Salzach von dem in das Flussbett geschobenen Damme, dessen oberer Theil eben nicht aus grossen Steinen besteht, einen beträchtlichen Antheil hinweg, wodurch der See fast die Hälfte seiner Tiefe und Länge verliert. Nothwendig wirkte diese glückliche Aenderung auch auf die allmähliche Erniedrigung des vom Erdfalle weg bis Lend durch Geschiebe und Sand erhöhten Fluss-bettes, zumal sich diese Masse noch in lockerer Verbindung befand und zu guter ungefährlicher Richtung desselben jetzt Wasserwehren angebracht werden könnten.

„So endigte nach drei vollen Jahren die Bewegung dieses Erdfalles und mit ihr die Besorgnisse der Verwüstungen, Jahrhunderte werden wieder verstreichen, bis die Salzach das Felsengemäuer, welches jetzt den Fuss des Erdfalles festhält, zerreiben, und ihm zu neuen Verheerungen Schwung geben wird.“

Ich werde nun in dem Folgenden mich bemühen, die so interessante Beschreibung des Herrn Bergrath Schroll durch meine gemachten Aufnahmen und Beobachtungen zu ergänzen und ein Bild des Absturzes nach Verlauf von nahezu 100 Jahren zu geben suchen.

Dieser Bergsturz, die sog. Embacherplaike (Plaikten, abrutschen, abgehen, wird im Salzburgischen bei allen Terrainbewegungen in Schrift und Sprache benützt), deren Ausdehnung durch den auf Taf. XVI skizzirten Bruchrand  $\alpha$  verdeutlicht ist, grenzt an zwei ältere Bruchränder  $\beta$  und  $\gamma$ , die, wie aus den gemachten Erhebungen hervorgeht, Abstürzen aus älteren Perioden als die der Embacherplaike angehören.

Entwickelt man sich das Bild des rechten Ufers vor der Abrutschung des Gebirges, so kommt man nach der vorhergehenden Beschreibung in erster Linie zu dem Schlusse, dass die Salzach damals an jener Stelle eine bedeutende Breite hatte. Es musste sonach das Gehänge der rechten Thalseite steil ansteigend gewesen sein, und die successiven Unterwaschungen, resp. die Tieferlegung der Sohle des Salzachflusses einerseits, die Erfüllung der sandig lehmigen Geschiebmassen der Lehne mit Wasser andererseits die Ursache der colossalen Katastrophe werden.

Nach dem Bilde des östlichen und südlichen Theiles des Bruchrandes der Embacherplaike (Fig. 2) beobachtet man an dessen nördlichen Rande die krystallinischen Gesteine nach rückwärts in die Tiefe

zurücktretend, und erweckt dieses Bild den Gedanken, dass hier in den Schiefergesteinen eine tiefe Mulde ausgekolkelt oder ausgerieben wurde, welche sich später mit den diluvialen Gebilden füllte; es scheint auch, dass an der Stelle der Abrutschung dieser Kolk noch viel tiefer reichte, und am Uferrand gegen den Salzachfluss nur von einem im Verhältniss zur Flusssohle in geringerer Höhe sich erhebenden Schieferfels am Fusse unterlagert wurde.

Die Geschiebsmassen, die sich nun bis zu einer bedeutenden Höhe aufbauten, wurden entweder durch eine Unterkolkung des Schieferfusses und Abgehen von Schieferschichten, oder durch ein Ueberhandnehmen des Druckes der Geschiebsmassen auf die sie einzwingenden Schiefermassen, durch Aufnahme von mehr Wasser und gleichzeitig der hiedurch bedingten möglichen Verminderung der Reibung an den Auflagerflächen der Geschiebsmassen, oder durch Eintreten beider Umstände zugleich zum Abrutschen gebracht, und es entleerte sich durch den Mangel an weiterer Verbindung die ganze, mit diluvialen Gebilden erfüllte, tief eingeschlitzte Mulde sehr rasch, die seitwärts und am Untergrund begrenzenden Schiefergesteine mit sich reissend.

Dass sich dieses grossartige Ereigniss schon lange vorbereiten musste, ist wohl erklärlich, und es werden manche Vorgänge zu beobachten gewesen sein, die der Catastrophe vorangingen, welche aber in den seltensten Fällen näher erkannt, vielleicht unterschätzt wurden.

Ein Hauptumstand, der zur Bewegung Anlass gegeben hat, liegt wohl in dem, dass die in den diluvialen Gebilden einsickernden Wässer bis an dessen Sohle gelangend, die Schieferunterlage sehr erweicht hatten, so dass der Zusammenhang, resp. die Reibung immer mehr vermindert wurde, bis endlich das Gleichgewicht durch andere Ursachen gestört, die Massen zum abrutschen brachte.

Dass eine abgehende Gebirgsmasse, welche sich auf circa 400.000 Quadratmeter Fläche erstreckt, gewaltige Aeusserungen auch auf die umgebenden festeren Gebilde zurückklässt, ist leicht erklärlich, und es ist auch die Aeusserung durch die sehr steil ansteigenden Schieferwände des östlichen Bruchrandes zur Genüge gekennzeichnet.

An der abgerutschten Gebirgsmasse, die bis jetzt gegen 30,000.000 Cub.-Meter betragen dürfte, ist derzeit noch ein Abfliessen der durch die damalige Catastrophe zerstörten Gesteinsmassen zu beobachten:

Ich wählte zur Kennzeichnung der noch jetzt stattfindenden Bewegungen das Wort: abfliessen, weil die ganze Mulde mehr weniger aus aufgeweichten, losen, lehmig sandigen Geschiebsmassen besteht, in welche theils vollends erweichte Schiefergesteine eingebettet sind, die durch die chemischen, sowie mechanischen Einflüsse sehr umgebildet erscheinen. Ich fand in dieser Masse grössere Schichtenfragmente eingelagert, welche chloritischen Schiefeln angehören dürften, aber derart umgesetzt, dass selbe ganz zu einem plastischen Teig zusammengeknetet werden konnten.

Um die Böschungsverhältnisse dieser schwimmenden Masse, sowie deren hauptsächlichen Bestandtheile näher zu erörtern, nahm ich ein Längenprofil in der grössten Abflussrichtung der schwimmenden Masse auf und skizzirte selbes in Fig. 3, wobei die Richtung in der Plan-

skizze Taf. XVI durch die Linie *a*, *b*, *c* zur leichteren Orientirung angegeben ist.

Es besitzen derzeit die abfliessenden Massen nur mehr eine geringe Mächtigkeit, obgleich selbe noch sehr rege stattfindet, und lehnt sich die Abflussrichtung gegen den östlichen Bruchrand an. Dieser noch jetzt stattfindende Abfluss ist charakterisirend für die ganzen früheren Erscheinungen, wenn man annimmt, dass nach hundertjähriger Bewegung dennoch die Massen immer nicht erschöpft sind, obgleich derzeit bei den vorhandenen Neigungsverhältnissen eine grössere Umsetzung der Gemengtheile vorausgesetzt werden muss, die den Strom noch lange nähren werden.

Man sieht in Fig. 2 das Embacherplateau in einer Höhe von 1022 Meter verlaufen, und zeigt dessen Profil die Lagerung der Gchiebsmassen oben mehr geflächt, unten steil abfallend, ohne die Auflagerung auf die Schieferschichten zu zeigen. Der Bruchrand in diesen Schottermassen lässt die mannigfaltigsten Formen beobachten, welche durch die Wirkung der atmosphärischen Einflüsse auf diese klassischen Gebilde hervorgerufen wurde. Um die schönen Formen in diesen diluvialen Gebilden näher zu kennzeichnen, skizzirte ich in Fig. 4 den westlichen Theil des Bruchrandes und gebe in Fig. 5 einen Schnitt, dessen Lage aus der Ansicht Fig. 2 näher zu entnehmen ist, durch welchen die Lagerung der diluvialen Gebilde auf den Schieferschichten näher präcisirt erscheint.

Verfolgt man das Längenprofil der Abflussrichtung vom Bruchrand weiter, so beobachtet man ein sehr regelmässiges Gefälle des abfliessenden losen Gchiebes und der verwitterten Schiefermassen, in welche in einer Höhe von 890 M. über dem Meere eine grössere aufgeweichte Talkschieferschichte eingebettet ist; gegen dem Ende des Profiles tritt dann ein grösserer Bruch in den Gefällsverhältnissen ein, welcher jedenfalls durch ein Absetzen von grösseren Findlingen und Felstrümmern gebildet ist, während die leichteren beweglicheren Massen ihren Weg weiter fortsetzten und an der Einmündung der Salzach von derselben fortgeschwemmt werden.

Nahe an der Salzach zeigen sich dann durch den rascheren Abfluss und der Wegnahme des Fusses grössere Klüftungen in der abschwimmenden Masse.

Der anschliessende, westlich gelegene Kegel, auf den ich noch später zu sprechen kommen werde, welchen sich wie dem Theile stromaufwärts im Laufe der früheren Jahre grössere Fclsmassen vorlagerten, war durch diesen auf natürlichem Wege gebildeten Uferschutz von den weiteren Einflüssen der Salzach geschützt, in Folge dessen die hinteren Geröllmassen zur Ruhe gekommen sind.

Leicht ist aus der Vegetation selbst der derzeit mehr oder minder bewegte Boden der abgestürzten Masse zu erkennen, da überall, wo noch andauernde Bewegungen auftreten, nur die Erle ihr Fortkommen fand, und es meist zu einer Seltenheit gehört, einen geraden Stamm zu finden; an den festeren Felsschuttmassen und Felsrippen findet dann schon die Fichte wieder ihr Fortkommen.

Diese jetzt noch andauernden grösseren Bewegungen liegen nur in der beinahe vollkommen von Wasser geschwängerten Schuttmasse, die durch einige Quellen genährt wird.

Das Flussbett selbst zeigt im Bereiche der Embacherplaike nebst einer bedeutenden Einengung auch eine grosse Hebung der Sohle, welche durch die grösseren Findlinge der überlagernden Geschiebmassen und mitgerissenen Schiefer des Untergrundes gebildet wurde.

Wie aus der Beschreibung der Embacherplaike von Bergrath Schroll zu entnehmen ist, hatte die Salzach vor dem eingetretenen Naturereigniss eine Breite von 70—100 Schritte, während jetzt die Weite nur auf 30—40 zu schätzen ist; es wurde somit der ganze Strom an das linke Ufer geworfen.

Anschliessend an den Bruchrand  $\alpha$  der Embacherplaike, befinden sich westlich von demselben noch zwei,  $\beta$  und  $\gamma$ , die jedenfalls einer älteren Epoche, als die der Embacherplaike angehören. Ich schliesse auf ein höheres Alter dieser beiden Abstürze, da die Gebirgsschuttmassen derselben bereits ganz ausgeflossen sind und der Bruchrand von  $\beta$  den Verhältnissen der diluvialen Ablagerungen entsprechend abgeböschet und mit Humus bedeckt ist, einen für die Umstände ziemlich entwickelten Pflanzenwuchs zeigen. Der Bruchrand  $\gamma$  ist steiler gehalten, da daselbst grössere Conglomeratbänke die Schottermassen durchziehen. Der noch mehr erhaltene Theil der Lehne zwischen den beiden Bruchrändern  $\alpha$  und  $\beta$  verdankt seine derzeitige Gestalt wohl hauptsächlich den höher hinaufreichenden Schieferschichten, und dem Umstande, dass der Fuss thalabwärts durch den bereits früher erwähnten Dioritklotz gebildet wird, welcher den grösseren Vertiefungen der Sohle entgegentrat.

Auf das eigentlich zu charakterisirende Object, von dem Tunnel von Unterstein selbst übergehend, lasse ich in Kürze zur Vollständigkeit die in baulicher Beziehung erwähnenswerthen Daten folgen.

Man begann im Monate März 1874 mit dem Vortrieb des Sohlstollen (6 □ Meter Querschnittsfläche), von welchem Aufbrüche zur Treibung des Firststollen (3·5 □ Meter Querschnittsfläche) erstellt wurden, zu dessen Forcirung noch weiters ein Seitenstollen nach der Tunnelaxe unter der Strasse im Niveau des Firststollen getrieben wurde, um nach den beiden Tunnelmündungen den Vortrieb zu ermöglichen, da hiedurch für den Firststollen zwei weitere Angriffspunkte gewonnen wurden. Am Tunnelausgange wurde dann auch später noch vom Sohlstollen aus ein Aufbruch nach der Strasse gemacht, um eine bessere natürliche Ventilation zu erzielen.

Im September 1874 erfolgte der Durchschlag der beiden Stollen und man begann im October mit dem Vollausschlag der einzelnen Ringe.

Der Tunnel mit einer Gesamtlänge von rund 163 Meter kam in eine Steigung von 1 : 210 zu liegen, am Ein- und Ausgange im Bogen, welche im Tunnel durch eine Gerade von 80·57 Meter Länge verbunden waren.

Die Anlage des Tunnels war, wie alle der Salzburg-Tiroler-Bahn, für zwei Geleise, und zwar mit einer Lichtfläche von 47·00 □ Meter.

Wie aus dem Schichtenplan zu entnehmen, bildete die Gebirgsnase einen vom Gebirgsstock senkrecht ausgehenden, flussabwärts

gebogenen Grat, welcher an seinem Ende der Länge nach durch den Tunnel unterfahren wurde.

Die Gebirgsnase selbst ist, wie schon vorhin erwähnt, der Hauptsache nach von krystallinischen Schiefeln gebildet und herrschen in dem durchtunnelten Theil Talkschiefer vor, welche theilweise Uebergänge in Thonschiefer zeigen.

Die Ausbruchslänge der Ringe variirte anfangs zwischen 8 bis 9 Meter, später, wie noch unten erwähnt werden wird, überschritt man diese Grenze und ging in einem Falle bis zu 15 Meter Ausbruchslänge.

Die Auszimmerung bildete mehr weniger nur eine Abspreizung des Firstes, um ein Losewerden und Herabfallen einzelner kleinerer Schichtenfragmente zu verhindern.

Die Gesperrdistanz variirte zwischen 2 bis 2·5 M., und es wurden erst später, als Druckerscheinungen in grösserem Massstabe auftraten, Bockgestelle mit Gesperren und Brustriegeln (Bölung nach dem englischen Tunnelbausysteme), wechseln gelassen. Da keine besonderen Druckerscheinungen befürchtet wurden, sind in den einzelnen Profilen die Longrinen nicht ganz über das Mauerprofil gehalten worden, indem man auf ein Ausziehen derselben während der Mauerung reflectirte, wodurch die ganze Last auf die Lehrbögen übertragen und je nach den Verhältnissen mittelst zwei oder vier Unterzügen unterstützt wurde.

Die Gewinnung des Ausbruches erfolgte beinahe ausschliesslich mit Dynamit und kann, um die einzelnen Minen zu charakterisiren, angegeben werden, dass die Bohrlöcher im Durchschnitte mit 50 bis 70 Cm. angelegt wurden.

Um den Gegenstand nur mit Rücksicht auf die geologisch interessanten Details weiter zu erläutern, beschränke ich mich auf die Beschreibung einzelner Ringe, welche in Hinsicht ihrer Bewegungserscheinungen von grösserer Bedeutung sind.

Der Ring II, welcher im September 1874 mit einer Länge von 8 M. im Vollausschube begonnen wurde, kam in eine ziemlich erweichte Talkschieferschichte zu liegen und zeigte während des Ausbruches einen wenn auch nicht besonders starken, so doch zu beobachtenden zunehmenden Druck am Scheitel; am wasserseitigen Widerlager erfolgte während des Ausbruches auch eine grössere Gesteinsauslösung circa 1·5 M. vom Ausbruchprofil, weiters ein Auslassen eines schlecht unterfangenen Theiles am First gegen das Taxenbacher Ringende.

Nach der Ausschalung des Ringes circa Mitte Jänner 1875 zeigte sich in diesem Ringe bereits eine bedeutende Pressung der Gewölbesteine am Scheitel und im wasserseitigen Gewölbsviertel; obwohl die zerdrückten Steine ausgewechselt wurden, war an denselben bald die gleiche Druckäusserung zu verfolgen. Es wurde zuerst als Folge dieser Erscheinung die mindere Qualität des Baumaterials vorgeschützt, da man zur Gewölbmauerung Conglomerate (jüngere Bildungen) und sogenannten Tuff, richtig Rauhwacke<sup>1)</sup>, verwendete. Die Auswechslungen

<sup>1)</sup> Es wurde die an der rechten Thalwand zwischen Lend und Bruck an drei mir bekannten Punkten auftretende Rauhwacke als Tuff (Tuffstein) in Verwendung gebracht. Es scheint dies in einer ursprünglich verfehlten Bezeichnung zu liegen, da auch in dem mit dem Subunternehmer abgeschlossenen Verträge unter andern

erfolgten mit Granit, dessen Unterliegen später zur Genüge den bereits aufgetretenen starken Gebirgsdruck verrieth.

Der zu gleicher Zeit mit dem Ring II in Mauerung begriffene Ring III, 7·25 M. lang, welcher unter der Reichsstrasse am Tunnelausgang zu liegen kam und wasserseits noch theilweise von Schutt begrenzt war, zeigte beim Ausbruch wegen der geringen Fleischstärke des Gebirges einen ziemlich starken Druck auf die Kronbalken wasserseits und am Scheitel.

Es wurde in diesem Ringe ein etwas stärkerer Einbau gegeben, da man voraussichtlich durch die oberhalb dem Scheitel circa 2 M. gelegene Reichsstrasse Druck zu erwarten hatte.

Nach Schluss des Gewölbes zeigte sich erst bis Mitte April 1875 eine Veränderung, die auf bedeutende Druckerscheinungen rückschliessen liess.

Der Ring IV wurde mit einer Länge von 9·0 M. angelegt und liess sich erst während der Mauerung gegen den Nachbarring II ein bedeutender Druck im Scheitel und in der wasserseitigen Gewölbshälfte wahrnehmen. In diesem Ringe kam auch die erste Tunnelnische am bergseitigen Widerlager zu liegen und war gerade am Ende des Ringes in dem druckreichen Gebirgstheil situirt.

Bald nach dem Gewölbschluss, der am 9. Februar 1875 erfolgte, liess sich ein Anreissen der Steine in den zwischen Nische und Ringende gelegenen 1 M. breiten Widerlagstheil beobachten, was im constanten Zunehmen zu verfolgen war. Die rückwärtige Wand der Nische war vorerst nicht verkleidet, zeigte aber bald ein Ausschalen des Gesteines, in Folge dessen die hintere freistehende Wand Mitte Mai auf 1 M. Stärke vermauert wurde; nachdem aber die Bewegung fortdauernd anhielt, wurde gegen Ende Mai die Nische vollkommen ausgemauert. Die Bewegung äusserte sich auch im Gewölbe durch Zerdrücken von Steinen, welche theilweise ausgewechselt wurden, bald aber wieder neu angerissen erschienen.

Im Monate Jänner, in welchem gleichzeitig die Ringe VI und VII zur Mauerung gelangten, zeigte sich beim Ausbruche des ersteren im bergseitigen Widerlager eine eingelagerte Talklage, welche auch im Thalseitigen in einer etwas geänderten Lage den Talkschiefer durchzog, zumeist in der Schichtungsfläche gelegen und nur durch ältere Trennungsflächen selbe wechselnd.

In Folge dieser Erscheinung erwartete man eine grössere Druckäusserung, da die gemachten Erfahrungen etwas schärfer in's Auge

---

auch Tuffstein als für die Mauerung zulässig genannt wird. Meines Wissens kommen Tuffbildungen im grösseren Massstabe daselbst nirgends vor, und es ist bei dem in einiger Beziehung ähnlichen Aeusseren der Gesteinsgattungen nur diese Rauhwacke auch im Vertrage gemeint. Sie erscheint von erdigem Bruch, grauer oder gelblicher Farbe, in ihrem Inneren mit vielen kleinen Höhlungen, die mit feinkörnigem, zu Sand und Asche zersetztem Dolomit ausgefüllt sind, oder zum grossen Theil durch eindringende Wässer ausgewaschen erscheinen, wodurch das Gestein eine poröse schwammige Masse darstellt. Nach dem Innern der zum Zwecke von Steinbrucharanlagen aufgeschlossenen Felspartieen zeigte sich das Gestein weniger zersetzt, oft von ziemlicher Festigkeit, nach aussen durch die Zersetzung auch öfters einen erdigen Sand bildend.

gefasst wurden, führte man eine stärkere Böldzung durch, nebst einer Verstärkung des wasserseitigen Widerlagers.

Es zeigte sich während des Ausbruches keine besondere Druckerscheinung, obgleich am Anfange des Monats Jänner sich bereits zwei Schichtungsflächen an der Strassenböschung trennten, da der Ring noch unter die Reichsstrasse zu liegen kam; erst am 16. April erfolgte ein Anreissen der Steine im bergseitigen Widerlager.

In dem Ringe VII mit 7·2 M. Länge, welcher an den Ring II anschliesst, wo sozusagen die erste grössere Druckerscheinung auftrat, wurde das Gestein noch erweichter und wasserhältiger vorgefunden. Am Scheitel war schon während des Ausbruches eine bedeutende Druckerscheinung zu beobachten. Während des Ausbruches trat schon eine Firstsenkung von 0·25 M. ein und äusserte sich nach Schluss des Gewölbes noch weiter durch ein baldiges Ausschalen und Anreissen der Gewölbssteine.

Ende Mai wurde mit der Auswechslung der zerdrückten Steine begonnen, es war aber erfolglos, da die Bewegung im Gebirge bereits zu weit gegriffen hatte, durch die angewendeten Gewölbdimensionen dem gelockerten Gebirge ein zu geringer Widerstand geboten wurde.

Im Ringe VIII, welcher mit einer Länge von 8 M. durchgeführt wurde, zeigte sich sowohl während des Ausbruches als während der Mauerung keine Druckäusserung. Fast Ende Mai 1875 begann ein Anreissen der Steine im bergseitigen Widerlager und im wasserseitigen Gewölbstheil, wobei die in diesem Ringe sich am wasserseitigen Widerlager befindende Nische, wie selbe im Ringe IV bedeutend alterirt wurde, aus diesem Grunde gleichfalls, aber Anfangs Juni, voll ausgemauert wurde.

Im Ringe XI wurde der Ausbruch auf eine Länge von 8·85 M. vorgenommen, es zeigte sich während desselben, wie bei dem anschliessenden Ringe VII, der aufgeschlossene Talkschiefer aufgeweicht, ziemlich wasserführend und von bedeutendem Druck; erst nach Vollendung des Ausbruches wurde der Ring in Beziehung der Ausführung der Mauerung in zwei Ringe getheilt.

In dem gegen Lend gelegenen Theil in Ring XI *a* fand wasserseits eine bedeutende Ausschalung vom Scheitel gegen Kämpfer statt.

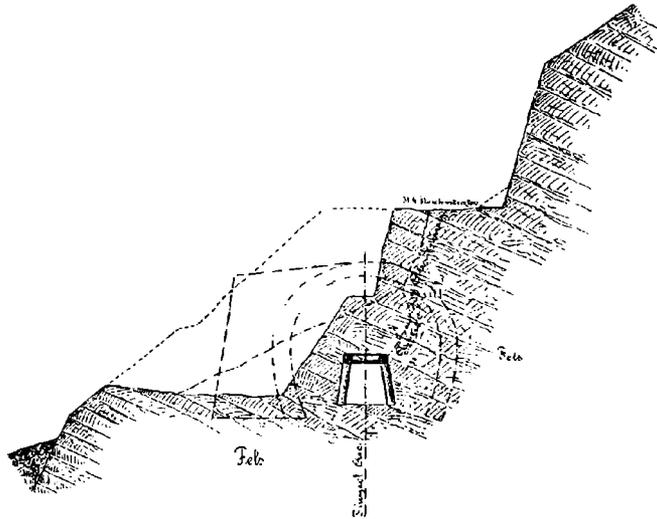
Es wurde in beiden Ringtheilen zu gleicher Zeit mit der Mauerung unter ausschliesslicher Verwendung von Granit und Gneiss begonnen, war aber, da im Ring XI *b* die Druckerscheinungen in constanter Zunahme begriffen waren, gezwungen, denselben thunlichst zu forciren und wurde in 34 Tagen geschlossen; vor Schluss desselben erfolgte der unten näher beschriebene Firstverbruch in den Ringen XII und XIII.

Nach Vollendung des Gewölbes im Ringe XI *b* zeigte sich ein Anreissen der Steine, was sich successive im bergseitigen Theile zu zwei durchlaufende Risse vereinigte.

In den Monat März 1875 fällt auch die am Tunnelausgang erfolgte Strassenabsitzung durch den Ausbruch des Ringes XIV. Es wurde der Ausbruch des Ringes XIV zu Tag ausgeführt, in Folge dessen die Strasse etwas gegen Berg corrigirt unterfahren. Nachdem der Ausbruch in der in Fig. 9 ersichtlich gemachten Linie gediehen,

erfolgte der Absturz des bergseitigen Gebirges zwischen Tunnelaxe und der Strassenmitte, wodurch der noch in der Sohle stehende Stollen zerdrückt wurde.

Fig. 9.



Wie aus dem Profile zu ersehen, war die Felsgrenze, wie sie vor der Absitzung stand, keine ungünstige, kam daher unerwartet, obwohl die Unterfahrung nach dem Profil, wie projectirt war, ein sehr festes Gestein voraussetzte.

Es zeigte sich nach der Absitzung ganz deutlich, dass es wieder jene unbeachteten Trennungsfächen waren, deren Lage gegen die Schichtung des Gesteines gerichtet, welche jene Abtrennung der Masse verursachte.

An den angrenzenden Ringen, Portalring am Tunnelausgang und dem Ring III war Anfangs keine Alterirung durch die Absitzung in Ring XIV zu beobachten, erst am 11. April liess sich im bergseitigen Widerlager des Ringes III ein Anreissen der Steine unter Kämpferhöhe wahrnehmen, das sich nach und nach erweiterte und auch auf den anschliessenden Ring VI erstreckte.

Im Ring III wurde die Zunahme des bergseitig aufgetretenen Lassenschubes derart stark, dass bald ein Herausdrücken des bergseitigen Widerlagers zu beobachten war, in Folge dessen der Ring III eingerüstet wurde.

In diese Periode fällt auch der Beginn der Zerklüftung des über dem Tunnelausgang gegen Taxenbach ober der Reichsstrasse fussenden Vorkopfes, in welchen der im Früheren genannte alte Schürfstollen zu liegen kommt. Um einen Einblick in die gesammte Arbeitsleistung zu geben, führe ich an, dass am Ende des Monates Februar insgesamt von 163·6 M. Tunnel 64·25 M. in der Mauerung vollendet, 15·2 M. in der Auswölbung begriffen, 25·35 M. in Ausbruch und 58·8 M. noch

im Gebirgestehend waren; somit die Zeit für obgenannte noch zu leistende Längen mit drei Monat bestimmt wurde.

Im Monate März begann man, da der Termin für die Eröffnung mit dem Ende des Monates Mai 1875 gestellt wurde, die Arbeiten, die bis dahin langsamer betrieben wurden, mit einer bedeutenden Forcirung und setzte Alles zur schleunigsten Vollendung in Bewegung.

Es wurde in erster Linie auf die Forcirung des Ausbruches hingearbeitet und man überschritt die Ringlängen von 9 M., vertrauend auf die in den übrigen Theilen des Sohl- und Firststollen aufgeschlossenen festeren Schiefergesteinsgattungen.

So wurde am 10. März zu gleicher Zeit mit der Ausweitung der später mit XII *a* und *b* und XIII bezeichneten nebeneinander liegenden Ringe, welche eine Gesamtlänge von 15·0 M. repräsentirten, weiters mit dem 13·2 M. langen Ringe XV (später XV *a* und *b*) und am 20. März mit Ring XVI, 10·5 M. lang (später XVI *a* und *b*), begonnen. Das Gestein zeigte sich in den Ringen XII und XIII mehr weniger als eine Mittelstufe zwischen Talk und Thonschiefer, von ziemlicher Festigkeit und trocken, gegen Eingang in den Nachbarringen, wo gerade zur Zeit des Beginns des Ausbruches der Ring XI *a* und *b* am 10. März im Ausbruch vollendet, mit der Mauerung begonnen wurde, liessen sich, wie schon vorhin erwähnt, grössere Druckerscheinungen wahrnehmen, im Gestein eine zwischenlagernde Talklage, welche die hinterliegenden Schiefermassen vor weiteren Umwandlungen schützte, während die vorderen im Hangenden der Talkschiefer gelegenen Schieferschichten sehr erweicht und umgesetzt aufgedeckt wurden.

Es erfolgte in den Ringen XII und XIII bis zur Durchschlitung des Körpers zwischen Sohl- und Firststollen keine Erscheinung, die auf eine Druckäusserung schliessen liess. Erst als die Gewölbsausweitung ziemlich vorgeschritten war, wurde an dem Ringende gegen Lend ein zunehmender Wasserzuffluss wahrgenommen, welcher durch eine Abtrennung der unter der Talklage gelegenen Schiefermasse inclusive der ersteren erfolgte, wodurch die Gebirgswässer ihren Lauf nach der neuen Trennungsfläche nahmen.

Die derartig nach einer Seite eingespannten Schieferschichten, welche vermöge ihrer eigenen Schwere und zu geringen Widerstandsfähigkeit der Bölung abrissen, verursachten durch die momentane Uebertragung ihres ganzen Gewichtes vorerst den Bruch einiger Longrinen, nach welchen erst die vollkommene Zerdrückung und Einsturz des Firstes auf die ganze Länge des Ausbruches erfolgte.

Der Firstverbruch trat am 7. April 1875 ein und erstreckte sich an seiner höchsten Stelle 8 M. über das Ausbruchprofil, der Hohlraum der abgestürzten Masse betrug gegen 550 Kubikmeter über dem Gewölbsraum.

Dieses unerwartete Ereigniss, welches glücklicherweise ohne Verletzung von Menschen ablief, da die in diesem Ringe beschäftigten Arbeiter, durch den vorerst erfolgten Bruch der Longrinen aufmerksam gemacht, die Arbeitsstelle sofort verliessen, war Ursache der späteren Theilung der Ringe XII, XV und XVI, was leider eine zu spät ergriffene Vorsichtsmassregel bildete. Der Tunnelbetrieb war durch diesen Firstverbruch einer vollkommenen Umformung unterworfen, es musste

um die Gebirgsnase eine Rollbahn angelegt werden zur Vermittlung der beiden Tunnelmündungen, da der grösste Theil der Baumaterialien von Taxenbach per Rollbahn zugeführt wurde.

Nach dem vorhandenen Stand des Ausbruches in dem Theile, wo der Firstverbruch erfolgte, erschien es am zweckmässigsten, um so schnell als möglich eine Sicherung des Firstes zu erhalten, nach Abbölung des Hohlraumes zuerst die Gewölbkappe zu schliessen, den Hohlraum auszubauen, somit den Betrieb der Mauerung nach dem belgischen Tunnelbausystem durchzuführen.

Nach Beseitigung der im Hohlraume an den Wänden vorgefundenen losen Gesteinsmassen wurde sogleich an die Auszimmerung desselben geschritten, welche durch freitragende Gesperre ihre Unterstützung fand.

Sowohl während der Auszimmerung als nachher zeigte sich vorderhand in dem Hohlraume keine Wahrnehmung mehr, welche auf eine grössere Inanspruchnahme der Bölung schliessen liess.

Nach Vollendung des Ausbaues wurde sogleich zur Herstellung des für den Gewölbansatz nöthigen Ausbruches geschritten, welcher ohne Sprengung vorgenommen werden musste.

Um den Steinbedarf rasch zu decken, wurden von der Umgebung der Stadt Salzburg Conglomerate beschafft, die, bis Schwarzach circa  $1\frac{1}{2}$  Meile vom Untersteintunnel entfernt, per Bahn zugeführt werden konnten. Diese Disposition war auch theilweise dadurch bedingt, dass keine Brüche in der Nähe vorhanden waren, welche Hausteine von den Dimensionen, wie selbe für das stärkste Mauerprofil nach dem Normale erforderlich sind, gegeben hätten.

Während dieser Zeit gelangten noch die Ringe XIV *a* und *b*, XVI *a* und *b* und XV *a* im Monate April zur Mauerung.

Ring XVI *a* und *b* wurden mit verstärktem Widerlager (3·5 M. am Kämpfer) wasserseits im Gewölbe in zwei Ringen mit einer Länge von 5 und 5·3 M. in den Widerlagern als ein Ring mit 10·3 M. Länge ausgeführt und nach Schluss mit einer Hintermauerung über Kämpfer bis Scheitel versehen.

Gleich nach dem Schluss des Gewölbes, welcher in dem Ringe XIV *a* am 26. Mai, in XIV *b* am 3. Juni erfolgte, zeigte sich eine bedeutende Fugenöffnung bergseits im Gewölbe, wasserseits im Widerlager und eine Pressung der Steine in der wasserseitigen Gewölbhälfte. Die beiden Ringe wurden in Folge dessen gar nicht ausgeschalt, sondern blieben auf den Lehrbögen stehen und wurden noch weiters durch Unterzuge und durch Abstempelung der Widerlager unterstützt.

Im Ring XVI *b*, welcher am Eingang unter die Reichsstrasse zu liegen kam, war wegen der geringen Fleischstärke ein ziemlicher Druck zu beobachten.

Der Ring XV, welcher nach erfolgtem Firstverbruch in den Ringen XII und XIII bereits auf seine ganze Länge von 13·2 M. vom Sohl- bis Firststollen durchgeschlitzt war, wurde noch im Ausbruch in zwei Ringe, XV *a* von 6·2 M. und XV *b* von 7 M. Länge, getheilt und vorerst mit dem Vollausbruch und der Mauerung von XV *a* begonnen.

Im Ringe XV *a* zeigte sich das Gebirge während des Vollausschlusses ziemlich stark zerklüftet, trocken und druckfrei.

Der Ring XV *b*, welcher acht Tage vor dem Schluss des Ringes *a* im Monate Mai wieder in Arbeit genommen wurde, zeigte ebenfalls eine starke Zerklüftung im Gebirge, aber bereits mit zunehmenden Druckäusserungen während der Gewölbmauerung.

Das Gewölbe des Ringes XV *b* konnte nicht mehr geschlossen werden.

Die Verbruchringe gelangten ebenfalls noch im Monate Mai zur Mauerung. Im Ringe XIII musste, da der Ausbruch bereits am linken Widerlager begonnen war, noch nachgenommen werden, und dann wurde das Gewölbe angesetzt.

Es kam in derselben meist nur der von der Umgegend Salzburg zugeführte Conglomerat in Verwendung, da, wie schon erwähnt, aus den in der Nähe vom Tunnel bei Unterstein gelegenen Brüchen die Qualität des Steines eine weit geringere, nebstdem von demselben die für das stärkste Mauerwerkprofil nöthigen Steindimensionen sehr schwer zu beschaffen gewesen wären. Es wurde zuerst der Ring XII geschlossen und mit der Hintermauerung begonnen, und beabsichtigte auf der Gleiche ober dem Scheitel Mörtelmauern am Schlusse eines jeden Ringes von 1 M. Stärke gegen den First aufzumauern, um hiedurch eine Verspannung nach oben zu erlangen, die übrigens hiedurch entstandenen Hohlräume trocken auszuschichten, was aber nicht mehr zur Durchführung kam, da der Ring XIII *b*, 4·5 M. im Schluss, an der Peripherie gemessen, fehlend, Ring XIII bis auf zwei Steine ungeschlossen, verlassen werden musste.

Da durch den stattgehabten Firstverbruch in den Ringen XII und XIII der ganze Betriebsplan einen vollkommenen Umsturz erlitt, indem alle grösseren Ringlängen wieder getheilt wurden, behalf man sich mit einer Combination von englischen und belgischen Tunnelbausystemen, um die weitere Forcirung der Arbeiten vornehmen zu können.

Es wurde, ohne den Schluss der Verbruchringe Fig. 4 abzuwarten, der anschliessende, noch im First- und Sohlenstollen stehende, 9·2 M. lange Ring nach dem belgischen System in Angriff genommen. Beim Ausbruch der Kappe im Ringe XVII *a* zeigte sich das Gebirge durch die bereits in Lockerung und Bewegung gebrachte Umgebung sehr zerklüftet, feucht mit zunehmendem Druck, so dass sich trotz des starken Einbaues eine Senkung des Scheitels um 0·50 M. ergab. Nach Schluss des Ringes, welcher im Granit durchgeführt wurde, zeigten sich sogleich Risse im Mauerwerk.

Nach Schluss des Ringes XVII *a* wurde sofort mit der Unterfangung der Widerlager desselben Ringes begonnen, ebenso mit der Ausweitung des anschliessenden Ringes XVII *b* von 5 M. Länge, in welchem es nur mehr gelang, die zwei ersten Gewölbsscharren anzusetzen.

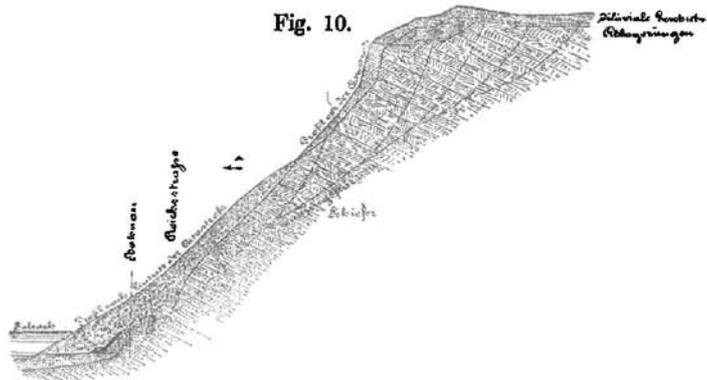
Die Grenze war erreicht, die Bewegung nahm im Tunnel rasch zu, in Folge dessen man den ganzen Gebirgsrücken einer genauen Revision unterzog, welche für die Zukunft des Objectes ein sehr trauriges Resultat lieferte.

Die Zerklüftung der Gebirgsrippe ausser dem Tunnelausgang (gegen Taxenbach) war bereits eine bedeutende, es erweiterte sich die schon früher genannte Trennung von Schichtungsflächen an der Strassenböschung nebst neuen gleichen Erscheinungen über den Ringen VII und VIII. Ebenso gestalteten sich die Erscheinungen im Tunnel selbst immer ungünstiger, und man konnte deutlich den Fortschritt der Druckäusserungen nach den vorhandenen Beobachtungen, von zwei Punkten, welche in den Ringen II und XIV liegen, ausgehend, beobachten, durch deren successives Vorgreifen die Vereinigung derselben am 8. Juni 1875 stattgefunden hatte.

Die Druckäusserungen, zum Schluss richtiger Schubäusserungen, zeigten sich durchgehends gleich in ihren hervorgebrachten Erscheinungen, je nach dem grösseren oder geringeren Widerstand wasserseits. Es war durchgehends das Gewölbe bergseits direct beansprucht, hiedurch je nach dem grösseren oder geringeren Widerstand wasserseits, was durch die Fleischstärke des Gebirges und Stärke des Mauerwerkes bedingt war, eine grössere oder geringere Pressung der Gewölbesteine, nahezu in der Mitte des wasserseitigen Quadranten, was sich je nach der Grösse des Schubes zuerst durch ein Ausbeissen der Fugen oder Ausschalen der Steine kundgab.

Dort, wo eine geringere Widerstandsfähigkeit geboten wurde (wie am Tunnelausgang), zeigte sich dieselbe Deformation, nur statt dem Ausbeissen ein Oeffnen der Fugen nach aussen, respective innen. Die Grenze der Druckercheinungen gegen die Sohle des Tunnels variierte stark, bald war das ganze Widerlager bergseits übermässig beansprucht, bald nur einige Schaaren unter Kämpferhöhe, an der Tunnelsohle selbst aber war nirgends eine Erscheinung zu beobachten, welche auf eine Veränderung hätte schliessen lassen.

Es scheint somit die Zunahme des Druckes, respective Schubes in dem successiven Nachsitzen der einzelnen Schichten, welche ihre erste Lockerung an der erstellten Ausbruchsprofilgrenze am Firste empfangen, zu liegen, wodurch nach und nach die Trennungslinien der Lockerung, respective der Nachsitzung, bis an die Oberfläche des Ge-



birges weitergriffen, hiedurch die hinterliegenden Massen, ihres Gleichgewichtszustandes beraubt, in den in Fig. 10 angedeuteten Trennungs-

linien zum Abbruch gelangten. Diese Erklärung dürfte wohl den Verhältnissen am nächsten kommen, und wurde auch durch die von mir vorgenommenen, später noch näher beschriebenen Beobachtungen über die Bewegung der Oberfläche des Gebirges vollkommen bestätigt.

Um den ganzen Vorgang bei der Ausführung des Tunnels so wiederzugeben, wie es mit Rücksicht auf die vorhandenen Umstände geboten erscheint, muss noch auf Einiges besonders aufmerksam gemacht werden.

Es ist ausser Zweifel, dass die zum grossen Theil von dem Tunnel durchsetzten Schiefermassen als Gestein ein sehr gutes Material, sowohl an Festigkeit wie theilweise Witterungsbeständigkeit, lieferten, indem ja von denselben Gattungen, welche anderseits gebrochen wurden, nahezu ausschliesslich im Salzachthale zwischen Lend und Taxenbach die Uferschutzbauten, welche daselbst in grosser Ausdehnung zur Anwendung kamen, hergestellt wurden.

Die Gesteinsbeschaffenheit sowie die regelmässige Lage der Schichtung, fallend gegen Berg, hätten somit Alles, was in dem vorhergehenden geschildert wurde, ertragen, was auch durch die äussere Form der kräftig dastehenden Gebirgsnase unterstützt wurde. Obgleich den ersten Druckerscheinungen von vieler Seite volle Aufmerksamkeit geschenkt wurde, so war man eben durch die Güte des Felses so sehr beeinflusst, dass man in allem Möglichen die Erklärungen derselben suchte, nur nicht in dem Richtigen. Es wurde viel zu viel dem theilweise in Verwendung gelangten minder guten Baumaterialie, der theils geringen Dimensionirung des Mauerwerkes etc. die Schuld an den Druckäusserungen, respective dem ersten Anreissen der Mauersteine beigemessen, in welchen Umständen allein die Ursache nicht zu suchen war.

Verfolgt man den Verlauf der Arbeit genauer, so gibt der Verbruch wie die am Tunnelausgang erfolgte Strassenabsitzung allein genug Aufklärung, wieso es so kommen musste. Ich erwähnte schon früher einigemal von den in diesen Schiefergesteinen auftretenden älteren Trennungsflächen, welche in einer Schichte, seltener durch mehrere Schichtungsglieder hindurchgreifen, so dass man in kleinen Aufbrüchen des Gebirges sich momentan oft in Zweifel über die Lagerungsverhältnisse befand.

Diese Trennungsflächen, welche, wie die Schichtungsflächen, vollkommen platte Ebenen bildeten, konnten vermöge dieser Eigenschaft und der hieraus resultirenden leichten Lockerung der Schichtungsglieder bei einem Gewölbsausbruch von 9 M. Durchmesser, 9 M. Länge und der verhältnissmässig geringen Fleischstärke des Gebirges, bei dem geringsten Uebersehen, zu grösseren, um sich greifenden, wenn auch langsamer intensiver wirkenden Druckerscheinungen Anlass geben, die sich erst auf einige Schichtungsglieder beschränkten, successive durch Nachgehen der Folgenden bis an die Oberfläche des Gebirges erstreckten, mit welchem Momente die Katastrophe des Einsturzes des Tunnels erfolgte.

Im weiteren Verlaufe wurden in den einzelnen Ringen die Deformierungserscheinungen an der Gewölbsflucht bald mit freiem Auge ersichtlich, und es nahmen selbe derart rapid zu, dass man am 9. Juni

1875 Abends vollkommen bewusst war, dass keine Hoffnung mehr vorhanden sei, das Object zu retten, und dass man bereits eine Studie über die Verlegung der Trace an demselben Abend begann.

Die Feldarbeiten konnten am 10. Juni 1875 nicht mehr durchgeführt werden, da die Gesteinsablösungen an der Oberfläche des Gebirges bereits derart zunahmen, dass grosse Gefahr für die Arbeitenden vorhanden gewesen wäre; die Reichsstrasse wurde ebenfalls abgesperrt, wo noch eine vorhergegangene Untersuchung, derselben, nebst der vollkommenen Zerklüftung der Strassenböschungen gegen Taxenbach, auch einen Längsriss entlang dem bergseitigen Wasserabzugsgraben des Strassenplateaus, nebst Querrissen in demselben ergab.

Das Gebirge selbst zeigte an seiner Oberfläche eine successiv fortschreitende Zerklüftung, die an dem Vorkopfe gegen Taxenbach am stärksten zu beobachten war und durch die constante Zunahme ein baldiges Abstürzen grösserer Gebirgsmassen erwarten liess.

Die Mauerungsarbeiten wurden noch forcirt, um die noch ungeschlossenen Ringe zu vollenden, mussten aber am 10. Juni gegen halb 9 Uhr Morgens eingestellt werden, da die Bewegung von Stunde zu Stunde sichtlich wuchs.

Das Abkollern der Gesteinsmassen an der Oberfläche des Gebirges mehrte sich nun auch über dem Tunnelleingang, wo wegen der Unterfahrung der Reichsstrasse eine Correction bergseits nothwendig wurde, die später auch als Steinbruch ausgenützt noch in Arbeit stand. Kurz nach dem Rückzug der Arbeiter aus dem Tunnel wurden auch jene von genannter Stelle entfernt. Gleich nach dem Verlassen der Arbeitsstelle trat eine grosse Felsabtrennung ein, die Masse stürzte gegen den Tunnelleingang, durch deren Erschütterung feine Haarrisse in den Fugen des Portalringes entstanden. Um 9 Uhr wurde nochmals der Versuch gemacht, die Schienenlage und sonstige Arbeitsgeräte aus dem Tunnel zu schaffen, bald musste man aber jeden weiteren Versuch bei Seite lassen, da ein wahrer Steinregen im Tunnel durch das Ausschalen und Ausbeissen der Steine begann, ebenso liess sich eine Ueberinanspruchnahme der im Tunnel befindlichen Böldungshölzer wahrnehmen, da die Gewölbe der meisten Ringe entweder bloss auf Lehrbögen oder noch auf der mit dem in den letzten Tagen aufgetriebenen Gerüstholz vorgenommenen Unterstützung ruhten. Die gegen die Widerlager vorgenommene Abstempelung, die meist in Kämpferhöhe angebracht war, zeigte eine bedeutende Abbiegung, da um diese Zeit die freie Durchsicht von den ersten Ringen des Tunnelleinganges noch an einigen Stellen möglich war.

Um 10 Uhr erfolgten grössere Absitzungen über dem Tunnelausgang, das Abstürzen der Massen griff fortschreitend bis zu dem höchsten Punkt des Grates vor, die Strasse war bereits theilweise verschüttet, die Abtrennungslinien stiegen bis circa 120 M. über die Thalsole.

Noch Vormittag erfolgte der Einsturz des Portales am Ausgang nebst den beiden anschliessenden Ringen XIV *a* und *b*, nachdem die Deformirung der Gewölbsfläche am Portale wasserseits gegen die ursprüngliche Gewölbslinie bereits 1.0 M. betrug. Der nebenan liegende Ring III, welcher nach dem Einsturz der Ringe XIV noch theilweise

zu sehen war, wurde nach kurzer Zeit ebenfalls zerdrückt und verschüttet.

Die Ablösungen an der Gebirgsoberfläche erfolgten immer in kürzeren Zwischenräumen, so dass bereits am ersten Tage durch die abgestürzten Massen eine bedeutende Ablenkung der Salzach von ihrem alten Laufe hervorgerufen wurde. Nachmittag fand noch ober dem Tunnelleingang eine grössere Felsabsitzung statt, durch welche der Ring XVI *a* theilweise im Gewölbe alterirt, Ring IX aber durchgeschlagen wurde.

In Folge der zunehmenden Einsenkungen des Terrains am höchsten Punkte der Abtrennung, welche in einer Höhe von 120 M. und einer Entfernung von 140 M. von der Bahnaxe zu liegen kam, traten die Gesteinsablösungen immer grösser auf. Die Einsenkung des Terrains betrug am 11. Juni 1875 bereits an der letzten höchsten Trennungsfläche 2 M. Die Terrainrisse selbst, deren Erweiterung ebenfalls in steter Zunahme sich befand, waren ihrer Hauptrichtung nach parallel mit den beiden die Gebirgsnase einschliessenden Mulden und vereinigten sich gegen den Kamm mehr ansteigend an dessen Rücken.

Es waren in dieser Richtung zuerst vier Hauptrisse zu beobachten, welche durch Querrisse verbunden waren, und senkte sich der letzte abgetrennte Theil förmlich als Keil wirkend ein.

Die Schuttmassen bildeten grosse in die Salzach vorgeschobene Schuttkegel, die Strassenböschungen waren bis auf einen kurzen, circa 10 M. langen, noch bestehenden Theil verschwunden, von der Strasse selbst waren ebenfalls nur einige Meter mehr zu sehen, und die ganze Gebirgsnase war innerhalb weniger Tage nahezu einer Schutthalde ähnlich umgebildet.

Dieses Bild der Verwüstung, welches sich in so kurzer Zeit entwickelte, mit fortschreitender Zunahme der Bewegung liess ernstliche Bedenken in jedem Beobachter wach werden, und es war die Befürchtung, dass eine Thalsperre eintreten könne, nicht unbegründet. Das Gebirge der einst so kräftig dastehenden Gebirgsnase erschien nach aussen hin gleich einer Felsschuttmasse (Blatt 3), welcher sie sich durch neue Abstürze entledigte, wodurch die noch mehr erhaltenen hinterliegenden Felsmassen dem Auge des Beobachters zugänglich wurden, welche nach und nach demselben Schicksale entgegen gingen.

Die kolossale Pressung und Zerdrückung der Gesteinsmassen an der Oberfläche kennzeichnete die gewaltige Bewegung im Innern, die sich an der damaligen Grenze der Absitzung am Gebirgskamm durch die bedeutende Senkung von bereits 2·5 M. kundgab.

Um nur den Verkehr für Fussgänger vorläufig zu eröffnen, da die von Pongau in's Pinzgau führende Reichsstrasse durch den Felssturz unterbrochen war, wurde ein Fussweg für die Passagiere über die Gebirgsnase hergestellt und mit der Herstellung eines Strassenprovisoriums am rechten Salzachufer begonnen, wodurch eine zweimalige Uebersetzung der Salzach nothwendig wurde, wobei ein Theil der alten Landesstrasse, welche in den 50er Jahren nach Vollendung des Baues der neuen Reichsstrasse am linken Ufer aufgelassen worden war, benützt wurde.

Vom Tunnel selbst war ausser dem Portal am Eingang und den zwei anschliessenden Ringen nichts mehr zu sehen, und es liess sich

nur an den die Tunnelaxe überlagernden Gesteinsmassen eine Reihe von Bewegungen beobachten, die auf ein successives Weitergreifen des Durchbruches der Gewölbsmauerung und Ausfüllen der Hohlräume schliessen liess.

Bergseits ober den Ringen X und VII bildete sich eine nahezu senkrechte Trennungsfäche, deren Absetzungshöhe vom 12. bis 23. Juni mit 12·3 M. gemessen wurde und gegen den Tunnelausgang zu fortschritt, wobei nur der über die noch 10 M. lange noch stehende Strassenböschung liegende Gebirgstheil im grossen Ganzen erhalten blieb und die in der Situation ersichtlichen Querrisse zeigte.

Das Bestehen dieses Theiles dürfte einzig darin liegen, weil die Fleischstärke des Gebirges an dieser Stelle am grössten war, wodurch den oberhalb liegenden Gebirgsmassen nach unten eine grössere Stütze geboten wurde.

Am 13. Juni verringerte sich die so furchtbar rasch gewachsene Bewegung und die dieselbe begleitenden Abstürze, so dass man hoffen konnte, dass die früher befürchtete Thalsperre nicht eintreten, anderseits es gelingen werde, mit der Abräumung der gefährlichsten Partien beginnen zu können. Während dieser Zeit der Abnahme von grösseren Felsabstürzen wurden alle zu Gebote stehenden Arbeitskräfte gesammelt und es begann am 17. Juni mit einer Arbeitskraft von 240 Mann das Abräumen der losen Massen von oben nach abwärts mit einer wahrhaft bewunderungswürdigen Kaltblütigkeit der Arbeiter. Sämmtliche noch stehende Bäume wurden umgehauen, der Boden in den hinterliegenden und seitlichen Partien von jeder vegetabilischen Ueberwucherung befreit, um hiedurch jede neue Bewegungsausserung an der Oberfläche leichter ersichtlich zu machen, anderseits das Abstürzen von Bäumen zu verhindern.

Während dieser Abräumung wurden die weiteren Studien über die provisorische Umlage vorgenommen; man projectirte, um von dem gelockerten Terrain nichts mehr zu berühren, die Umfahrung der Gebirgsnase mit drei Bögen vom Radius 180 M., mit Zwischengeraden unter der Minimallänge von 40 M., welche Umlage trotz den äusserst ungünstigen Richtungsverhältnissen am rechten Ufer zwei Salzach-correctionen bedingte.

Man konnte durch das Fortschreiten der Abräumung mit dem Bahnprovisorium selbst bereits am 23. Juni 1875 beginnen, und waren zu dieser Zeit in der kurzen Strecke von 400 M. gegen 700 Mann in Arbeit.

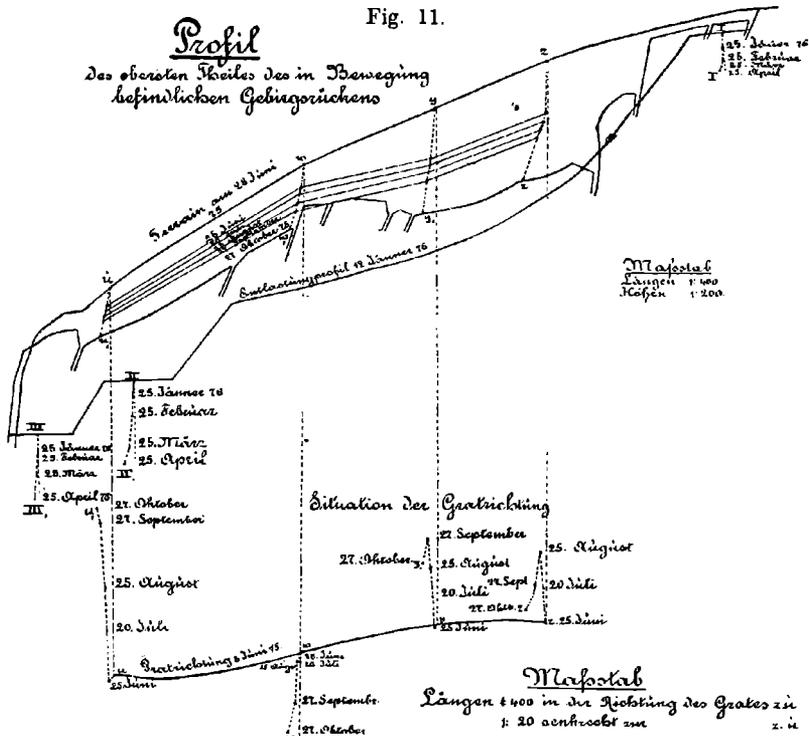
Da die Bewegungen im Gebirge geringere, aber gleichmässig fortschreitende wurden, die den Beobachtungen mit freiem Auge nicht mehr zugänglich waren, legte ich ein Netz über den oberen Theil des Gebirgrückens durch Visuren fest (Blatt 3), welche, von sicheren Standpunkten aus gegeben, an die gegenüber liegenden 1 bis 3 Meilen entfernten Gebirgrücken durch natürlich sichere Signale versichert waren.

Diese Beobachtungen, welche auch zur Auffindung der später zu besprechenden Trennungsfächen von Bedeutung waren, liessen vollkommen die Bewegung der fixirten Punkte durch zwei sich näherungsweise senkrecht schneidende Visuren bestimmen, wobei die Lage in

Beziehung ihrer Höhe durch ein immer beigefügtes Controlnivelement bestimmt wurde.

Wie aus den Beobachtungen (s. Tabelle) ersichtlich ist, war die Bewegung der beiden anschliessenden Mulden, dem Verlauf nach, anscheinend eine mehr oberflächliche, was aber nur eine Vorbereitung für die später aufgetretene gleichmässig genommene Richtung der Bewegung bildete. An einzelnen Punkten war ein förmliches Wogen zu beobachten, besonders in den unteren Partien des Grates, ein Herausschieben, ein geringes Zurückgehen etc. Nach und nach nahm die Bewegungsrichtung gegen Taxenbach immer mehr zu, ein Punkt nach dem andern wanderte dem Vordersten nach und bildete den deutlichsten Beweis der tief gelegenen Trennungsflächen, welche näherungsweise parallel zu der der Salzach zugekehrten Gebirgsfläche, vom Kamm bis zur Sohle des Tunnels, verlaufen.

In der Fig. 11 ist das Profil des obersten Theiles des Gebirgskammes wiedergegeben. und zwar mit Rücksicht auf die charakteristi-



schen beobachteten Punkte *u*, *w*, *y* und *z*. Der untere Theil der Fig. 11 stellt die Situation dieser vier charakteristischen Punkte dar, und ist deren Weg, welchen sie im Verlaufe der Zeit durchgemacht haben, punktirt gezogen, während die Gratlinie vollgezogen erscheint. Man sieht, wie die einzelnen Keile nach Senkung ihrer vorderen Theile sich einmal nach links oder rechts, dann wieder in entgegengesetzter Richtung bewegten.

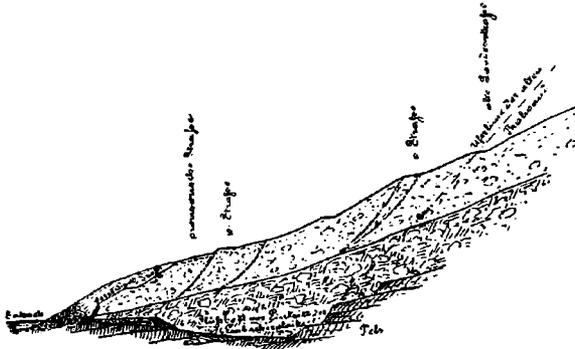


Das Profil vom 27. October schliesst die erste Reihe der Beobachtungen ab, da ich wegen der vorgenommenen Entlastungsarbeiten selbe bis zum Jänner 1876 unterbrechen musste, indem die Erhaltung der Fixpunkte während der ersten Entlastungsarbeit nicht möglich gewesen wäre. Auf Grund der hergestellten Etagen setzte ich dann die Beobachtung noch an den Punkten I, II und III weiter fort, deren Resultate aus der vorhergehenden Tabelle zu entnehmen sind.

Wie schon vorhin erwähnt, wurden durch die Lage des projectirten Provisoriums am rechten Salzachufer zwei Flusscorrectionen nothwendig. Die erste Correction liegt gegenüber dem Tunnelleingang, die Anschneidung des Terrains erfolgte an einem ausgeflossenen Kegel der Embacher Plaike und erstreckte sich ziemlich weit in denselben hinein, da der Fuss der Uferversicherung des Bahnprovisoriums gegenüber der Correction nahezu in die Mitte des alten Salzachflussbettes zu liegen kam.

Dieser ausgeflossene Kegel, von dem schon früher erwähnt wurde, ist von zwei verschiedenen Lagen, von Schutt und Geröllmassen, gebildet (Fig. 12), welcher sich gegen die Salzach zu während seines

Fig. 12.



Abflusses und Nachbewegung grössere Gesteinsmassen vorschob, welche für den Kegel eine bleibende Stütze, einen natürlichen Uferschutz bildeten. Dieser grösseren Felsmassen gedachte auch Bergrath Schroll in seiner Beschreibung, indem er sagt, dass hunderte von Jahren vorüber gehen müssen, bis die Salzach selbe neuerdings untergraben und hiedurch eine neue Bewegung der hinterliegenden Massen verursachen wird.

Dieser ganze Kegel liegt in dem älteren, vor dem Eintritt der Embacher Plaike vorhanden gewesen Gerinne der Salzach.

Die vorgelagerten Felsmassen waren durch die auszuführende Correction theilweise zu beseitigen, hiedurch eines grossen Theiles seines natürlich gebildeten Fusses beraubt, welcher durch einen Uferschutzbau ersetzt werden sollte.

Gleich nach dem Anschneiden der Masse hatten sich geringe Bewegungen gezeigt, nach Vollendung der Correction machte sich ein Vorschoben der oberen Schuttlage bemerkbar, deren untere Grenzfläche in der Mitte der Correction sich unter das Salzachbett verschnitt.

Dieses rasche und intensive Auftreten des Abgehens der oberen Schichte verursachte eine mehrmalige Absitzung der auf diesem Schuttkegel angelegten Kehre der provisorischen Strassenumlage, welche in Folge dessen immer weiter bergseits verlegt werden musste, durch welche Anschnitte ebenfalls nur eine noch grössere Zergliederung des Schuttkegels eintrat.

Diesem durch die angelegte Flusscorrection in seinem Gleichgewicht gestörten Schuttkegel wurden einige Male verstärkt angelegte Uferschutzbauten vorgesetzt, welche aber jederzeit durch die bereits im Zusammenhange gestörte Masse vorgeschoben und von den Fluthen der Salzach weggerissen wurden.

Zur Charakterisirung des rechten Salzachufers gegenüber dem Unterstein kann noch angegeben werden, dass sich überall, wo durch die Reconstruction der alten Landesstrasse nur geringe Anschüttungen oder Anschnitte vorgenommen wurden, eine Bewegung, wenn auch oft nur in sehr geringem Grade, zeigte, was in dem meist mit Schutt überlagernden, steil abfallenden Felsprofil der rechten Thalwand seine Begründung findet.

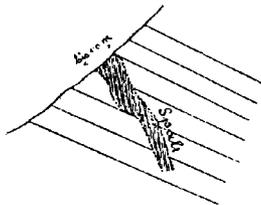
Die zweite Correction gegenüber dem verstürzten Tunnelausgang bildete einen Anschnitt an dem vorspringenden, in Talkschiefer eingelassenen mächtigen Dioritklotz. Obwohl die Mächtigkeit desselben nicht eruiert war, so waren an diesem Punkte weniger Bedenken für die Correction bis zu einer gewissen Grenze möglich, obgleich anderseits die rechte Thalwand theilweise unnatürlich steile Schieferschuttmassen an ihrer Oberfläche zeigt, die durch wenig zu Tage tretende gewachsene Felsmassen, ebenfalls von sehr steilen Profilen begrenzt, getragen werden.

Der Anschnitt der ersten Correction war am Fuss an der grössten Stelle horizontal gemessen 15 M., während bei der zweiten dieselbe Distanz nur 10 M. betrug.

Das Bahnprovisorium wurde nebst den nothwendigen Zubauten mit der möglichsten Force betrieben, und gelang es, selbes sehr rasch zu vollenden, so dass am 27. Juli bereits die technisch-polizeiliche Prüfung der Linie, welche den Unterstein als Provisorium anerkannte, stattfand.

Ogleich das Bild ein sehr Vertrauen erweckendes war, so zeigten doch die von mir gemachten Beobachtungen nicht dasselbe, da das Gebirge noch immer eine ziemlich gleichmässig fortschreitende Bewegung, ohne besonderen Einfluss der Witterungsverhältnisse hierauf, beobachten liess.

Fig. 13.



Nachdem die Bahn eröffnet, war bald wieder ein neues Anreissen der von Schutt gesäuberten oberen Felspartien zu bemerken, ebenso ein langsames Vorwärtsschreiten der Lockerung der Gebirgsmassen ober der Tunnelaxe vom Portaleingang gegen die Tunnelmitte zu. Die Schichtungsflächen öffneten sich oft bis auf 1 M. und man konnte theilweise wieder ein Rückgehen der Spalten dieser Felsrisse beobachten (Fig. 13). Diese Bewegung, welche ausschliesslich auf den successiven weiteren Durchbruch der Tunnelröhre

und Ausfüllung derselben schliessen lässt, setzte sich bis Ring XI fort. Der Theil von XI gegen den Verbruch bildete den noch am meisten an seiner Oberfläche erhaltenen, gegen die Salzach zugekehrten Gebirgsthail und wird durch die auf circa 10 M. Länge erhaltene Strassenböschung nach unten gestützt, welche zwar auch schon geringere Alterirungen zeigt, im grossen Ganzen aber immer noch eine bedeutende Stütze bildet. Ober dem Böschungsrind zeigten sich die Massen gelockert, auch etwas vorgeschoben und von den im früheren genannten Spalten durchzogen, und bildeten deren Auslauf.

Durch die geringe gleichmässige Bewegung der Massen im Innern wurde die scheinbar zur Ruhe gekommene Gebirgsfläche wieder mehr zerklüftet und musste von nun an wieder einer fortwährenden Abräumung unterzogen werden, um den Betrieb mit der nöthigen Sicherheit aufrecht erhalten zu können. Es wurden Schutzdämme angelegt, Entlastungen der oberen Partien vorgenommen, es musste aber trotz aller Sorgfalt, die verwendet wurde, der Betrieb einige Male eingestellt werden, um mit der nöthigen Force die Abräumung innerhalb kürzerer Intervalle mit Benützung der ganzen Arbeitskraft ununterbrochen fortsetzen zu können, wobei häufig auch die Nächte hindurch die Arbeit fortgesetzt wurde.

Nach den gemachten Beobachtungen an der Oberfläche des Gebirges, durch Auftreten von Spalten im Terrain sowie durch Messung der Bewegung der charakteristischen Punkte des Gebirges, ergab sich folgende allgemein für diesen Fall anzunehmende Lage der Trennungsfächen (Fig. 14).

Fig. 14.



Durch die erste Alterirung des Gebirges, welche theilweise durch den Tunnel am Ein- und Ausgange desselben durch die anschliessenden Anschnitte (Fig. 10) erfolgte, bildete sich ein Abtrennen, eine Lockerung der ersten berührten Schichten, durch deren Nachgeben die Ueberlagernden den Liegenden folgten, wodurch successive über dem Tunnel sich vorerst ein Prisma im Gebirge abtrennte. Durch diese Abtrennung verloren nun die hinterliegenden, sich theilweise nach vorne stützenden Gebirgsmassen ihren Gleichgewichtszustand und trennten sich wieder von den hinterliegenden Gebirgsmassen ab, was immer tiefer greifend,

ähnlich wie in der Skizze Fig. 10 und 14 nach den Linien 1, 2, 3, erfolgte.

Diese getrennten hinterliegenden Massen bewirkten nun ein langsames Vorschieben in der Richtung  $a$  (Fig. 10), welche Bewegung nebst der directen Beobachtung auch durch Senkung der obersten Theile zu beobachten war, durch welche Aeusserung die constante Zerdrückung und Vorschiebung der in der Mitte des vorderen Theiles gelegenen Felsmassen zu erklären ist.

Die Vorschiebung in der Höhe des Punktes  $a$  ist keine geringe, sie betrug oft täglich 2 Cm., was wohl variirte und nach einem erneuerten Absturz gleich wieder zunahm, wodurch bald nach den stattgehabten Ablösungen ein neues Anreissen der hinterliegenden Gebirgsmassen erfolgte.

Der Fortschritt der Bewegungen am Unterstein äusserte sich durch neue grössere Zerklüftungen der gegen Taxenbach zu gelegenen Felsrippe, gegen Lend durch ein successives Abscheeren der bis jetzt noch intact gebliebenen Strassenböschungstheile, circa über den Granitringen (XIa und b). Die Zerklüftung, stets in Zunahme, bedingte am 17. Februar 1876 einen abermaligen grösseren Absturz von circa 1000 Cub.-Meter auf der Taxenbacherseite, an welchen sich noch weitere kleinere anschlossen, wodurch die provisorische Bahnumlage neuerdings unfahrbar wurde.

Die am vormaligen Tunnelausgang abgelagerten Schuttmassen, welche in ihren Dimensionen einerseits durch die Abstürze, andererseits durch die Abräumung der wunden Gebirgsfläche immer im Zunehmen begriffen war, alterirte in bedeutendem Masse die unter derselben zur Gewinnung von mehr Plateaufläche gegen das Bahnprovisorium angelegte Stützmauer und schob dieselbe in der Höhe des Schienen-Niveau in kurzer Zeit um einen halben Meter vor.

Um den Umsturz der Mauer zu verhüten, wurde mit dem Vorsetzen einer neuen Stützmauer rechts der Bahn begonnen, welche dann längs der ganzen provisorischen Bahnumlage erweitert und zum Theil trocken, zum Theil in Mörtel ausgeführt wurde.

Die neu vorgesetzte Mauer zeigte sich aber auch bald für den Druck des oberhalb gelegenen bedeutenden Schuttkegels als zu wenig widerstandsfähig, und es wurde selbe in dem Theile, wo der grösste Schuttkegel der Taxenbacherseite die Krone der Mauer berührte, neuerdings deformirt.

Obwohl die Vorschiebung eine sehr langsame war, so erschien doch die Beseitigung der Schutthalde als eine unbedingte Nothwendigkeit für die Erhaltung des Provisoriums.

Es wurde zwar constant an der Wegführung der Schuttmassen gearbeitet, die verwendeten Mittel waren aber im Verhältnisse zu dem steten neuen Zuwachs durch die Abstürze und Abräumungen zu gering.

Man musste sich nun, da einerseits durch das Vorsetzen der Mauern das Planum der Bahn auf's Aeusserste verringert wurde, andererseits bei neuen Abstürzen durch diese Beengung die Sicherheit des Betriebes, sowie der Erhaltungsarbeiten noch mehr gefährdet erschienen, entschliessen, an die sofortige Inangriffnahme einer neuen Umlegung zu gehen.

Es war durch die obwaltenden Verhältnisse nur möglich, eine Verrückung der Axe des Provisoriums an der Taxenbacherseite vorzunehmen, da gegen Lend die Linie vollkommen gebunden war, indem der Einbau gegenüber der Salzachcorrection, am ehemaligen Tunnelingang, nicht weiter flusseinwärts gerückt werden konnte, andererseits als Verbindung der Contracurven bei der ersten Anlage nur eine Zwischengerade von 20 Meter als Maximum erreicht wurde.

Es beschränkte sich daher, wie erwähnt, die Verrückung der Linie gegen den Fluss speciell auf den Theil unter der Taxenbacher Felsrippe, welche überhaupt hauptsächlich die Ursache der Betriebsstörungen war.

Während den weiteren Verhandlungen wurde in der alten Tunnelaxe vom Tunneleingange aus ein Versuchsstollen getrieben, um sich über den wirklichen Stand in dem alten Tunnel zu überzeugen, um Rückschlüsse auf das herzustellende Definitivum zu ziehen.

Von dem Versuchsstollen, welcher in der Axe des alten Tunnels und mit Beibehaltung derselben Sohle ausgeführt wurde, sind rechts und links, je nach der Geschichte der einzelnen Ringe, nach deren Stösse Querschläge getrieben, die dann je nach den Umständen gegen den First des Gewölbes fortgesetzt wurden. Es zeigte sich als Resultat dieser sehr mühevollen Arbeit, dass die Trennungsfäche im Gebirge sich durchgehends über der Sohle des Tunnels mit demselben verschnitt, man fand somit nahezu überall die bergseitigen Widerlager mehr weniger intakt, mindestens die beiden untersten Fufssteine unversehrt im Fundamente, welches im Fels gesprengt wurde, liegen. Besonders in den ersten Ringen am Tunneleingang waren die bergseitigen Quadranten des Gewölbes noch theilweise intakt. Gegen Innen zu fand man wohl nur mehr die Fufssteine in ihrer ursprünglichen Lage, die übrigen Mauerbestandtheile entweder an der Sohle des Tunnels oder aber auf dem Schutt der anschliessenden Ringe gelagert.

In einer Länge des Stollen von 73·8 Meter, da man vor dem Tunnel noch eine ziemlich lange Deponie zu durchsetzen hatte, wurde Gerüstholz in grösserer Menge angefahren, in einer Länge von 77·6 Meter ein Hohlraum von 6 Meter Länge wasserseits aufgedeckt, welcher dem bei dem Eintritt der Katastrophe noch unvollendeten, im Schluss begriffenen Ringe XVb angehörte.

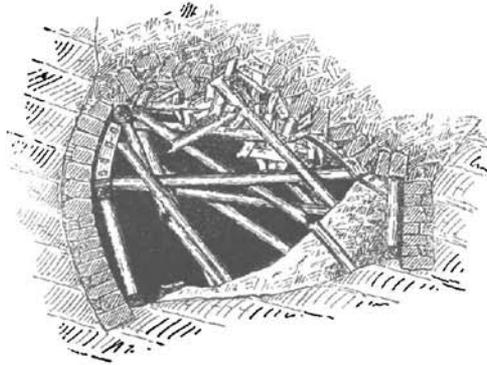
Es zeigte sich deutlich, wie durch den bergseits aufgetretenen Druck die ganze Gerüstbölzung wasserseits geworfen wurde (Fig. 15).

Da die Holzdimensionen in diesem Ringe bedeutende waren, indem dessen Ausführung schon in jene Periode fällt, wo die Druckerscheinungen als solche schon ganz klargelegt waren, so war es möglich, dass die Ständer meist dem gewaltigen Druck und Stoss, dem selbe ausgesetzt waren, widerstehen konnten, und durch deren Verschiebung nach dem linken Widerlager eine vollkommen sichere Decke für diesen Hohlraum bildeten. Zur Charakterisirung nahm ich einen Schnitt dieses Ringes in Fig. 15 auf.

Es war eine förmliche Verwebung der ziemlich bedeutenden, in diesem Ringe vorhandenen Holzmassen zu beobachten, über welche sich die Gewölbssteine in losen, meist ganzen Stücken befanden, da selbe durch den Umstand, als das Gewölbe noch ungeschlossen war,

keiner bedeutenden Inanspruchnahme unterzogen waren, so dass der Einsturz selbst rasch erfolgen musste.

Fig. 15.



Unangenehm verlief die Arbeit in den anschliessenden, bergseits aufgedeckten Hohlräumen, da deren Ausbeugung nicht ohne Gefahr ausgeführt werden konnte, indem eine Bötzung wegen den sehr beengten Zugängen nahezu ganz unmöglich war, und die Ausschlichtung der Hohlräume rasch erfolgen musste.

Gleich am Anfange des Ringes XVb zeigte sich auch bergseits ein Hohlraum, nach welchem später ein Querschlag getrieben wurde, man fand die Ränder der Lehrbögen noch theils stehend, das Mauerwerk selbst circa 0.5 Meter unter Kämpferhöhe abgescheert. Wasserseits reichte der Hohlraum in Ring XVb etwas über 2 Meter über Kämpferhöhe, die Lehrbögen standen bis zur Hohlraumsgrenze vollkommen unversehrt, ebenso das Mauerwerk bis 1 Meter über Kämpferhöhe nahezu vollkommen intakt, in den obersten Schichten waren jedoch ziemliche Ausschaltungen der Gewölbssteine zu beobachten.

Die Lage des verstürzten Gerüstholzes erschien für die Unterfahrung mittelst des Stollens ziemlich günstig, es wurde nur eine geringe Schwenkung der Stollenaxe nach links nothwendig, welche Schwenkung zugleich mit einer Senkung der Stollensohle verbunden war, um im grossen Ganzen das vorhandene Gehölze so wenig als möglich zu alteriren. Einige Verbruchsstände mussten zwar beseitigt werden, es wurde aber die Uebertragung mit der grössten Sorgfalt durchgeführt und der ganze Stollen im Hohlraum gegen das noch intakt gebliebene linke Widerlager abgebölzt.

Durch die Einziehung der Querriegel wurde zwar die Lichthöhe des Stollens bedeutend verringert und musste man sich mit einer Lichthöhe von 1.2 Meter begnügen, was aber andererseits für den Materialtransport mit den in Verwendung stehenden kleinen Hunden vollkommen genügte.

Bei der Schwenkung des Stollens wurde als Minimalcurve der Radius von 180 Meter festgesetzt, um bei eventuellen weiteren Hohlräumen den Transport von Langholz ohne Anstand vornehmen zu können.

Nach Vollendung der Bötzung des Stollens in Ring XVb und dessen Versicherung gegen die Wasserseite wurde dann auch mit der Ausschlichtung des Hohlraumes gegen das linke Widerlager begonnen und nur so viel Raum gelassen, um durch eingespannte Latten die eventuellen Verschiebungen des Stollens durch die nachträglichen Setzungen messen zu können.

Diese Messungen wurden auch an jedem der übrigen Querschläge gemacht, im Hauptstollen selbst die Controle mittelst constant befestigter Senkel vorgenommen.

Noch bevor der Ausbau des Ringes XVb vollendet war, schritt man gleich zu dem weiteren Vortrieb des Hauptstollens.

In dem Ringe X zeigte sich bereits die durchfahrene Schuttmasse von zunehmender Dichte welche ihr Maximum im Ringe II. erreichte. Vom Ringe IV—XIa war überhaupt wenig Ganzes mehr von Mauersteinen zu finden, die Conglomerate, welche zur Gewölbmauerung verwendet wurden, waren vollkommen zerdrückt, so dass sie sich als Schotternester, welche in den Schieferschuttmassen eingeschlossen waren, zeigten.

Ebenso waren die in diesen Ringen zur Auswechslung verwendeten Granite vollkommen zertrümmert.

Mit der Länge von 101 Meter des Hauptstollen berührte man mit der rechten Wand das vorgelegte Widerlagermauerwerk des Ringes IV ziemlich zusammenhängend, was auch durch den später angelegten Querschlag vollkommen aufgeklärt wurde. Nach den Aufdeckungen durch den Querschlag ist anzunehmen, dass in diesem Ringe zuerst das Gewölbe durchgedrückt und nachher erst das Widerlager auf dem bereits durch den Gewölbsdurchbruch geschaffenen Schuttkegel umgelegt wurde. Die Mauersteine des Widerlagers waren noch in ziemlichem Zusammenhange, hinter demselben die Hintermauerung als lose Masse angepresst, der Fussstein des Widerlagers war jedoch unversehrt und unverrückt in der Fundamentgrube stehen geblieben.

Im weiteren Verlaufe der Aufdeckungen durch den Stollen war die Comprimirung des Schuttes eine derartige, dass die Schiefermassen, zu dünnen Schuppen zusammengepresst, ganz glatte, senkrecht stehende Wände am Stollenort bildeten. Dort, wo Quarzlinen, welche in den Schiefen sehr häufig eingebettet erscheinen, aus dem Schutt zu Tage gebracht wurden, waren selbe vollkommen von den Schiefen befreit.

Im 117.6 Meter des Hauptstollens wurde noch das Mauerwerk des rechten Widerlagers des Granitringes XIa angefahren, es zeigte sich geneigt nach links umgeschoben, die Steine noch ziemlich regelmässig übereinander gelagert.

Da von einer Seite auf den Bestand der mit Mauersteinen von Granit ausgeführten Ringe XI (daher sog. „Granitringe“) mit ziemlicher Sicherheit gerechnet wurde, so erschien es von weiterem Interesse auch das linke Widerlager dieses Ringes näher zu untersuchen.

Es wurde in Folge dessen in der Stollenlänge von 119.2 Meter gegen den Stoss der Ringe VII und XIa nach links ein Querschlag angelegt und deckte in einer Länge von 4.3 Meter vom Hauptstollen

das Widerlager auf. Das Mauerwerk war auf 2 Meter Höhe von der Sohle ziemlich erhalten, nur war das Profil am Kämpfer um 0·25 Meter nach Aussen gedrückt; über dem Kämpfer zeigte sich das Mauerwerk mehr angegriffen.

Von dem Ring XI $\alpha$  bis zur Stollenlänge von 131·3 Meter zeigte sich keine besondere Erscheinung mehr, und es wurde in dieser Länge der weitere Vortrieb des Stollens eingestellt, da man nach den gewonnenen Erfahrungen mit vollkommener Sicherheit auf den Stand des übrigen, nicht durchfahrenen Tunneltheiles rückschliessen konnte.

Es trat im Laufe der ganzen Arbeit keine besondere Druckercheinung im Versuchsstollen auf, da mit der grössten Vorsicht zu Werke gegangen wurde. Die Gesperre wurden Mann an Mann gestellt und das Profil mit einer Lichthöhe von 1·8 Meter und Lichtweite von 1·2 Meter ausgeführt. Die Gesperre wurden von theilweise behauenem, im Minimum 0·25 Meter starken Holze zusammengesetzt und unter dem Kappbaume beiderseits Wandruthen mit Sprengriegel eingezogen.

Es waren wohl nachträglich geringe Verschiebungen des Versuchsstollen zu beobachten, welche durch die noch fortdauernden Setzungen der Schuttmassen hervorgerufen wurden, im Uebrigen war nur ein einziges Kappholz zur Auswechslung gekommen, welches durch das Nachsetzen eines grösseren Felsblockes abgedrückt wurde.

Nach den von mir gemachten genauen Aufzeichnungen der Lage des Schuttes und der darin befindlichen Ueberreste von der Tunnelmauerung etc. der von dem Versuchsstollen aufgedeckten Tunnelpartien lässt sich mit grosser Genauigkeit der ganze Verlauf des successiven Einsturzes, die Reihenfolge, nach welcher die einzelnen Ringe zum Versturze gelangten, erkennen.

Nach den durch den Stollen gewonnenen Daten wurde zuerst Ring IX durchgeschlagen, nachher stürzte Ring II, dann Ring VII ein; in Folge dieser Trennung schob sich die ganze oberhalb liegende Gebirgsmasse gegen das Portal am Tunneleingang und erdrückte fortlaufend die Ringe IV, X, XV $b$  und XV $a$ . Die Granitringe scheinen am längsten Widerstand gehalten zu haben, wurden aber ebenfalls gegen den Eingang vorgedrückt, da ich Gelegenheit hatte, bei der genauen Einstationirung der verschiedenen Stollenelemente das im Stollen angefahrne rechte Widerlager des Ringes um 0·3 Meter weiter vorwärts zu finden, als es nach der Ringstationirung sein sollte.

Die Ringe XVII $a$  und XVII $b$  mussten wohl gleich am Anfang der Katastrophe erdrückt worden sein, da in diesen beiden Ringen der Arbeitsstand ein sehr ungünstiger war, die Druckercheinungen vor dem Einsturz der Ein- und Ausgänge bereits einen sehr bedeutenden Grad erreicht haben.

Die Trennungslinie im Gebirge wechselt, wie aus dem Vorhergehenden zu entnehmen ist, in Beziehung der Höhenlage gegenüber der Tunnelsohle nicht sehr stark, sie liegt gegen den Tunneleingang etwas höher und verschneidet sich gegen die Granitringe nahezu bis zur Sohle des Tunnels.

An der Tunnelsohle selbst wurde, wie schon erwähnt, nirgends eine Bewegung oder Veränderung vorgefunden.

Nach diesem sich ergebenden Resultat und den in Vergleich gebrachten Erscheinungen während des Baues des Tunnels kann mit Sicherheit angenommen werden, dass die Trennungslinie im Gebirge im Maximum nur bis zur Tunnelsohle reicht, von den Widerlagern bergseits steil ansteigt und in Bruchlinien sich bis zum Ende der untersten Etage des Gebirgrückens erstreckt.

Da man somit über die Lage der Trennungsfächen im Klaren war, konnte mit der Verfassung eines neuen Tunnelprojectes begonnen werden, und legte die Verwaltung der Bahngesellschaft dieses Project und andere, welche eine Umfahrung der Gebirgsnase zum Programme hatten, einer Expertise zur Begutachtung vor, da über die zukünftige Lage der Linie die divergirendsten Ansichten vorhanden waren, was wohl durch den Kostenpunkt der neuen Anlage, anderseits durch die Betriebsverhältnisse der Zukunft seine Begründung findet.

Das Resultat, zu dem die Expertise gelangte, welche am 28. Mai 1876 in Lend zusammentrat, war, dass man sich für eine neue Tunnelirung des Untersteins mit einer mehr bergseits gelegenen Trace entschied.

Der neue Tunnel, welcher bedeutend tiefer im Gebirge zu liegen kommt, wurde, um die Kosten desselben zu verringern, nur eingeleisig projectirt, nach diesem Antrage auch von der Hohen Regierung genehmigt, und wurde bereits in den ersten Monaten des Jahres 1877 mit den Bauarbeiten begonnen. Ich besuchte einige Male während der Ausführung des zweiten Tunnels die Baustelle, und fand die im Vorigen gegebene Schilderung der geologischen Verhältnisse, welche auf Grund der vor dem Beginne des neuen Tunnels gemachten Beobachtungen basirte, vollkommen bestätigt, wie auch die gemachten Erfahrungen verwerthet.

Der Bau des zweiten Tunnels verlief bei Berücksichtigung aller früher wahrgenommenen Umstände ohne alle besondere Schwierigkeiten.

Im Mai 1878 wurde der neu hergestellte, über 400 Meter lange Tunnel dem Verkehr übergeben.

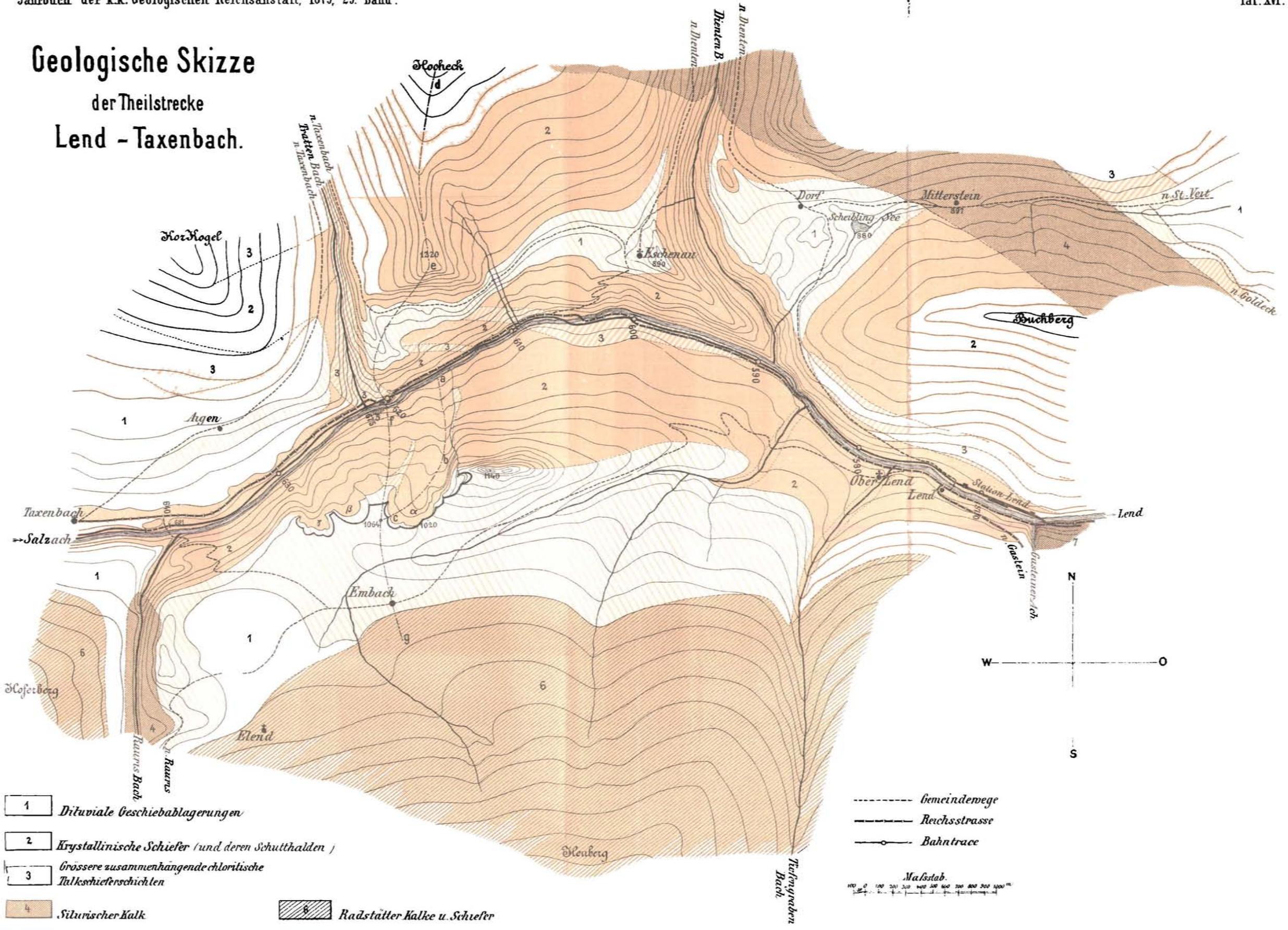
---

Ich glaube durch die im Vorhergehenden gegebene Beschreibung und Aufzeichnung der von mir gemachten Beobachtungen in geologischer Hinsicht ein möglichst klares Bild von den am Unterstein obwaltenden Verhältnissen gegeben zu haben, und verflocht nur, soweit es eben die Verhältnisse erheischten, den mehr technischen Theil dieses Gegenstandes ebenfalls in diese Ausführungen, da es eben nicht möglich war, selben ganz bei Seite zu lassen.

Weiters betrachtete ich den Fall von dem neutralsten Standpunkte, da der Zweck, den ich mir in dem gegebenen Fall stellte, nur der ist, jene mit vielen Kosten erkaufte Erfahrungen einer nutzbringenden Betrachtung von Fachmännern zu übergeben, die uns in Zukunft vor ähnlichen Fällen schützen möge.

---

# Geologische Skizze der Theilstrecke Lend - Taxenbach.



1 Diluviale Geschieb Ablagerungen

2 Krystallinische Schiefer (und deren Schutthalden)

3 Grössere zusammenhängende chloritische Talkschieferschichten

4 Silurischer Kalk

5 Hornblendegestein (Diorit)

6 Radstätter Kalke u. Schiefer

7 Rauhwaacke

--- Gemeindewege  
 — Reichsstrasse  
 —○— Bahntrasse

Maßstab  
 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 m

# Situation von der durchtunnelten Gebirgsmasse

am 12. Juni 1875.

