

DIE  
BEZIEHUNGEN DER GEOLOGIE  
ZU DEN  
INGENIEUR-WISSENSCHAFTEN.

VON

**C. J. WAGNER**

OBER-INGENIEUR UND SECTIONSLEITER DES ARLBERG-TUNNELS.

MIT 24 TAFELN UND 65 IN DEN TEXT GEDRUCKTEM FIGUREN.



WIEN 1884.  
**SPIELHAGEN & SCHURICH**  
VERLAGSRUCHHANDLUNG.  
KUMPFEGASSE 7.

GEWIDMET

HÖRERN DER INGENIEURSCHULE

AUFRICHTIGER COLLEGIALITÄT

VERFASSER.

# VORWORT.

---

Indem ich diese Studie der Öffentlichkeit übergebe, bemerke ich, dass ich bei Verfassung derselben von dem Gedanken ausgegangen bin, durch dieselbe in der jüngeren Generation von Ingenieuren das Bedürfniss wachzurufen, der Geologie jene Aufmerksamkeit zu schenken, welche sie verdient.

Dem richtig Strebenden wird die Geologie während seiner Studien zur Erholungs-Beschäftigung, denn sie ist nicht, wie die meisten Disciplinen, in den vier Wänden, sondern in der Natur selbst zu erlernen.

Ich bin der Überzeugung, dass gerade der Techniker durch seine übrigen Studien, welche er zurückzulegen hat, besonders berufen sei, dieser Wissenschaft seinen Tribut zu pflichten, indem er durch seine Vorbildung auch ein besonders entwickeltes Anschauungs- wie Vorstellungsvermögen sich angeeignet hat.

Ist die Form des Stoffes so gegeben, dass in dem Einzelnen der Keim wachgerufen und die nöthige Lebensbedingung für denselben geschaffen wird, dann lernt sie leicht, besonders wenn gleichzeitig auch das Praktische mit in die Wissenschaft einbezogen wird.

Es ist auch vom Standpunkte der allgemeinen Bildung geboten, dass man diese Wissenschaft, welche das erste Capitel der Weltgeschichte bildet, abgesehen von ihrer praktischen Richtung, die sie gewährt, im Ganzen mehr würdigt.

Man lernt viel, man soll aber unter diesem Vielen das Wichtige nicht vergessen. Man soll vor Allem sich der Natur nicht entfremden, welche die einzige Quelle des Wahren

bildet, indem nur die Gesetze der Natur selbst in ihrer vollen Wirklichkeit auf uns übergegangen sind, da sie von den Menschen wohl zu erforschen, aber nicht zu beeinflussen sind.

Die Geologie befand sich schon in der verschiedensten Einflussnahme, speciell auf dem Gebiete des Ingenieurs, jedoch es muss leider gesagt werden, selten im richtigen Verhältnisse.

Die Grenzen, in welchen sich die gegenseitige Einflussnahme befand, waren meist unklare. Einerseits löste der Ingenieur Fragen, ohne die ihm durch die Geologie zu Gebote stehenden Mittel zu Rathe zu ziehen, dann wurde wieder einzig die Entscheidung dem Geologen anheimgestellt. Beide angeführten Fälle sind für die rationelle Lösung einer technischen Frage unzutraglich, somit ist die Nothwendigkeit vorhanden, dass der Ingenieur geologische Kenntnisse besitzen muss, aber kein Specialist zu sein braucht.

Der Ingenieur soll jenen Grad von geologischer Bildung besitzen, um über den Bau der Erdrinde im Klaren zu sein, er muss die wichtigsten Gesteinsgattungen, die umbildenden Kräfte und deren Einflüsse kennen; er muss sein Auge dahin gewöhnt haben, alle jene Erscheinungen leicht aufzufassen, welche rücksichtlich der Lagerung und Veränderung der Gebilde, von Bedeutung sind.

Sollten dann Fragen in weitgehendem Sinne auftreten, so wird der Ingenieur einen Fachgeologen beiziehen, und es wird Letzterer auf Grund der ihm gegebenen Daten, die nothwendigen weiteren Schlüsse ziehen, und zwar umso

leichter, da ja die Vorerhebungen von dem Ingenieur bereits fachmännisch durchgeführt sind.

Es wird sich dann nicht der Ausspruch des Geologen für den Ingenieur in einen wissenschaftlichen unverständlichen Dunstkreishüllen, sie werden in verständlicher Sprache sprechen, und der Ingenieur wird in der Lage sein, eine richtige Fragestellung, auf welche es ja in allen Fällen ankommt, durchzuführen, denn die Lösung der Aufgabe selbst darf der Ingenieur nicht aus der Hand geben.

Ich versuchte nun in der Einleitung ein generelles Bild der Vorgänge zu geben, welche auf die Bestandtheile der festen Erdrinde einflussnehmend waren, und trachtete in dem Capitel der Vorerhebungen noch weiters diese Ein-

flussnahme klar zu legen, sowie alle Mittel zu erörtern, die einen Einblick in die bestehenden Verhältnisse ermöglichen sollen.

Im Weiteren versuchte ich in dem Capitel der Construction der Thalsohle und Gehänge, unter Anführung von Beispielen, die Beziehungen der Geologie zu den Ingenieurwissenschaften praktisch nachzuweisen.

Möge diese Schrift den Hörern der Ingenieurschule jene Anregung geben, welche ich mir als Ziel setzte, mögen jedoch auch jene Kreise, welche dazu berufen sind, die Studirenden in die Wissenschaft einzuführen, von diesem Versuch Kenntniss nehmen und die Wege ebnen, die ein thatkräftiges Zusammenwirken der Geologie mit den praktischen Ingenieurwissenschaften ermöglichen soll.

St. Anton am Arlberg, im Monat Mai 1854.

Der Verfasser.



# INHALT.

	Seite		Seite
Widmung.		Die Construction der Thalsohle und der Gehänge . .	87
Vorwort.		Der Tunnel am Unterstein mit Einbeziehung des Terrains zwischen Lend und Taxenbach . . . . .	46
Einleitung . . . . .	1	Absitzungen und Rutschungen an Schutthalden von Gesteinen älterer Formation . . . . .	65
Bildung der Erdrinde und deren Umformung . .	1	Der Tunnel bei Bischofshofen . . . . .	70
Vorerhebungen . . . . .	9	Das Gebiet des Sonnstein am Traunsee . . . . .	71
Sondirung mit Bohrungen . . . . .	13	Das Hausruckgebirge . . . . .	75
"  "  Probegruben . . . . .	29	Das Mehburger Gebiet . . . . .	82
"  "  Schlitzen . . . . .	29	Schlussbemerkungen . . . . .	83
"  "  Schacht- und Stollenbauten . . . . .	93		
Drainage mittelst Thonrohre . . . . .	36		
Anlage offener Gräben . . . . .	37		



## Einleitung.

Verlaßt Dich Dein besser Freund,  
So suche Rath in der Natur.  
Sie wird den richtigen Weg Dir weisen.

Durchblättern wir somit vor Allem die Geschichte unseres Erdballes, um hiebei jene Kräfte in Erinnerung zu bringen, welche an der Bildung der heutigen Form der Erde theilgenommen haben.

Wenn auch der Maassstab ein anderer sein wird, nach welchem diese Kräfte früher und heute einwirkten, so sind sie doch im Ganzen dieselben geblieben und besorgen auch jetzt noch die weiteren Umformungen und Umwandlungen der Erde.

Es sei mir daher gestattet, vorerst das Bild der Entstehung der Erde, ihrer starren Oberfläche im allgemeinen Umriss zu entwickeln und nachher erst auf den eigentlich hier zu behandelnden Gegenstand einzugehen.

### Bildung der Erdrinde und deren Umformung.

Von der Theorie Laplace ausgehend, nach welcher aus der Atmosphäre der Sonne sich die einzelnen Planeten successive individualisirten, haben wir die Erde als einen ursprünglich zu einem feuerflüssigen Ball condensirten Dampf, welcher alle ihre derzeitigen Bestandtheile in gasförmigem Zustande aufnahm, zu betrachten.

Auf diese feuerflüssige Masse wirkten in erster Linie in Folge der Rotation um ihre eigene Achse die Centrifugalkraft, welche die Ursache der heutigen Form der Erde als Rotations-Ellipsoid ist; weiters die Schwere, vermöge welcher die ein höheres specifisches Gewicht habenden Substanzen, sich gegen das Innere des Ellipsoides zu concentrirten, was mit dem höheren specifischen Gewichte des Erdinnern gegenüber der an der Oberfläche zur Kenntniss gelangten Massen im Einklange steht. Es erfolgte durch die constante Ausstrahlung der Wärme an der Oberfläche dieses Feuerballes eine langsam vor sich gehende Abkühlung desselben, die nach Ablauf eines unerforschlich langen Zeitraumes zu einem Erstarren der Oberfläche Anlass bot.

Der Uebertritt der Masse von dem feuerflüssigen in den festen starren Zustand bildet nun die erste und jedenfalls grösste Ursache zu den stärkeren Abweichungen der Oberfläche des Erdballes von seiner durch die vorher genannten Gesetze gegebenen, der mathematischen Form eines Rotations-Ellipsoides sich nähernden Gestalt, da sowohl keine vollkommen gleiche Abkühlung als gleichmässige Zusammensetzung der einzelnen Aggregate gedacht werden kann.

Es wurden somit in Folge der Volums-Veränderungen bei der Erstarrung Risse, Erhöhungen und Vertiefungen

geschaffen, durch die Spalten fanden auf Grund der weiter stattfindenden Eruptionen im Innern neue Ausflüsse oder selbst Durchbrüche statt, die einen weiteren integrierenden Bestandtheil der Ursachen, der in den ersten Perioden sich erzeugenden Unregelmässigkeiten der Erdoberfläche bilden. Bedenkt man nun, dass durch die successive weitere Abkühlung, wie durch den Abfluss der feuerflüssigen Masse nach Aussen, mittelst der erst geschaffenen festen Kruste an der Erdoberfläche, viele Producte noch in gasförmigem Zustande zurückblieben, die erst jetzt zur Condensation gelangten, so können wir vorerst noch auf eine Sublimirung fester Substanzen rückschliessen, nach welcher die Condensation des Wassers und die dieselben absorbirenden Gase in letzter Instanz stattfand.

Bei der mächtigen Spannung und der grossen Ueberhitzung, in welcher die Wasserdämpfe zur Condensation gelangten, war nun deren Einwirkung auf die angrenzenden, zur Erstarrung gelangten Erdmassen, die jedenfalls kristallinische oder amorphe Gesteine nach unserer derzeitigen Auffassung bildeten, eine grosse, indem abgesehen von den mechanischen Wirkungen, hervorgerufen durch die Bewegung desselben, hauptsächlich dessen chemisches Zersetzungsvermögen in Betracht zu ziehen kommt.

So beginnt nun mit diesem Momente, der durch die weiteren Phasen des Weltalls uns immer begleitende Kreislauf der Natur, hier zerstörend und auflösend an seiner Umgebung wirkend, um diese Gebilde in zerkleinert oder chemisch veränderter Form, an einer anderen Stelle durch Einwirkung physikalischer Gesetze wieder abzulagern, anderseits durch neue Hebungen und Senkungen, die Unebenheiten vergrössernd, der ausgleichenden Kraft vorher genannter Elemente frische Nahrung bietend.

Gedenken wir nun der Einflüsse der in den Spalten der Erdkruste eindringenden Wässer, wodurch eine Veränderung des Aggregat-Zustandes der benetzten Umgegend hervorgerufen werden kann, in tieferen Lagen aber bei dem weiteren Vordringen desselben in die Nähe des noch feuerflüssigen Innern der Erde, oder bei der directen Berührung mit denselben zu Explosionen Anlass geben, so folgen hieraus sehr viele Consequenzen, sowohl in Hinsicht der Veränderung der Oberfläche, wie der moleculären Zusammensetzung ihrer Bestandtheile.

Die weitere Abkühlung liess nun die grössten Contraste verschwinden, und wir nähern uns jenen Perioden der weiteren Entwicklung der Erde, welche nach den von uns noch, obzwar in geringerem Grade, wahrzunehmenden Erscheinungen leichter beurtheilt werden können, in die zugleich die Entstehung der Moneren als Ursprung aller orga-

nischen Substanzen, des Thier- und Pflanzenreiches gedacht werden muss und welche auch als besonders eingreifend bei der Bildung der einzelnen Schichtungsglieder gekennzeichnet werden müssen.

Betrachtet man vorerst das bis jetzt geschaffene Bild der Erdkruste, so erhalten wir als Unterlage eine erstarrte unregelmässig zusammengezogene Erdmasse von krystallinischer oder amorpher Structur, theils Berge, theils Thäler bildend, welche letztere die condensirten Wässer erfüllen, die in Folge ihrer mechanischen und chemischen Ausserungen zerstörend auf ihre Umgegend einwirken, hiedurch in den Thälern nach den Gesetzen der Schwere neue Ablagerungen in horizontalen Schichten gebildet, bewirken.

Auf diese Ablagerungen müssen nun schon die weiteren Einfüsse der Veränderungen der Oberfläche durch die noch ferner stattfindende Abkühlung des Erdinnern, durch Ausbrüche der feuerflüssigen Masse, Berücksichtigung finden, auf Grund deren schon partielle oder in grösserem Umfange stattgehabte Veränderungen in den ursprünglich näherungsweise horizontal abgelagerten Schichten zu verzeichnen sein werden.

Ziehen wir nun die von uns noch jetzt zu beobachtenden, störenden und umformenden Erscheinungen in Beziehung der Ablagerung der weiteren Gebilde in den Bereich unserer Betrachtung, so gelangen wir wieder in erster Linie zum Studium der durch Erdwärme hervorgerufenen weiteren Einfüsse auf die Erdoberfläche.

Wie durch Beobachtungen festgestellt, findet eine Zunahme der Wärme in den oberen Theilen gegen das Erdinnere statt; es konnten aber bis jetzt aus diesen directen Wärmemessungen keine Gesetze abgeleitet werden, welche auf die Mächtigkeit der festen Erdkruste, auf das Innere der Erde einen klaren Schluss hätten ziehen lassen. Andererseits stehen sich auch noch die auf astronomischem Wege resultirten Ansichten in sehr grobem Verhältnisse gegenüber.

Die vielen noch thätigen, wie die bereits erloschenen Vulkane jüngerer und älterer Periode, zeigen uns aber das Vorhandensein von feuerflüssigen Massen im Erdinnern, die noch jetzt im grossen Maassstabe an der Veränderung der Form und der Zusammensetzung der Gebilde der Erdoberfläche Ursache sind.

Ob nun diese feuerflüssigen Massen auf das ganze Erdinnere, oder ob selbe derzeit als partiell vertheilte Feuerherde zu betrachten, kann für die hier in Berücksichtigung zu ziehenden Momente nicht weiter verfolgt werden, da doch in dieser Richtung die für die Hauptbildung maassgebenden Erscheinungen vorüber sind und jedenfalls in jene Perioden zurückgedacht werden müssen, wo noch das ganze Erdinnere eine feuerflüssige Masse bildete.

Jedenfalls erscheint aber als nothwendig anzunehmen, dass an allen jenen Stellen, wo Vulkane auftreten, die feste Erdrinde eine geringere continuirliche Mächtigkeit als an anderen Stellen besitzt.

Als Ursache dieser ungleichen Stärke der Erdrinde gelangen nun an einzelnen Stellen der Erdoberfläche vereinzelt oder in grösseren Zügen aneinandergereiht, nahezu aber immer in der Nähe der Meeresküste, durch Canäle

diese feuerflüssigen Massen zum Ausbruche und bilden die an der Oberfläche erstarrenden Laven radial von dem Canale sich erstreckende Kegel, die dem Ausflusse der verschiedenen Zeitperioden entsprechende getrennte Ablagerungen bilden.

Dieser Ausfluss, welcher der Hauptsache nach aus Laven, einer im feuerflüssigen Zustande befindlichen Gesteinsmasse, besteht, welche wohl auch feste Gesteine grösseren oder kleineren Volums in sich enthält, hauptsächlich aber überhitztes Wasser in sich schliesst, gelangt besonders in Folge des letzten Umstandes unter heftigen Explosions-Erscheinungen zum Ausbruche.

Die Zahl der jetzt noch thätigen Vulkane, welche mit 300 angegeben wird, bildet aber eine verschwindende Grösse gegen die uns bekannten erloschenen, bei welchen noch durch das Auftreten von Schlacken etc. der Beweis erbracht werden kann, und noch grösser steigert sich das Verhältniss, wenn man die Trachyt- und Basaltberge, die den ältesten Perioden angehören, in dieselbe Gruppe, vom vulkanischen Ursprunge herrührend, einreihet, was nach den neuesten Forschungen als vollkommen begründet erscheint.

Eine weitere Ursache der noch im Innern der Erde vorhandenen Feuerherde bilden die an vielen Stellen der Erde ausströmenden Gase, sowie heisse Quellen.

Es sind hiebei alle Varietäten vertreten, welche Uebergänge von den Vulkanen bis zu der kalten Quelle ermöglichen. Ich erinnere an die Dampfquellen oder Geysirs, die constant oder mit Unterbrechung überhitztes Wasser aus röhrenförmigen Schläuchen ausspeien.

Weiters sind Schlammvulkane, Salsen genannt, zu beobachten, die meist kochsalzhaltiges Wasser in Begleitung von Kohlensäure und Kohlenwasserstoff ausstossen. Der Ausbruch derselben ist oft ein periodischer, wobei Anfangs Steine, dann grosse Schlammmassen ausgeworfen werden, welche nicht selten auch von brennbaren Gasen begleitet sind, die zu förmlichen Eruptionen Anlass geben. Die ausgeworfenen Schlammmassen bilden dann kegelförmige Aufüllungen um die Ausflusstelle.

Eine weitere Ursache der vulkanischen Thätigkeit sind auch die sehr häufig auftretenden Gasausströmungen aus dem Erdinnern. Schwefelige Säure, Schwefelwasserstoff und Kohlensäure bilden gewöhnlich die Hauptmasse der aus dem Erdinnern hervordringenden Gase und ist deren Zusammenhang mit erloschenen Vulkanen stets erwirt worden.

Auch Kohlenwasserstoff entströmt nicht selten der Erdoberfläche in grösseren Massen, es darf aber selbes nicht immer direct als ein Gebilde vulkanischer Thätigkeit betrachtet werden, da man auch die Entwicklung desselben rein in Umbildungen von Pflanzenstoffen im Schichtgebirge kennt.

Einen steten Begleiter vulkanischer Gebiete bilden nun weiters die Sauerlinge und Mineralquellen. Obgleich selbe auch in grösserer Entfernung von Orten von ehemals vulkanischer Thätigkeit auftreten, so müssen sie aber immer mit denselben als in Contact stehend behandelt werden.

Der meist auftretende überaus grosse Reichthum dieser Wässer an Kohlensäure oder von aufgelösten mineralischen Substanzen, bedingt eine Führung der an der Oberfläche

der Erde eindringenden Wasser in grosse Tiefen, vielleicht theilweise in unmittelbare Nähe der Feuerherde, von einerseits den grossen Gehalt an Kohlensäure, andererseits die auflösende Eigenschaft des Wassers gegenüber seiner Umgegend durch Annahme hoher Wärmegrade, erklären zu können.

Alle diese betrachteten Factoren nehmen nun einen gewaltigen Antheil an der ferneren Umbildung der Erdoberfläche, und müssen wir, um den richtigen Maassstab anzulegen, uns nur die Perioden versinnlichen, in welcher uns die Natur die einzelnen Abschnitte ihrer weiteren Entwicklung aufbewahrt.

Wir können durch das Vorgenannte, wenn wir z. B. nur die auflösende Wirkung der Gebirgswässer in Berücksichtigung ziehen, auffallende Veränderungen an der Erdoberfläche beobachten und doch beschränken sich selbe auf wenige Decennien. Integriren wir aber selbe in den Grenzen von Zeitperioden, wie uns selbe durch die geologische Trennung der Gebilde der Erde in einzelnen Formationen gegeben ist, so wird die Umsetzung der Massen nur nach der einen Richtung beobachtet, derartige Dimensionen erreichen, welche eine Parallelisirung dieser zersetzenden Kraft erfordern würde, um überhaupt noch bestehen zu können.

Eine der bekanntesten Erzeugnisse der Natur in dieser Richtung sind wohl die Kalktuffbildungen. Es beruhen selbe rein auf die lösende Kraft der mit Kohlensäure geschwängerten Wasser, welche Kalkgebirge durchziehen, den Kalk als doppelt kohlenstoffhaltiges Salz zu Tage fördern, woselbst ein Theil der Kohlensäure entweicht, der Kalk als einfach kohlenstoffhaltiges Salz aus dem Wasser ausgeschieden wird.

Das Auftreten aller Ausfüllungen von Gebirgsgängen durch Mineralien ist den im Innern der Erde circulirenden Gebirgswässern zuzuschreiben, somit verdanken wir die Ablagerung der Erzlagertstätten, die oft colossale Dimensionen annehmen, demselben Prozesse. Verfolgen wir nun die im Innern der Erde circulirenden Wasser, welche vorherrschend durch den hohen Wärmegrad oder Kohlensäuregehalt ein überaus grosses Lösungsvermögen auf ihre Umgegend ausüben, so müssen wir als eine unmittelbare Ursache des letzteren eine theilweise partielle Aushöhlung des Innern der von denselben durchzogenen Erdmassen folgern, dessen Resultat durch die vielen aufgedundenen Grotten, Höhlen und Spalten im Erdinnern documentirt ist.

Diese Aushöhlung durch die auflösende Kraft des Wassers und die Abführung der Gebirgsmassen auf diesem Wege kann nun oft so lange fort dauern, bis endlich die Grenze der Verspannung des Gesteines im Innern der Erde überschritten ist, was einen Einbruch der nächsten Umgegend zur Folge haben wird.

Diese Einstürze, Verbrüche im Erdinnern pflanzen sich entweder bis an die Oberfläche der Erde unter Erschütterung der Nachbargebiete fort, oder es ist die Katastrophe nur durch die entwickelte Erschütterung der umgebenden Gebilde für uns zur Beobachtung gelangt und werden solche Erscheinungen unter die Erdbeben gerechnet. Wir finden derartige Vorkommnisse besonders häufig im Kalkgebirge, welche einzig auf die Wegführung der Kalkmassen durch mit Kohlensäure geschwängerte Wasser zurückzuführen

sind und nennt, wenn durch diese Gebirgseinbrüche die Oberfläche alterirt wird, die hiedurch entstehenden Gesteinstrichter „Dollinen“.

Es bedingt aber genannter Process nicht immer derartige auffallende Erscheinungen, da ja nach dem Vorhergegangenen, auf grössere Flächen vertheilt, eine Abführung von Gesteinsmassen gedacht werden kann, die eine gleichmässige Senkung der Erdoberfläche zur Folge haben.

Anschliessend an das Vorhergesagte, will ich noch auf die vielen, auf anderen Basen sich gründenden Erschütterungen „Erdbeben“ erinnern.

Es ist unzweifelhaft, dass viele dieser Erschütterungen besonders in der Nähe von Vulkanen auf Letztere zurückzuführen sind. Nun ist aber diese Erscheinung eine derart allgemein auftretende, in Beziehung der Intensität und der Verbreitung eine so wechselvolle, dass alle Bemühungen, welche bis jetzt gemacht wurden, um in selbe ein gewisses Gesetz zu bringen, ohne endgiltiges Resultat blieben.

Es herrschen auch über die Entstehungsursache der Erdbeben noch die divergirendsten Ansichten. Sicher gestellt ist jedoch, dass die Ursache der meist eintretenden Erdbeben mehr localer Natur, insoweit als deren Zusammenhang mit Vulkanen nicht constatirt ist, in Dislocationen fester Theile der Erdrinde zu suchen ist.

Rufen wir uns nur die Vorgänge in's Gedächtniss, welche allein in Folge der Schwere horizontal abgelagerter Gebirgsschichten möglich sind.

Vorerst ist es wohl die weitere Abkühlung der Erdrinde, sowie die partielle Verschiedenheit der Temperatur in den Massen, andererseits sind es die auf chemischem Wege einwirkenden Kräfte, welche eine Volumsveränderung, somit eine gegenseitige Kraftäusserung der Gebirgsmassen unter einander hervorrufen. Dann verursachen die Auftriebe oder Ausbrüche der aus dem Innern der Erde empordringenden feuerflüssigen Massen Dislocationen.

Je nach dem Vorhandensein langsam oder momentan wirkender Kräfte, sowie des elastischen Zustandes der hiedurch alterirten Gebirgsmassen, konnte eine vollkommene Abbiegung einzelner Schichten stattfinden, ohne die Grundmasse besonders in Hinsicht ihres Zusammenhanges zu stören, wie es die Natur oft aufweist, andererseits kommen wieder grössere Einflüsse zur Beobachtung.

Wir finden in vielen Profilen der Erdrinde förmliche Ueberkippen des Schichtengebirges, die Kuppen oft ganz erhalten, andererseits selbe verschwunden, was in vielen Fällen schon auf eine grössere Zergliederung, wo nicht andere Ursachen als eingreifend beobachtet werden können, hinweist.

Einflüsse auf die Schichtencomplexe durch Dislocationen, die durch Hebungen oder Senkungen oder durch seitliche Druckäusserungen eintreten, beobachten wir wohl immer an den in solchem Gebirge häufig erscheinenden Trennungsflächen, die in der Inanspruchnahme des Gebirges über die Elasticitätsgrenze ihr Dasein fanden.

Diese Trennungsflächen, welche verschieden geneigt gegen die Schichtungsflächen stehen, sind entweder nur durch ein Schichtungsglied oder durchlaufend durch mehrere zu beobachten und zeigen je nach der erfolgten Bewegung,

respective deren Intensität, glatte, ganz geschliffene Flächen oder bei momentanen Kraftübertragungen, wenn selber keine weiteren langsam wirkenden Kräfte mehr folgten, die gegenbeilige Erscheinung.

Andererseits ist die Folge dieser Kraftäusserungen, die Bildung von Gängen, die, wie schon vorhin erwähnt, zur wirksamen Stätte der Gebirgswässer werden.

Derartig hervorgerufene Dislocationen gehen nun bei langsam wirkenden Kräften bis zu einer gewissen Grenze, mit welcher der Bruch der einzelnen Schichten erfolgt, was dann die Ursache von oft bedeutenden Erschütterungen der nächsten Umgegend ist, die als Erdbeben zur Beobachtung gelangen.

Wir setzen somit im Vorigen der Hauptsache nach Hebungen und Senkungen voraus und finden selbe nur zu häufig in der Natur bestätigt, wenn wir auf die in dem Schichtengebirge eingeschlossenen thierischen Ueberreste übergehen.

Sehr oft haben wir Gelegenheit, ausgesprochene Meeresablagerungen über Süswasserbildungen und umgekehrt oft in unmittelbarer aufeinanderliegenden Gesteinsschichten zu beobachten, es musste somit, um der entsprechenden Fauna das Dasein zu geben, sich das Niveau gesenkt, dann wieder gehoben haben etc.

Noch mehr unserer Beobachtungsgabe näher gerückt, ist das Beispiel der an vielen Stellen der Erde auftretenden Korallenriffe.

Wir wissen, dass die Korallenthiere nur in einer gewissen Tiefe unter dem Meeresspiegel ihr Fortkommen finden, wie konnten nun die Korallenriffe entstanden sein, welche wir in grösserer und geringerer Tiefe antreffen, die somit ausser ihrer Zone liegen.

Die Erklärung hiezu geben die noch constant vorkommenden Hebungen oder Senkungen, indem die Korallenthiere mit ihrem Baue so weit folgten, als es die Be-

dingungen für ihr Dasein erforderten; mit dem Sinken bauten sie nach der oberen Grenze der Zone u. s. w.

Wären die Bedingungen zu ihrem weiteren Fortkommen vollkommen gestört, konnten sie den Niveauänderungen ihrer Unterlage nicht mehr nachkommen, so starb die ganze Colonie ab.

Ausser vielen anderen Beweisgründen sind wohl noch die direct zu beobachtenden Küstenhebungen in unseren nördlichsten Gegenden am schlagendsten.

Uebertragen wir nun die Resultate der bisher besprochenen Erscheinungen in ein Bild, so erhalten wir den in Fig. 1 dargestellten idealen Schnitt, welcher auf ein Stück der festen Erdrinde beschränkt ist.

Um aber auch die gegebenen Resultate in der Wirklichkeit selbst einer Beobachtung zu unterziehen, lasse ich in Folgendem noch speciell für jede Formation einen charakteristischen Schnitt, welcher der Natur von Fachgeologen entnommen ist, in den Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10 folgen.

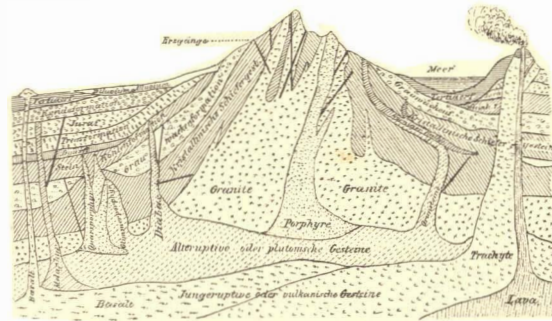
Wir haben uns nun im Allgemeinen die Entwicklung des Erdballes, die Constructionsart der Erde zu versinnlichen gesucht und trachteten nur die Hauptmomente zu berühren, um nicht über die Grenzen des Gegebenen zu gelangen, besprachen aber andererseits, um das im Vorigen gegebene Bild nicht einseitig auszu dehnen, die Wirkungen mancher auftretender Prozesse und deren

Consequenzen auf ihre Umgebung zu kurz.

Ich greife auf diese Details umso mehr zurück, da sie für den speciell hier zu behandelnden Gegenstand von ein greifender Bedeutung sind. Vor Allem will ich auf den Metamorphismus hinweisen, welchen alle unsere bekannten, die Erdkruste bildenden Gesteinsmassen ausgesetzt sind.

Wir dürfen keineswegs annehmen, dass die älteren Gesteine, welche wir zu studiren Gelegenheit haben, in der-

Fig. 1.



Ideal-Profil durch ein Stück Erdrinde.

Fig. 2.

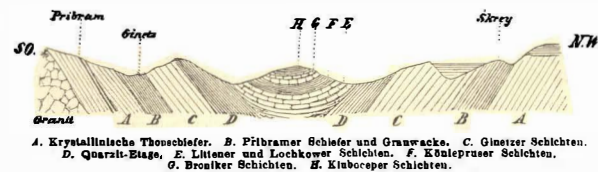
Schichtenstellung in den Muralpen.



Profil aus dem Urgebirge der Ostalpen.

Fig. 3.

Silur in Böhmen.



A. Krystallinische Thonschiefer. B. Pitkrumer Schiefer und Granwacke. C. Ginezer Schichten. D. Quarzit-Stage, E. Littauer und Lockkover Schichten. F. Köhlepruser Schichten. G. Brunker Schichten. H. Kluboreper Schichten.

selben Form und Zusammensetzung ursprünglich abgelagert wurden. Die Einflüsse, welchen die Gesteinsmassen nach der Ablagerung ausgesetzt waren, sind zu umbildend, um selbe in ihrer ursprünglichen Form zu erhalten. Die Lage derselben und deren Alterung wurde schon früher klargelegt, es erübrigt uns daher nur noch auf die Veränderungen in der Zusammensetzung einzugehen.

Betrachten wir vorerst wieder die Einflüsse der Gebirgs-wässer, so ist klar, dass durch selbe, ausser der Wegführung einzelner Substanzen, andererseits durch Infiltration in bereits zur Ablagerung gelangten Gesteinsmassen bedeutende Veränderungen, sowohl ihrer Construction als ihrer chemischen Zusammensetzung hervorgerufen werden können.

Ich führe hier das im grossen Maassstabe auftretende Beispiel, den Dolomit, an, welcher aus einer Verbindung von kohlen-saurem Kalk und kohlen-saurer Magnesia besteht und in den meisten Fällen als ein Umwandlungs-product des kohlen-sauren Kalks angesehen werden muss. Die Entstehung des Dolomites kann nun auf zweierlei Weise gedacht werden. Entweder wird der kohlen-saure Kalk von Wässern durchzogen, die kohlen-saure Magnesia führen, wonach durch Austausch der Basen eine Abführung von kohlen-saurem Kalk und der Ersatz durch kohlen-saure Magnesia unter Bildung dieses Doppelsalzes stattfindet, indem kohlen-saurer Kalk durch die Wässer abgeführt wird, oder es enthält der Kalk ursprünglich schon einen Grad von Magnesia, wonach eine Einwirkung von kohlen-säurehaltigem Wasser genügt, um so viel Kalk abzuführen, dass die Magnesia soweit vorherrscht, um die Doppelverbindung einzugehen.

Anderer Vorgänge lassen sich wieder auf eine reine Erhöhung der Oxydationsstufe bei Zutritt von Luft und

Wasser zurückführen und bildet sich diese Art des Metamorphismus besonders in den Erzlagerstätten.

Die Art des Metamorphismus tritt nun in den mannigfaltigsten Erscheinungen, je nach dem localen Vorhandensein der Bedingungen, auf, so z. B. wurde der Serpentin als ein Umwandlungsproduct der olivin-haltigen Gesteine erkannt, ebenso unsere krystallinischen Schiefergesteine als umgewandelte klastische Steine bestimmt.

Besonders das letztgenannte Beispiel wird für die

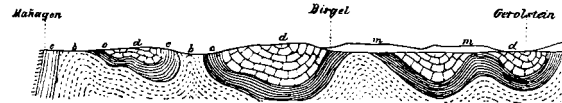
Entwicklungs-geschichte von weitgehender Bedeutung. Nehmen wir an, dass sich Verwitterungs-producte von krystallinischen Gebilden, wie Granit,

Gneis, Glimmerschiefer etc. als Schlamm am Meeresboden absetzen, bei der Ablagerung die einzelnen Atome sich verschieden gruppieren, so erhalten wir ein Product, welches seiner Zusammensetzung nach Thonschiefer, Gneis, Glimmerschiefer etc. bilden kann.

Im Laufe der weiteren Ablagerungen werden die untersten Schichten, durch die Zunahme der Mächtigkeit der ganzen Masse, einem immer grösseren Drucke ausgesetzt und ist die Folge dieser Pressung, dass die Gebilde wie durch Experimente erwiesen, eine schiefrige Structur annehmen, somit den Habitus der Schiefer erhalten.

Je nach der Zusammensetzung und der Bildung von Krystallen in der Grundmasse sind dann successive Uebergänge der Thonschiefer in Glimmerschiefer, Gneise etc. zu gewärtigen. Die Schieferung der Gebilde tritt dann, wie experimentell sichergestellt, immer senkrecht auf die Druckrichtung ein, so dass sich alle Gemengtheile mit ihren grösseren Breiten-Dimensionen gegen die Druckrichtung stellen. Es können nun, wie auch in der Natur selbst beobachtet werden

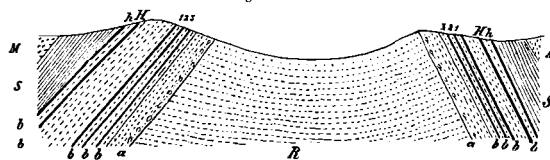
Fig. 4.  
Profil der Eifel.



b. Unterdevonische Grauwacke. c. Schiefer und Sandstein. d. Eifeler Kalk. m. Bunter Sandstein. Devon-Formation.

Fig. 5.

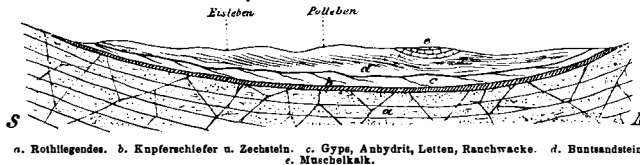
Die Steinkohlenlager von Steierdorf im Banat.



1. 2. 3. Liegend Flötze. H. Haupt-Flötz. a. Hangend Flötz. S. Obere Schieferthone. M. Jura-Mergel. R. Flötzleerer rother Sandstein. a. Conglomerat übergehend in Sandstein. b. Sandstein und Schieferthone. Steinkohlen-Formation.

Fig. 6.

Profil durch die Dyas- u. Triasmulde von Eisleben-Mansfeld.

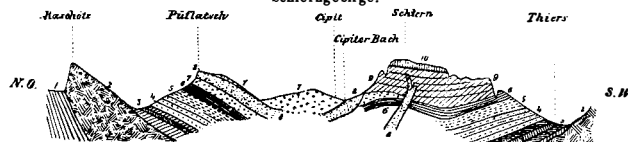


a. Rothliegendes. b. Knipferschiefer u. Zechstein. c. Gyps, Anhydrit, Letten, Ranchwacke. d. Buntsandstein. e. Muschelkalk.

Dyas in Deutschland.

Fig. 7.

Schlerengebirge.



1. Thonglimmerschiefer. 2. Quarz-Porphyr. 3. Gröden Sandstein. 4. Schichten v. Sals | Werfner Schichten. 5. Campfner Schichten | untere Trias. 6. Muschelkalk untere Trias. 7. Wengener Schichten. 8. Angit-Porphyr. 9. Schlerer-Dolomit. 10. Raibler Schichten. } obere Trias.

Trias-Formation.

kann, mehrseitige Schieferungen eintreten, und begründet dies nur, dass in Folge von Dislocationen durch eine später eingetretene andere Druckrichtung noch weitere Umformungen in dieser Hinsicht möglich sind.

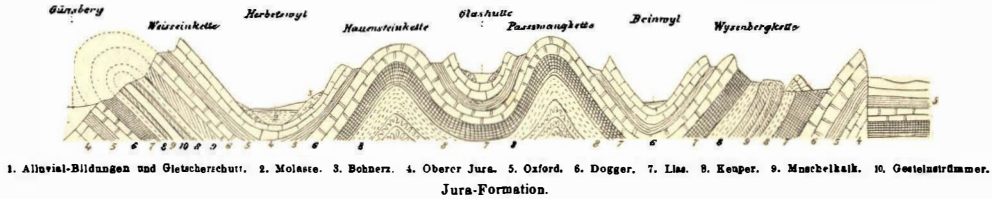
Diese letztgenannte Doppelschieferung, auch transversale Schieferung, ist häufig an Thonschiefern zu beobachten. Mit der Zunahme der Mächtigkeit der einzelnen Ablagerungen muss nun weiters auch auf die damit verbundene Erhöhung der Erdwärme reflectirt werden, da selbe gleichfalls einen

eintreten und wird hier als Beispiel die Umwandlung der körnigen in krystallischen Kalk durch die Einwirkung höherer Temperaturverhältnisse angegeben.

Wenn wir nun auf die Veränderungen der Gesteinsmassen an der Oberfläche der Erdkrinde übergehen, so treten nebst oder besser mit der Einwirkung der Atmosphäre gleichzeitig die des Wassers, unterstützt durch die Wärme des ersteren, als Hauptfactoren der Umbildung auf.

Wir kennen bereits die Wirkungen des Wassers im

Fig. 8.  
Profil durch die Ketten der Schweizer Jura von Günsberg über Beinwyl.



Hauptfactor der weiteren Umbildungen der Gesteinsmassen stellt und wird nicht nur allein die Erhöhung der Wärme in dieser Richtung einzubeziehen sein, sondern auch jener Fälle gleichzeitig gedenken müssen, wo durch Dislocationen im grösseren Maassstabe, oder als Folge gleichmässiger Senkungen eine Tieferlegung des Niveaus, eine Näherückung, eventuell eine unmittelbare Berührung mit den noch feuerflüssigen Substanzen eintritt.

Wir können die directe Einwirkung der feuerflüssigen Substanzen an den von älteren Eruptivmassen durchdrungenen Gestein zur Genüge beobachten und treten dieselben in mannigfaltigster Weise als umformend auf.

Es beschränkt sich die Einwirkung häufig wohl nur auf die unmittelbarste Umgebung und wirkt je nach den örtlichen Verhältnissen durch die momentane Temperatur-Erhöhung zerreibend, krystallbildend oder vercockend etc.

Diese Umwandlungen, besonders die Krystallisation von dichten Gesteinsmassen ist oft auf grössere Distanzen zu beobachten.

Diese Metamorphose, welche in engeren Grenzen bei empordringenden Eruptivmassen zu beobachten ist, kann nun auch bei andauernder Einwirkung geringerer Hitzgrade

Innern der Erdkruste, wo selbes geschwängert mit Kohlen-säure etc. oder durch die Annahme höherer Temperaturgrade umbildend wirkt.

An der Erdoberfläche bleibt nun die lösende Wirkung gegen die zersetzende und zerstörende oder mechanische Wirkung in gewissem Grade, wie selbe in den unterirdischen

Räumen auftritt, zurück. Es folgt durch die Einwirkung der Atmosphäre und des Wassers die Production einer Verwitterung, seltener eine vollständige Lösung und wird der Hauptsache nach in Folge der durch chemische Zersetzung hervorgerufenen Lockerung des Aggregats - Zustandes der Gebilde eine Abführung der Massen auf mechanischen Gesetzen begründet, verursacht.

Betrachten wir die chemischen Veränderungen an der

Erdoberfläche, so finden wir, dass es keine Mineralsubstanz gibt, die nicht einer Verwitterung unterworfen wäre, wenn auch dieselbe in den häufigsten Fällen eine überaus langsame zu nennen ist. Wir finden als eingreifende Hauptfactoren den Sauerstoff und die Kohlensäure der Luft.

Der Sauerstoff wirkt oxydirend, indem er einerseits sauerstofffreie Gebilde oxydirt, oder sauerstoffhaltige in höhere Oxydationstufen versetzt. Ich verweise hier nur

Fig. 9.  
Gosau-Schichten bei Grünbach bei Wien.

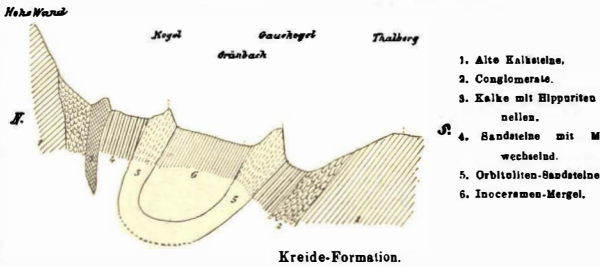


Fig. 10.  
Idealer Durchschnitt des Beckens von Wien.



Tertiär-Formation.



auf die häufigst vorkommenden Einlagerungen von Eisen in Gesteinen als kieselsaures, kohlen-saures Eisenoxyd etc. Die Zersetzung ist in diesem Falle eine ziemlich rasche und nicht nur in chemischer, sondern auch in physikalischer Richtung eine veränderte, da gewöhnlich auch Volums-Veränderungen gleichzeitig eintreten.

Die Kohlensäure wirkt anderen Säuren gegenüber meist verdrängend; Silikate werden vorherrschend von derselben gelöst, indem die Kieselsäure aus der ursprünglichen Verbindung ausgeschieden wird, an deren Stelle die Kohlensäure tritt. Gegenüber dem Kalk kennen wir bereits die Wirkung der Kohlensäure. Der einzige Quarz trotz diesen Einflüssen mehr, wird aber ebenfalls, wenn auch in sehr geringem Grade durch die Atmosphärien beeinflusst. Die Verwitterung wird aber durch die Volums-Veränderungen der Massen als meist eintretende Folge derselben noch unterstützt, da hiedurch an der Oberfläche eine Zergliederung eintritt, die gestattet, mehr Wasser aufzunehmen, welches bei einem grösseren Temperaturwechsel den Zusammenhang der Massen nur noch mehr zerstört.

Es darf aber hier auch nicht der zerstörenden Einwirkung der Vegetabilien vergessen werden, die, wenn auch in letzter Linie, so doch theilweise einen Einfluss auf die Zergliederung der Oberfläche der Gesteine nehmen.

Es gibt so viele Pflanzenarten, die mit den geringsten gebotenen Mitteln an den steilsten Felswänden. sobald die Verwitterung nur etwas die Bedingungen für ihr Fortkommen gebnet hat, ihr Leben fristen, die zarten Wurzeln in die oft kaum sichtbaren Spalten der Unterlage einlassen und bei weiterer Entwicklung zur fortschreitenden Zergliederung der Massen beitragen, bis stärkere Pflanzenarten sich mit-gesellen und durch die Wurzelbildung, sowie in Erdgattungen den Zusammenhang mehrend, in steilen Felspartien den entgegengesetzten Zustand herbeiführen.

Ich glaube im Interesse des hier zu erörternden Gegenstandes zu handeln, wenn ich die weiteren Einflüsse des Wassers in einem die Thalbildung charakterisirenden Beispiele vorführe.

Versetzen wir uns in die höchsten Regionen irgend eines Gebirgszuges, so sehen wir an den blossgelegten Felswänden die Atmosphärien, unterstützt durch den rapiden Temperaturwechsel in Beziehung der Verwitterung rasch wirkend, das Wasser als Regen oder Schnee aus der Atmosphäre niedergeschlagen und so entweder den Schnee in Gletschereis umgeformt oder das Wasser als Bach in Terrain-Mulden gesammelt, abfliessen, in beiden Fällen nagend an ihrer Unterlage und nächsten Umgegend.

Die theils durch die Verwitterung, theils durch die Tieferlegung des Bachgerinnes als Ursache der nagenden, nach rückwärts sich einschneidenden Eigenschaft der Gewässer erfolgt nun, wenn auch langsam, so doch eine constante Abführung von Gebirgsmassen, die je nach der Härte der durchfurchten Gesteine eine verschiedene ist.

So sehen wir von dem ersten Ursprunge eines Wassergerinnes bis zu dessen Ausfluss aus dem Gebirge theils grössere, theils kleinere Felsfragmente an der Sohle durch Abwitterung oder durch Störung des Gleichgewichtes der dem Gerinne nächstgelegenen Felsmassen deponirt, die auf

die Wegführung harren, welche entweder directe oder durch andauernd eintretende Unterwaschungen nach und nach thalabwärts geführt werden.

Je tiefer wir gelangen, um so entwickelter werden die Gerinne, um so höher die Thalgelände und mit ihnen nehmen die Verwitterungs-Producte an Masse zu.

Wir sehen anderseits ähnliche Bildungen, die sich mit den Hauptthälern im weiteren Verlaufe derselben vereinigen, die Seitenthäler, wo dieselben Elemente wirken, mit dem Unterschied, dass die Entwicklung der Seitenthäler gewöhnlich eine Function der des Hauptthales ist.

Je mehr wir uns von dem eigentlichen Gebirgstock entfernen, desto mehr nimmt nun auch die Sohle des Thales an Breite zu, was in der Zunahme der Wasser-Quantitäten durch die stattgehabten Zuflüsse und der hieraus resultirenden grösseren Kraftentwicklung sich begründet.

Wir beobachten dann, je nach dem Alter des Wasserlaufes und der Beschaffenheit resp. Widerstandsfähigkeit des von dem Wassergerinne durchfurchten Gesteines, entweder steile oder flachere Gerinne bei älteren Wasserläufen eine weniger gebrochene Thalsohle in der theilweise die abgewitterten und abgestürzten Felsmassen in Form von Geschiebe zur Ablagerung gelangten.

Diese Geschiebs-Ablagerungen wirken gleichzeitig mit, die Unebenheiten der Thalsohle auszugleichen und es wird oft in den schon mehr entwickelten Thälern das Gerinne des Wasserlaufes in selbe eingeschnitten sein, so dass von der ursprünglich in das anstehende Gebirge eingeritzten Rinne nichts mehr zu sehen ist, und weist dies zumeist auf Verhältnisse hin, die annehmen lassen, das früher grössere, mächtigere Wasser diesen Thalboden durchzogen hatten, die die Fähigkeit besessen haben, alle ihnen zukommenden festen Bestandtheile leichter und rascher abzuführen.

Die Zeit in welcher unsere jetzigen Hauptthallformen ihren Ursprung fanden, muss daher in eine Periode rückgedacht werden, in welcher grössere Wassermassen zur Abführung gelangten und wir finden selbe, in einer unmittelbar vor dem Erscheinen des Menschen als solchen in der Natur aufgetretenen Epoche, in der Eiszeit.

Es sind viele Merkmale auf uns übergegangen, die auf einen Zeitabschnitt rückschliessen lassen, wo die uns jetzt in geologischer Richtung näher bekannten Continente, wie Europa und Amerika, mit gewaltigen Gletschern bedeckt waren, deren Wirkung dieselbe, wie an den noch, aber im kleinsten Maassstabe zu beobachtenden in den Alpen vorkommenden Gletschergebilden.

Wir finden die erraticen Blöcke zerstreut in grossen Entfernungen von ihrer ursprünglichen Stätte des Muttergesteines und an den Ausmündungen nahezu aller grösseren Gebirgsthäler mächtige Moränenbildungen, die auf das Dasein dieser Periode hinweisen, mittelst deren bewegender Kraft, Gesteintransporte in so grossartigem Maassstabe vor sich gingen. Mit dem Rücktritt der Gletscherströme, welche die Hauptthallformen, auf Grund der früher vorhandenen Unebenheiten durch die reibende Eigenschaft der Eismassen gegen ihre Unterlage, ihrem berührenden Umfange hervorriefen, gelangten nun gleichzeitig im Verhältnisse zum Rücktritte



derselben grosse Wassermassen zum Abflusse, die die weitere Bildung der jetzt zu beobachtenden Thalformen verursachten.

Die Entwicklung der Thäler darf aber nicht als eine continuirliche aufgefasst werden, indem die Tieferlegung der Sohle nicht immer gleichen Schritt mit der Entwicklung der Thalgelände hielt, durch grössere Abstürze von denselben, Thalsperren sich bildeten, die der Regulirung einer continuirlichen Ausbildung, wenn auch nur vorübergehende, so doch Hindernisse entgegenseetzten, die oft von vielseitiger Rückwirkung sind. Nicht nur allein Gebirgsabstürze durch Gleichgewichtsstörungen hervorgerufen, sind es, die so hemmend einwirken, sondern auch Seitenbäche können, wenn selbe stark schutt- oder geschiebeführend sind, Thalsperren bilden, wenn die Gewässer des Hauptthales nicht mehr die Kraft besitzen, dieselben bei ihrer Einmündung sogleich weiter zu befördern.

Auch der Gebirgsseen muss hier gedacht werden, die entweder in Dislocationen oder der Ausreibung des Bodens durch Gletscherströme oder der Ablagerung grosser Moränen in den Thälern oder an deren Mündung oder aber allen diesen Umständen ihre Entstehung verdanken können.

Die Seen treten ebenfalls störend in dieser Richtung auf, da sie die strömende Fortbewegung des Wassers hindern und erst bei vollkommener Ausfüllung durch die von den Wässern mitgebrachten Steinfragmente, in den bekannten Formen als Geschiebe oder Schlamm, die Thätigkeit eines weiter sich bildenden Flussgerinnes schaffen.

Auf wie verschiedene Art nun Hemmnisse in der Weise auftreten können, so bringen sie meist dieselben Resultate hervor, und bezwecken bei geringerem Grade ihres Auftretens entweder nur eine Ablenkung der Wassergerinne, was oft in vieler Beziehung weitgehende Consequenzen für einen grösseren Fluss besitzen kann, oder es wird das Thal ganz gesperrt, wodurch ein vollkommener Rückstau der Gewässer eintritt.

Wir finden daher häufig in vielen der Alpenthäler oft bis zu sehr bedeutenden Höhen Schotterablagerungen dieser Art, in zwei und mehr Terrassen aufbewahrt, wobei deren Erhaltung durch Infiltration von Kalkwässern und den hiemit erfolgten Uebergang in mehr gebundenen Schotter oder Conglomerat nur noch erhöht ist.

Häufiger finden wir aber den Process der erneuerten Erosion in bereits durch die Flüsse abgelagerten Massen, in den breiten Thälern unserer Niederungen, wo man auf grosse Strecken die Sohle der Flüsse mit alluvialen Gebilden bedeckt findet, die bei bedeutenden Ansammlungen zu einem Wechsel des Flussgerinnes Anlass geben können.

Betrachten wir den Verlauf der Thäler weiter, so werden wir, je tiefer wir kommen, eine immer grössere Abnahme der Gefälle finden, da dem Fortschritt der Sohlentiefening, in Hinsicht deren Entwicklung gegen die Einmündung in die Hauptthäler erster, zweiter, nter Ordnung oder in das Meer, eine Grenze gesetzt ist.

Mit der Abnahme des Gefälles der Wasserläufe tritt nun andererseits eine Veränderung in der Leistung des Wassers, was die Geschiebeführung betrifft, ein. Obgleich die Natur auch in dieser Hinsicht vorsorgte, indem erstens

durch den Transport der Gesteinsmassen, deren constanter Reibung untereinander und gegen ihre Unterlage, die einzelnen Fragmente stets verkleinert werden, andererseits durch die Zuflüsse eine grössere Wassermasse geschaffen wird, die eine Erhöhung der Geschwindigkeit andererseits besorgt, so genügen doch die Mittel nicht mehr, alle aus den Seitenthälern zugeführten Geschiebe-, Sand- und Gesteinschlammmassen abzuführen und beobachten wir diese Ablagerungen, bei der Einmündung von Seitenthälern in die Hauptthäler selbst in der Form von Hebungen der Sohle als Schuttkegel.

Wir finden das Beispiel von bedeutenderen Flusshebungen nicht so selten in Gebirgsthälern, wo die Bachsohle theilweise höher als die Thalsole zu liegen kommt, ausgeprägt, noch häufiger tritt aber diese Erscheinung an steilen entwickelten Küstenländern auf, indem durch den raschen Niveauwechsel meist die Flüsse gegen die Einmündung in das Meer stark aufgedeicht auftreten, was noch in vielen Fällen durch künstliche Mittel, um den Fluss in seiner ursprünglichen Lage zu erhalten, befördert wurde.

Die Hauptfactoren, die somit bei der Thalbildung mitwirken, sind die Beschaffenheit des Untergrundes, ob selber aus weicheren oder härteren Gesteinsgattungen besteht und die auftretende Wassermenge als eine Function des Niederschlags-Gebietes der betreffenden Gegend, hieraus ergibt sich dann in zweiter Linie das Gefälle und die Geschwindigkeit des Wasserlaufes als maassgebend, wenn man die für den vorliegenden Fall als zu weit gehenden weiteren Betrachtungen unberücksichtigt lässt.

Wir können die Thalbildung in den verschiedensten Stadien in der Natur selbst verfolgen, und bieten uns besonders unsere Gebirgsthäler sehr instructive Beispiele in dieser Art.

Entweder sind festere Gesteinsgattungen im Laufe der Sohle, die eine geringere Entwicklung der hinterliegenden Thalbildung verursachten, oder erst in jüngeren Perioden durchbrochene Gesteinsmassen, wie selbe ja häufig an den als besondere Naturschönheit bekannten Klammern geboten sind.

Sind auch auf uns leider nur die wenigsten Daten über solche Vorgänge aus unserer geschichtlich älteren Zeit übergegangen, da ja nur von solchen Fällen mehr bekannt wurde, wo die betreffenden Thäler von wichtigeren Strassen durchzogen waren, so finden wir doch schon in unserem Jahrhundert in der Geschichte viele grössere Katastrophen, herbeigeführt durch Bergstürze etc. verzeichnet, die von eingreifender Natur für die Thalbildungen waren.

Wenn auch nicht in ganz gleicher, so doch in ähnlicher Weise ist nun die Wirkung der Seewässer und steigt deren zerstörende Kraft mit der Mächtigkeit der Bewegung derselben durch Ebbe und Fluth oder durch Stürme.

So arbeitet die Natur an ihrem eigenen Gebäude und flacht ihre steilen Gehänge ab, bis eine auf denselben sich entwickelnde Cultur die grössten Contraste ihrer Umbildung zurücktreten lässt; der Boden wird ruhiger, obwohl er noch immer bedeutenden Veränderungen in den verschiedensten Formen ausgesetzt ist und bildet diese letzte, wenngleich noch immer im Kampfe um ihre Erhaltung stehende Epoche

der Thalbildung, entschieden das wichtigste Resultat aller geologischen Erzeugnisse für den Menschen.

In vieler Hinsicht aufklärend wirkten aber die Erfahrungen über die Entwicklung der Thalgebiete noch nicht vollkommen entwickelter Gebirgstäler, als man gezwungen war, durch viele derselben Bahnen zu bauen, in Folge deren man Massen berühren musste, welche von der Natur aus meist in einem labilen Gleichgewichtszustande sich befinden.

So interessant es wäre, den Gegenstand noch weiter zu verfolgen, so glaube ich die einleitenden Worte in dieser Richtung schliessen zu sollen und werde bei der Vorführung von speciellen Fällen die im Vorigen nicht besonders beleuchteten und doch in die Grenzen des vorliegenden Stoffes gehörigen Erscheinungen noch besprechen.

Der Hauptzweck, den ich mit dem Gesagten verfolgen wollte, war, nur im Allgemeinen alle Vorgänge im Gedächtnis wachzurufen, die an den Umbildungen der Erdkruste theilgenommen haben und noch theilnehmen, um hiedurch einen klaren Einblick in die Verhältnisse zu gewähren, denen wir uns bei der Berührung von Gebilden älterer oder jüngerer Formationen gegenüber befinden.

#### Vorerhebungen.

Führen wir uns die Aufgaben vor, welche von dem Ingenieur mit Zuhilfenahme der Geologie gelöst werden sollen, bevor er zur Ausarbeitung eines Detailprojectes geht, so finden wir, dass dieselben keine so einfachen, jedoch von ausserordentlichem Werthe, nicht nur allein für die Solidität, sondern auch für die Kosten des zu Schaffenden sein werden.

Die Aufgaben, die zu lösen sind, basiren im grossen Ganzen auf der Kenntniss der Construction der Thalsohle und der Gehänge, in welchen das Object liegt, der Kenntniss der Construction der Quellgebiete, welche in ihrem Laufe die Trace berühren und der Kenntniss der Bezugsorte der Baumaterialien.

Die Lösung dieser Fragen wird durch das umfangreiche Material, welches von den geologischen Anstalten geschaffen und zumeist auf sehr detaillirten Karten zur Anschauung gebracht wird, unterstützt, somit ist die richtige Benennung und Ausdehnung der vorkommenden Gesteinsarten gegeben, welche auch auf etwa neu aufgefundene Gebilde insoweit Einfluss nehmend sind, dass die Einreihung in die Formationen ohne besonders weitgehende Studien erfolgen kann.

Sollten jedoch obgenannte Voraussetzungen nicht eintreffen, so ist es nothwendig, dass ein Geologe vom Fache die ersten Erhebungen vornimmt, da selbst, wenn der betreffende Ingenieur die nöthige Vorbildung zu dieser Aufgabe besitzt, ihm der nothwendige Vergleichsstoff nicht zur Verfügung steht, diese Aufgabe ihn doch zu weit aus dem Bereiche seines eigentlichen Wirkungskreises ziehen würde, nachdem nicht aus der Beurtheilung kleiner ausgeschiedener Localitäten richtige Schlüsse gezogen werden können, sondern nur durch Studium des zusammenhängenden geologischen Gebietes eine Bestimmung erfolgen kann.

Die Karte gibt dem Techniker sofort die Orientirung, mit welchen Hauptgebilden er es zu thun haben wird, und kann er seine erste Begehung bereits auf ein Operat basiren, welches ihm in den meisten Fällen die äusseren Grenzen derselben kennzeichnet.

Andererseits ist die Grenze gezogen durch die Configuration des Thales, welches das Object berührt, indem nebst den chemischen auch die mechanischen Veränderungen in den Bereich der Studie gezogen werden müssen, und lässt sich das ganze Gebiet im Allgemeinen dadurch näher bezeichnen, wenn man sagt, es erstreckt sich auf alle jene Gebilde, welche mit den zu schaffenden Kunstbauten in Berührung kommen können.

Dass wir in den vorliegenden Fällen nicht mit grösseren Epochen im geologischen Sinne zu rechnen haben, braucht wohl keiner besonderen Erläuterung.

Es folgt hieraus von selbst, dass man sich nicht allein mit dem Terrain beschäftigen kann, auf welches das Object directe zu liegen kommt, der Blick wird in der Natur selbst weiter geführt und man wird die Lehnen untersuchen, sowohl der Construction nach wie der oberflächlichen Bodenbeschaffenheit derselben, und diese werden uns Aufschluss geben über die Art ihrer Bildung, somit auch über ihr Verhalten in der Zukunft.

Es werden uns diese Studien auch in Seitenthäler führen und sowohl die Niederschlagsgebiete ihrer Ausdehnung nach wie deren Entwicklungsgrad über Verhältnisse sehr belehren, welche an den Einmündungen in das Hauptthal zur Äusserung kommen oder kommen werden.

Ebenso dürften wir erst durch den Einblick in das Ganze einen Begriff über die Wasserverhältnisse der Lehnen erlangen, die von so grosser Wichtigkeit für die fernere Entwicklung der Terrainformen sind.

Wir werden auch erkennen lernen, wie weit die Beständigkeit der einzelnen Schichten gegenüber den vorhandenen Einflüssen reicht, ob grössere oder geringere Lockerungen der Gebilde vorhanden, ob sie noch weiters eintreten können, in welcher Weise sie sich äussern und man wird sonach auch in der Lage sein, zu beurtheilen, ob in dem gegebenen Falle irgend ein reeller Schutz möglich ist. Man wird durch die weiteren Erscheinungen an der Oberfläche je nach dem eine Vegetation vorhanden oder nicht, ob die Möglichkeit zur Schaffung da ist, auch in der Lage sein zu ermessen, in wie weit Gefahren durch Schneeeinstürze, Schneewehen oder Lawinen vorhanden sind, in wie weit der Boden als wasserdurchlässig sich zeigt.

Gerade in letzter Beziehung kann uns die Vegetation oft Aufschluss über den Verlauf der Tag- und Quellwässer geben, welchen nie genug Aufmerksamkeit geschenkt werden kann.

So bietet uns dort, wo die Grundwässer höher steigen, die Natur selbst eine grosse Erleichterung bei diesen Studien, da selbe einen Pflanzenwuchs schafft, der auf den Grad der Wasserführung rückschliessen lässt. Durch einen zu grossen Reichthum an Wasser im Untergrund, der auf verschiedene Art hervorgerufen werden kann, tritt ein Rückschlag in dem Pflanzenwuchs ein, oder es zeigen sich nach längerem Andauern dieses Zustandes unter sonst günstigen Bedingungen

nur besondere Pflanzenarten, wie Binsen, Rohr, Seggen, Schachtelhalme, Moos, Riedgräser, Ranunkeln etc.

Ist erst in jüngerer Zeit der Wassergehalt des Bodens gestiegen, so beginnen die ursprünglich die Oberfläche bedeckenden niederen Pflanzenarten sich in gröberen Formen zu entwickeln und enthalten eine mehr röthliche Farbe, erst später setzen sich, wenn die Lebensverhältnisse geschaffen, obgenannte Pflanzenarten an, überwuchern den Boden und verdrängen die ursprüngliche Vegetation.

Schon durch die tief grasgrüne Farbe der üppig wuchernden neuen Pflanzenarten gelangt dieser Wassergehalt des Bodens zur Aeusserung und nicht minder beeinflusst er Baumarten im entgegengesetzten Sinne, indem er nahezu immer eine starke Verkrüppelung der Formen derselben hervorruft, weiters überziehen sie sich häufig mit Moos und anderen Parasiten. Der Boden selbst wird durch die Farbe der Erde, den Feuchtigkeitsgrad theilweise anzeigen und dürfte dessen Verhalten im Frühjahr beim Abgang des Schnees, beim Auftrocknen besonders zu empfehlen sein, weil hiebei nicht nur allein die Raschheit des Aufsaugens und des Ablaufes des Wassers sich kennzeichnet, sondern auch die besonders vom Wasser gesättigten Stellen sich leicht bestimmen lassen.

Die Zuführung des Wassers ist nun entweder eine unterirdische durch Quellen oder eine Ueberrieselung durch den Austritt von Wasserläufen oder Beides gleichzeitig.

Es ist somit auf alle Wasserläufe auch in dieser Richtung ein offenes Auge zu halten und deren Entwicklung sowie deren Bestand wohl in Erwägung zu ziehen um beurtheilen zu können, in wie weit schädliche Einflüsse dem raschen, möglichst wenig gehinderten Abflusse der Wässer entgegenstehen.

Man darf daher nicht die Mühe scheuen, diese Gerinne, welche zum Theil sehr häufig auch die besten Aufdeckungen für die Eruirung der Construction des Gebirges selbst geben, gut zu studiren, alle Störungen, seien sie durch nicht genügende Stabilität resp. Entwicklung der Ufer, durch grössere terrassenförmige Abstürze oder Führung von Geschiebe u. s. w. hervorgerufen, zu verzeichnen. Eine noch grössere Sorgfalt ist dem Studium der Quellen zu widmen, nachdem dieselben schwieriger zu erforschen sind.

Unter einer Quelle versteht man jede aus der Erde kommende tropfbare oder elastische Flüssigkeit an der Stelle ihres Hervortretens, sowie die Stelle des Hervortretens selbst.

Für uns sind gewöhnlich nur die Wasserquellen von Bedeutung, die stets auf atmosphärischen Ursprung zurückzuführen sind. Das Wasser gelangt in Folge des Condensations-Vermögens bei niederen Temperaturgraden in Form von Nebel, Thau, Regen, Reif und Schnee an die Oberfläche der Erde, woselbst es noch weitere Stadien wie die Eibildungen eingehen kann und gelangt, nachdem es tropfbar flüssig wurde zum Theil wieder zur Verdunstung, ein Theil wird von den organischen Wesen der Erdoberfläche aufgenommen, wenn selbe vorhanden, der übrige wird an der Oberfläche oder durch Aufnahme in das Erdinnere abgeführt; das Verhältniss stellt sich hiebei approximativ wie 1:1:1.

Das von der Erdoberfläche aufgenommene Wasser dringt nun entweder in Folge der grösseren oder geringeren Porosität oder Capillarität in das Erdinnere ein und erfüllt so, je nach den localen Vorkommnissen, dasselbe auf grössere oder geringere Tiefe und bewirkt entweder das Vorhandensein einer Gebirgsfeuchtigkeit, indem es die Poren der umgebenden Gesteine erfüllt oder es verläuft sich in die oberen Schichten der Erdoberfläche oder es tritt in Schichten, welche wegen ihrer Wasserdurchlässigkeit dasselbe entweder auf unterhalb liegende wasserundurchlässige Schichten zum Abfluss bringen oder aber es tritt ohne ein besonderes Filter durch Klüfte oder Spalten direct in das Erdinnere. Dass die verschiedensten Combinationen obgenannter Fälle für ein und dieselbe Quelle möglich sind, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden. Es können dann je nach der Construction des Gebirges absteigende und aufsteigende Quellen unterschieden werden und gibt die Beobachtung der Temperatur und die Menge der abfliessenden Wässer zu verschiedenen Zeiten über den Charakter näheren Aufschluss und kennzeichnen sich dieselben noch weiters als warme und kalte, als permanente und periodische Quellen.

Für unsere Zwecke können die Quellen eingetheilt werden: in Rasenquellen, ab- und aufsteigende Grundquellen und in ab- und aufsteigende Gebirgs- oder Schichtenquellen.

Unter Rasenquellen verstehen wir solche, welche sich in den obersten Bodenschichten sameln, somit stets in sehr geringen Tiefen und um eine bestimmte Grenze anzuführen, nicht über 1 m in die Oberfläche eindringen. Es ist meist ein Abfliessen der Wässer noch im Bereiche der eigentlichen Vegetationsdecke; so können z. B. nicht stagnierende Moorwässer in diese Kategorie gezählt werden. Die Rasenquellen werden in Folge der mehr offenen Lage ihres Ganges auch nahezu vollkommen von der Lufttemperatur beherrscht und ist jede Schwankung derselben auch in dem Temperaturgrade des Wassers solcher Quellen zu beobachten. In Folge dessen frieren selbe zumeist im Winter ab, zumindest vereisen sie, oder trocken im Sommer ganz ein und wurden in Folge dieser Eigenschaften, die auch den Charakter einer periodischen Quelle zeigen, März- oder Mai-Brunnen, auch Hungerquellen genannt, da sie zum grossen Theil in Folge des Schneeabganges oder in Folge von Ueberrieselungen aus Bächen oder Quellen ihr Wasser mehr oberflächlich zugeleitet erhalten.

Die Grundquellen, welche oftmals den sogenannten Grundwässern entsprechen, erfordern, um sie vollkommen als solche declariren zu können, eine genauere Kenntniss der geologischen Construction des von ihnen durchsetzten Gebietes, sind jedoch auch durch den genannten Charakter, obgleich er noch als Function der atmosphärischen Niederschläge des Sammelgebietes in Beziehung seiner Wassermenge auftritt, sowie durch geringere Temperaturschwankungen in längeren Perioden gekennzeichnet.

Die Grundquellen entstehen entweder, indem eine wasserundurchlässige Schichte auf einer wasserundurchlässigen Schichte ruht oder wasserundurchlässige in wasserundurchlässige Schichten eingebettet sind.

Es können daher bei letzteren Vorkommen auch aufsteigende Quellen, sobald deren weiterer Verlauf nach abwärts gehemmt, d. h. die wasserführende Schichte sich auskeilt oder in ihrer Fortsetzung sonst alterirt wurde, auftreten, wobei jedoch nicht die Regel eintritt, dass aufsteigende Quellen warm sein müssen, nachdem diese Lagerung an Lehnen und im Thalboden in nicht zu bedeutenden Tiefen statthaben kann.

Noch schwieriger ist es, die Grundquelle von der Gebirgs- oder Schichtquelle zu unterscheiden, wenn letztere sich nach dem Austreten aus dem eigentlichen Gebirgsstocke in eine Schutthalde oder in sonst vorgelagerte Gebilde ergiesst und einen weitem Weg von diesen bis zum eigentlichen Quellpunkte zurückzulegen hat. So ist es auch nicht immer der Fall, dass das Vorhandensein eines Quellganges stets an der Oberfläche sichtbar zu Tage tritt.

Es kann der Quellgang unter dem Fluss- oder Bachbett in selbes münden, ja es sind Fälle bekannt, wo Süeswasserquellen mitten im Meere in ganz bedeutenden Entfernungen von den Ufern auftreten.

Stets gehören solche Erscheinungen wohl Quellengängen an, die in einem grösseren, höheren Gebirgsstocke entspringen. Es sind vorherrschend Wälder, mooriger Boden, im Uebrigen alle Vegetabilien oder auch kahle Terrainmulden, welche eine grössere Ansammlung von Wasser gestatten und Reservoirs bilden. Kommen solche Wässer mit einer porösen, zerklüfteten oder sonst einer Zersetzung und Wasserdurchlässigkeit unterworfenen Schichte in Berührung, so dringen sie in das Innere der Gesteinsmassen ein, woselbst sie, wenn ihrem Vordringen ein Ziel gesetzt ist, grössere Wassersäcke bilden, oder, wenn der Ablauf ein ungehinderter, oder durch weitere Umsetzung der umgebenden Gebilde neugeschaffener ist, so treten sie als Quellen wieder zu Tage.

Dieselben können dann entweder als einfach absteigende oder in Folge communicirender Klüfte oder Gänge als aufsteigende Quellen beobachtet werden.

In je grössere Tiefen das Wasser nun eindringt, wird dasselbe auch in Folge der sich steigenden Erdwärme eine höhere und constantere Temperatur annehmen und gelangen weiters auch die Eigenschaften der von der Quelle durchzogenen Gesteinsmassen als maassgebende Factoren zur Geltung. Das Vermögen, Wasser zu führen, ergibt sich in Felsmassen, durch Klüfte, Spalten oder Höhlungen, welche entsprechend ihrer Bezeichnung durch die Bewegung der einzelnen Schichtungsglieder oder im letztern Falle durch Auflösung und Wegführung oder durch Kolke entstanden sein können. In den erdigen Gebilden ist es meist beigemengt oder in grösserer oder geringerer Mächtigkeit zwischenlagernder Sand oder Schotter, oder es sind Gesteinsbruchstücke und Gerölle, welche die Führung des Wassers gestatten und so entweder je nachdem nach Aussen der Boden durch eine wasserundurchlässige Schichte abgeschlossener ist, den Untergrund theils lösen oder schwängern, oder es tritt das Wasser in Form von Rasenquellen wieder an den Tag, jedoch nur theilweise eine Lösung oder Aufweichung seiner unmittelbaren Umgegend bewirkend.

Oft ist ein derartiger geschwängelter Boden durch die fortdauernden Aufweichungen und hieraus resultirenden

Umwandlungen mit Rücksicht auf dessen Configuration leicht erkennbar, indem entweder wellige Formen vorherrschen, oder Terrainbrüche sich zeigen, als Folge von Absitzungen oder Rutschungen oder es findet ein förmliches Abfliessen der Massen statt.

Nach dem eben Erwähnten scheint es nothwendig, dass der Beobachter sowohl Form, als alle Aufschlüsse, welche sich an der Oberfläche bieten, wohl in Erwägung ziehen muss und dort, wo ihm der Einblick nicht gewährt ist, jedoch nothwendig erscheint, muss er durch weitere Mittel sich denselben schaffen.

Um den im Vorigen hervorgehobenen Beobachtungen, sowie den noch später Vorzunehmenden, zu welchem das Studium der Oberfläche allein nicht mehr ausreicht, eine constructive Form zu geben, ist es erforderlich, dieselben im Profile zusammenzufassen, auf Grund deren Karten oder Situationspläne zu entwerfen kommen.

Es wird hiebei nicht immer jene strenge Form nothwendig, welche der Ingenieur sonst bei seinen Terrainaufnahmen fordert, besonders dann, wenn es sich nur um Thalformen im Ganzen handelt, wenn er eine Skizze von den auftretenden Gebilden nebst dem Verlauf der Schichtung und den Gefällsverhältnissen der Lehnen im Allgemeinen zu geben beabsichtigt.

Genau und sozusagen ebenso streng, wie für die Cubatur der Erdarbeiten es nothwendig, ist die Form dann zu geben, wenn es sich handelt, auf Grund derartiger geologischer Profile Entwässerungen selbst durchzuführen.

Man darf sich jedoch auch hiebei das Bild nicht durch unnothwendige Kleinigkeiten zu compliciren suchen, sondern man hat zu trachten, die Hauptmomente wiederzugeben, die eben für die Sachlage von einschneidendem Werthe sind und es hat hiebei der Ingenieur mehr als Geologe zu arbeiten.

Nehmen wir ein Beispiel an, um das soeben Gesagte näher zu präcisiren.

Es sei z. B. ein Schnitt durch eine Schutthalde zu führen und wäre im gegebenen Falle die Lehne aus metamorphischen Schiefen gebildet.

Es wird daher nicht nothwendig erscheinen, die im grossen Ganzen für die weitem Umbildungen gleich beschaffenen einzelnen Schiefergesteine in der Schutthalde besonders zu trennen, sondern es ist für den Charakter derselben vollends genügend, die vorgefundenen Aufdeckungen in das Profil einzuzeichnen. Zum Beispiel zu oberst Verwitterungs-Producte von metamorphischem Schiefer, als untere Lage Verwitterungs-Producte mit Trümmergestein, vorherrschend Chloritschiefer, und in der untersten Schichte vorherrschende Thon und philitische Schiefer.

Somit ist nicht erforderlich und auch für die weitere Entwicklung in dem vorliegenden Falle ganz gleichwerthig, das Profil in dem Sinne, als Details über die Lage einzelner Steine und deren Beschaffenheit nach selbst zu geben, jedoch ist es wünschenswerth, in wenigen Worten den Charakter der Gebilde zu erfassen.

Eine grössere Detailirtheit ist bei regelmässig verlaufenden Gebirgsmassen erwünscht und auch von besonderem Werthe, weil, wenn selbst die Erhebungen nicht

zu ausgedehnte, ganz correcte Schlüsse auf die weitem angrenzenden Vorkommen gezogen werden können.

Ausser dem petrographischen Studium der zu Tage stehenden Massen ist jedoch weiters vorzüglich den Structur- und Lagerungs-Verhältnissen volle Beachtung zu schenken und wird man, um sich ein zusammenhängendes Bild zu schaffen, überall dort, wo es möglich ist, das Streichen und Fallen der Schichtung aufnehmen. Aus diesen Aufnahmen lässt sich dann in die Profile, deren Lage zum magnetischen Meridian ebenfalls festzulegen ist, auf rein constructivem Wege das Schichtungs-Verhältniss übertragen.

Entweder wird sich aus diesen Profilen ein vollkommenes Bild ergeben, oder es wird insoweit eine Beurtheilung möglich, um klar zu werden, mit welchen Gebilden und in welchen Lagerungs-Verhältnissen sich dieselben befinden und ob es nothwendig ist, dass weiter Sondirungen vorgenommen werden oder nicht.

Ich möchte auch hiebei nochmals betonen, dass eine derartige Aufnahme nicht immer zu detaillirt aufgefasst zu werden braucht, es muss eben vom Grossen, wenn nöthig, in's Detail erst übergegangen werden, nachdem durch eine zu enge locale erste Aufnahme häufig ganz irrige Anschauungen erzeugt werden. Es ist nöthig, die Grenzen der allgemeinen Orientirung so weit als möglich zu ziehen, da durch Erweiterungen des Gesichtskreises oft anderweitig sehr schätzenswerthe locale Gebilde oder Orte, wo eine besonders ausgeprägte Entwicklung vorhanden, beobachtet werden können, die ein weiteres Urtheil auf die Entwicklung der näher liegenden gestatten.

Es fällt schwer, die allgemeinen Grenzen zu fixiren, da die Natur vollkommen gleiche Formen oder Gebilde nicht in sich birgt, doch wird derjenige, der die Kräfte kennt, die an der Umbildung der weiteren Form der Oberfläche der Erde theilnehmen, leicht jene Grenze finden, die für das zu Schaffende von Werth erscheint, es wird das praktische Gefühl die Genauigkeit vorzeichnen, mit welcher zu arbeiten ist und dasselbe auch die Wahl sowie Zahl der Profile für jeden speciellen Fall vorschreiben.

Es erscheint dies nothwendig besonders hervorzuheben, weil sich in dieser Richtung oft zu grosse Extreme beobachten lassen, welche ausprägen, dass der eine gar keinen Schluss ziehen will, an der nächst besten Stelle jedoch wieder eine Genialität in sich trägt, die weit über die Grenzen des derzeit menschlichen Wissens hinausreicht.

Es eröffnet sich ein derartiges Bild sehr häufig, wenn man Gelegenheit hat, eine Strecke zu sehen, wo während der Tracirung Probegruben hergestellt oder sonst Sondirungen vorgenommen wurden.

Man sieht einerseits in mächtige Schuttkegel Schächte etc. angelegt, die oft vermuthen lassen, der Betreffende, der sie anlegte, hätte nach irgend einem edlen Metalle gesucht, nebenan sieht man tief in denselben eingeschnitten den Bachlauf, der ohne Kosten zu bereiten, die schönsten Aufschlüsse gibt, bessere als je durch eine Sondirung gewonnen werden können.

Andererseits sieht man wieder in steilen Lehnen Fels, zum Theil über- und unterlagert von dessen Schutt, es wird keine Sondirung gemacht, es wird nicht eruir, ob

die untere, oft mächtig aus dem Schutte hervorragende Felsmasse noch im Zusammenhange mit dem eigentlichen Gebirgsstocke steht, oder ob sie, getrennt von denselben, als loser Körper zu kennzeichnen ist.

Es sollen diese letzten Zeilen durchaus nicht herbe aufgefasst werden, es handelt sich nur um Beispiele und weiters um die Beleuchtung der Nothwendigkeit, dass, bevor man zu den eigentlichen Sondirungen schreitet, man sich über die Bodenverhältnisse vollkommen Klarheit nach den zu Tage tretenden Vorkommnissen verschafft haben muss, umso mehr, als die Sondirungen sehr kostspielige, richtig angewendet jedoch auch sehr ökonomische Hilfsmittel bilden, die in den richtigen Grenzen anzuwenden nicht versäumt werden dürfen.

Betreffs der Kenntniss der Quellgebiete müssen noch einige besondere Bemerkungen gemacht werden.

Es ist bei dem Studium derselben wohl zu beobachten, in wie weit die äusseren Einflüsse auf die Thalgelände resp. deren Entwicklung noch eingreifen unter gleicher Berücksichtigung der Thalgefälle, welche neben der Ausdehnung des Niederschlagsgebietes einen Hauptfactor der bewegenden Kraft des das Thal durchziehenden Wassers bilden.

Es ist dieses hervorzuheben, da nach den vorhandenen Erscheinungen, welche sich an der Mündung eines Bach- oder Flusslaufes in ein weiteres Gebiet zeigen, nicht vollkommen auf den eigentlichen Charakter geschlossen werden kann.

Ich erwähne nur eines Falles, der bei mehr entwickelten Verhältnissen der Thalgeländen nicht zu selten vorkommen kann, nämlich wo der Bachlauf aus dem Thal sehr wenig neues Geschiebe abführt und doch an seiner Mündung durch die Geschiebeführung, ganz gewaltige Verheerungen anrichtet.

Ich beobachtete nach genauen Studium einiger solcher Vorkommnisse, dass ein Bach, nachdem er sich in seinen früheren Perioden einen mächtigen, oft weitverzweigten Schuttkegel aufgeworfen hatte, in den jetzigen Perioden sich nur mit der Abtragung seines eigenen Werkes beschäftigte.

Bezüglich der Beschaffung von Nutz- und Betriebswasser wäre bei den allgemeinen Erhebungen unter Einem schon ein generelles Calcul zu schaffen, sowie mit Rücksicht auf dessen Zulässigkeit untersuchen zu lassen, nachdem bei Locomotiv-Eisenbahnen dieser Factor eine nicht zu unterschätzende Grösse bildet. Es ist damit die Eignung der Wässer, welche für die Speisung von Dampfmaschinen verwendet werden, gemeint, sowie die Rücksichtnahme, dass man den Bediensteten nach Möglichkeit ein vom sanitären Standpunkte zulässiges Trinkwasser bietet, dass somit bereits eine Orientirung vorliegt, bevor man das betreffende Object stuir oder selbst in Angriff nimmt.

Die Orientirung über die Beschaffenheit der Baumaterialien bildet insoweit, als durch die vorher angeführte Begehung keine entsprechenden Anhaltspunkte geschaffen wurden, ein separates Studium ausser diesen Grenzen und ist stets dabei auch auf die Rentabilität, Er giebigkeit und die eventuell vorhandenen oder erst zu schaffenden Verkehrswege etc. zu sehen.

Hiebei ist bezüglich der Qualität besonders bei der Wahl von Kalken in Dolomiten, sowie bei Sandsteinen und Conglomeraten mit allen möglichen Mitteln, wie chemische Analyse, Verwitterungsproben und sonstige einschlägige Versuche, bei halbwegs auftretenden Zweifeln sich Gewissheit zu verschaffen, ob das vorliegende Baumaterial entspricht. Bei grösseren Objecten werden auch vergleichende Versuche über die Druckfestigkeit von besonderem Werthe sein.

Ich führe drei sehr grelle Fälle vor, um die Möglichkeit grosser Verirrungen in dieser Richtung zu belegen.

Der erste Fall betrifft Grenzsteine, die, nachdem sie versetzt, nach dem ersten Winter in Folge ihrer Verwitterbarkeit zum grossen Theil nur mehr Maulwurfshügel bildeten.

Der zweite Fall betrifft eine schmalspurige Bahn, die, nachdem sie einige Jahre sich selbst überlassen, ohne zum Betrieb gekommen zu sein, auf die Normalspur umgebaut wurde. Die Objecte derselben waren von dolomitischen Kalken erbaut, jedoch derart der Verwitterung unterworfen, dass man von denselben nahezu nichts wieder verwenden konnte.

Im dritten Fall liess man für einen Tunnel Werksteine aus Conglomerat beschaffen. und zwar im Winter, und diese entpuppten sich, nach Anlangen auf dem Bauplatze bei wärmerer Witterung, als Stein aus leicht gebundenem Schotter.

Eine noch sorgfältigere Untersuchung verlangen die magern oder hydraulischen Kalke und wird man ausser durch chemische Analysen deren Verwendbarkeit durch kleinere Probebrände untersuchen, umso mehr, wenn eine grössere Ausnützung solcher Vorkommen möglich wird, welche eine ausgedehntere Anlage erfordern. Man soll sich hierbei jedoch nie auf zu kleine Proben beschränken und vor jeder weiteren Inangriffnahme selbst über die Ausdehnung und Gleichförmigkeit des Vorkommens informiren, um nicht unnütze Betriebsauslagen zu schaffen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich erwähnen, dass z. B. dem Löschen der mageren Kalke eine besondere Sorgfalt zugewendet werde und besser im Grossen, mit ein und derselben Arbeitskraft durchgeführt wird, nachdem in den seltensten Fällen die Leute damit vertraut sind und, selbst wenn sie geschult werden, oft aus Commodity, oft aus Unverstand, entweder den mageren Kalk bei dieser Manipulation verbrennen oder ersäufen lassen.

Ich hatte Gelegenheit einen Fall zu beobachten, wo eben wegen grossen Unregelmässigkeiten in dieser Richtung ein sehr guter magerer Kalk von der Verwendung ausgeschlossen werden musste und an dessen Stelle künstlicher, aus einem Theil hydraulischen und einem Theil fetten, zur Verwendung kam, der weitaus dem natürlichen mageren Kalk bei richtiger Behandlung nachstand.

Hat man die auf Grund der vorgenommenen Begehung gewonnenen Beobachtungen geordnet, die Hauptprofile der Thalformen in Profile zusammengefasst, so werden jene Lücken, welche ein besonderes Studium fordern, bald erkannt sein.

Die Mittel, welche uns an die Hand gegeben, um diese weiteren dunklen Punkte zu beheben, oder um sich der geschaffenen Anschauung zu vergewissern, sind nun

verschiedener Natur und es bildet die richtige Anwendung derselben, mit Rücksicht auf die hieraus erwachsenden Ausgaben eine weitere, nicht zu unterschätzende Aufgabe.

Nebst der Schaffung eines Bildes über die Behandlung der betreffenden Bauarbeiten mit Rücksicht auf die Stabilität, erfordert auch eine Kostenanalyse und ein richtiger Kostenvoranschlag die wirkliche Kenntniss des Terrains, welches von dem betreffenden Objecte occupirt wird.

Nur zu häufig bewegte man sich in dieser Richtung auf einer imaginären Basis und nur zu oft wurden durch die Unklarheit oder Unkenntniss, welche über das Erdinnere herrschte, Verhältnisse hervorgerufen, die enorme Summen verschlungen, die manches grosse Unternehmen ohne Nothwendigkeit lebensunfähig gemacht haben.

Ist man sich über die Terrainverhältnisse im Vorhinein vollkommen klar, so kann bei richtiger Erwägung der vorhandenen Umstände eventuell eine Trace einer grösseren Umarbeitung noch unterzogen werden, oder ein einzelnes Object eine andere Situirung erhalten; überlässt man jedoch die Kenntniss des Erdinnern den während des Baues geschaffenen Aufschlüssen, so ist man zumeist schon derart gebunden, dass nur geringe Veränderungen in der ersten Anlage mehr möglich sind, die in vielen Fällen keine rationelle Lösung der Aufgabe zulassen und befindet sich dann in Provisorien, die durch viele Jahre, bis die Natur durch ihre eigenen Gesetze regelnd eingreift, bestehen müssen.

Die für Sondirungen zu Gebote stehenden Hilfsmittel sind nun Bohrungen, Probegruben, Schlitzte, Schichte und Stollen.

Da die drei letztgenannten Hilfsmittel gleichzeitig auch die Mittel für Entwässerungsanlagen bilden, so möchte ich nach der obigen Reihenfolge in die Erörterung über die Ausführung derselben eingehen, umso mehr, als die Herstellung von Schlitzten, Schächten und Stollen zumeist einen definitiven Charakter für die zukünftigen Anlagen an sich haben können.

### Sondirung mit Bohrungen.

Für Bohrungen, welche hier in Berücksichtigung kommen, reichen nahezu immer Handbohrapparate aus und um für alle Eventualitäten gesichert zu sein, das Bohrwerkzeug nicht in einem zu umfangreichen Maassstab beschaffen zu müssen, wird man sich am besten der Bohrmethode mit steifem Gestänge bedienen.

Mit der Bohrmethode mit steifem Gestänge wird auch für die vorliegenden Aufschlüsse der grösste Effect zu erzielen sein, nachdem man es auch mit Gebirge zu thun haben wird, welches mit dem Drehbohrer leichter als mittelst Stossbohrer abgebohrt wird.

Nebstdem ist das steife Gestänge ohne Unterschied für jedes Gebirge und für jede beliebige Lagerung der Schichten anwendbar.

Lockere oder leicht gebundene Gebilde, wie Sand, Thon etc. erfordern das drehende Bohren, milde Gesteine wie Mergel, Schieferthone etc. erfordern je nach deren Vorkommen das drehende wie stossende Bohren, während

festen Gesteinsgattungen wieder nur ausschliesslich das stossende Bohren zu ihrer Durchsetzung verlangen.

Der hier zu verfolgende Zweck der Bohrung wird somit die Anlage der ganzen Bohrvorrichtung, sowie dem eigentlichen Bohrwerkzeuge gegenüber den bei Bohrungen für bergmännische Zwecke angewandten Werkzeug etc., sehr einfach gestalten lassen, da, wie schon erwähnt, keine grossen Tiefen zu erreichen sein werden.

Sollte dies aber durch die Anlage verlangt werden, so ist es immer besser, statt sich für so ausserordentliche und selten vorkommende Verhältnisse besonders einzurichten, derartige Arbeiten einer vertrauenswürdigen Bohr-Unternehmung zu übergeben.

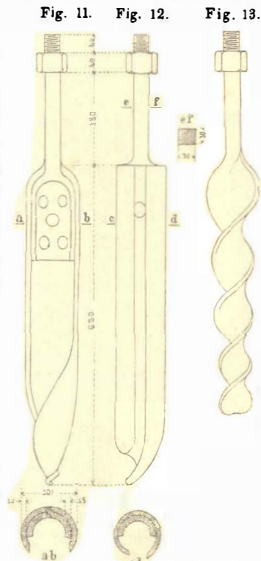
Ich beschränke mich daher im Folgenden nur auf die Erörterung der erstgenannten meist vorkommenden Verhältnisse und weitere nur auf diejenigen Bohrwerkzeuge, die sich in der Praxis vollkommen bewährt haben. Nicht bald hat ein zweites Fach eine so reiche Phantasie in Hinsicht der Construction von Werkzeugen aufzuweisen, als die Tiefbohrung, da die Umstände, die eintreten können, sehr viele Combinationen zulassen, wobei dann für jeden untergekommenen Zwischenfall ein eigenes Instrument erdacht wurde, es sind jedoch die Ansichten über die verschiedenen Arbeitsmaschinen selbst sehr gedehnt zu nennen.

Nach der im Vorigen gegebenen Charakteristik des Angriffes der einzelnen Boden- resp. Gesteinsgattungen im Allgemeinen gehe ich nun auf die Beschreibung der Bohr-Instrumente über und beginne mit Schneidwerkzeugen, welche beim drehenden Bohren in Anwendung kommen und verhalte mich hierbei gegenüber den übrigen Sondierungsmitteln eingehender, weil ich die Erfahrung machte, dass dieses Capitel dem Ingenieur meist weniger in seinen Details bekannt ist.

Für sehr aufgeweichtes, sogenanntes schwimmendes Gebirge, als Schlamm, schwimmenden Sand etc. verwendet man ausschliesslich den Ventilbohrer.

Er besteht aus einer einfachen Blechröhre, unten mit einem Ventil, oben mit einer Gabel, welche in eine Schraube endigt, versehen und verweise in Hinsicht auf seine Form auf den ganz gleicher Construction und später in Fig. 16 abgebildeten Bohrschmantelöffel, welcher zur Hebung des Bohrmehles (Bohrschmant) verwendet wird, somit eine ganz ähnliche, wenn auch nicht gleiche Arbeit zu leisten hat.

Bei mehr gebundenen Gebilden, wie thoniger Sand, Thon, Mergel, Schieferthon etc. ist dann der Schneckenbohrer Fig. 11 oder die Schnappe Fig. 12 in Anwendung



zu bringen. Die Weite der Spalte richtet sich in beiden Fällen nach den grössten meist vorkommenden Gesteinsfragmenten, da mit diesen Bohrern gleichzeitig die Hebung des Bohrschmantles erfolgt, nur darf mit der Erweiterung des Spaltes nicht zu weit gegangen werden, damit kein zu grosser Rückfall des abgebohrten Materiales beim Heben des Bohrers zu Tage eintritt.

Sollte der Schneckenbohrer in Folge gröberer, leicht gebundener Massen nicht gut angreifen, oder ein grösseres eingelagertes Gesteinsfragment dessen Vordringen hindern, so wendet man zur Lockerung der Gebilde den Spiralbohrer Fig. 13 an.

Er hat nahezu ausschliesslich nur den Zweck, die Massen zu lockern und man wird denselben auf einmal nie zu tief eindringen lassen, ohne ihn zeitweise zu heben, um einer unnötigen Verklemmung desselben vorzubeugen, was immer zu Bohrloch-Erweiterungen, die oft sehr unangenehm werden können, Anlass geben kann.

Man wird somit je nach dem Boden, der durchbrochen werden soll, einige Umdrehungen vornehmen, dann den Bohrer durch einen geringen Hub wieder etwas lockern und so successive dessen Vordringen veranlassen.

Beim Ausnehmen dieses Bohrers dreht man in entgegengesetzter Richtung einige Umdrehungen vor dem Hub, wenn überhaupt die Construction der Verbindung des Gestänges eine Rückwärts-Bewegung zulässt, um erstens den Hub zu erleichtern, andererseits einer zu grossen Lockerung in der Umgegend des Bohrloches vorzubeugen.

Ist der Spiralbohrer entfernt, so setzt man die Bohrung mit dem Schneckenbohrer wieder fort.

Obleich eine grosse Anzahl von anderen Formen von Erdbohrern in dieser Richtung existirt, so glaube ich mich hier auf die oben angeführten beschränken zu sollen, da selbe vollkommen ausreichen und die Grundformen aller Uebrigen in denselben ausgesprochen sind.

Greift der Schneckenbohrer respective der Spiralbohrer nicht mehr an, so muss ohnehin zur Meisselbohrung gegriffen werden.

Die einfachste Form des Meissels ist in Fig. 14 abgebildet und kann gleich hier bemerkt werden, dass die Theorie, wie die Erfahrung lehrt, dass die gerade Meisselschneide unter allen Verhältnissen die günstigste ist. Man versuchte vielfach mit Convex angearbeiteten Schneiden zu bohren, die damit erreichten Resultate stehen aber immer hinter der geraden Schneide zurück. Ausser dem gleichmässigen Angriff, erzielt man mit der geraden Schneide auch viel weniger Verklemmungen und Meisselbrüche, ebenso kann die Reinigung der Bohrlochsohle viel gründlicher erfolgen.

Eine weitere an den Meissel zu stellende Bedingung ist, dass er vollkommen symmetrisch gearbeitet sei, um eine vollkommen gleichmässige Arbeit zu bewirken, es wird daher bei allen Reparaturen immer mit einer Leere der Meissel zu controliren sein.

Der Winkel der Meisselschneide hängt von der Festigkeit des Gesteines ab und wird umso grösser, je fester das Gestein wird.



Letzteres ist wohl einleuchtend, nachdem eine zu scharfe Schneide bei festem Gestein zu leicht Meisselbrüche hervorrufen würde, geht aber anderseits nicht über 70°.

Den einzigen Uebelstand, den sonst dieses, jedenfalls einfachste und auch gut wirkende Bohr-Instrument besitzt, ist, dass es keine vollkommen runden Bohrlöcher erzeugt, was bei einigen Tiefen schon sehr unangenehm werden kann, da jede Reibung des Bohrgestänges wie des Bohr-Instrumentes während der Arbeit als auch beim Ein- und Ausheben desselben nach Thunlichkeit vermieden werden soll.

Man hat aus diesem Grunde früher ein eigenes Nachbüchsen der Bohrlöcher vorgenommen, was aber nicht als das Vortheilhafteste angesehen werden kann, sondern man bedient sich bei mächtigeren zu durchbrechenden Felschichten besser des Meissels mit Ohrenschnitten Fig. 15.

Ich betone diesen Umstand besonders, weil gerade bei empfohlener Bohrmethode mit steifem Gestänge dieser Nachtheil oft ziemlich stark auftritt.

Wird man grössere Felschichten zu durchbrechen oder überhaupt grössere Tiefen mit dem Meisselbohrer zu erreichen haben, so ist es am besten, ausschliesslich mit dem Meissel mit Ohrenschnitten zu arbeiten, im Gegenfalle aber wird man sich des einfachen Meissels bedienen, da derselbe viel leichter in Stand zu halten ist, für geringere Tiefen die Differenzen mit Rücksicht auf die kreisrunde Form des Bohrloches, die sich ergeben, besonders bei weicheren Gesteinegattungen leicht anderseits behoben werden können, wenn selbe überhaupt von eingreifender Natur wären.

Die Beseitigung des durch den Meissel erzeugten Bohrmehles, sogenannten Bohrschmantes, erfolgt mittelst des Löffels (Schmantlöffel oder Schmantbeber) Fig. 16.

Von der Güte des Bohrlöffels hängt auch der Fortschritt der Bohrung mit dem Meissel ab, da eine vollkommen gereinigte Bohrlochsohle den Effect der Bohrung bedeutend hebt. Es ist somit der Construction dieses Instrumentes noch am entsprechendsten, das Ventil so tief als möglich zu geben und setzt unten nur insoweit eine Scheide von geringer Höhe an, welche das Eindringen in den Schlamm fördert, anderseits das Ventil bei etwaigen grösseren Felsplittern an der Bohrlochsohle vor Beschädigungen schützt, indem bei der Arbeit mit dem Löffel ein rasches Senken desselben notwendig ist. Sowohl bezüglich der Reparaturen als um die Anwendung verschiedener Ventile an ein und demselben Löffel zu ermöglichen, ist es von grossem Vortheile, die Ventile zum Abschrauben einzurichten, wie in der Fig. 16 auch angedeutet ist.

Es ermöglicht diese Art der Befestigung auch die Anbringung von Ventilen mit verschiedener Schneidenhöhe, und wird beim Löffeln zuerst mit den Ansätzen beginnen, die eine höhere Lage des Ventils von der Bohrlochsohle zulassen und dann auf ein tieferliegendes übergehen. In Fig. 16 ist ein einfaches Klappenventil skizzirt. Man ver-

wendet aber auch bei einem grösseren Durchmesser des Bohrloches Doppelklappen.

Auch Kugelventile, Fig. 17, sollen theils nicht ohne Vortheil angewendet worden sein. Die Kugel ist im Innern hohl und erhält je nach dem specifischen Gewichte des Bohrschmantes speciell eine Füllung zur Erhöhung des Gewichtes.

Die sämmtlich vorgeführten Werkzeuge müssen aus dem vorzüglichsten Materiale, zumindest in duplo vorhanden sein und stets sehr gut erhalten werden.

Fig. 17.



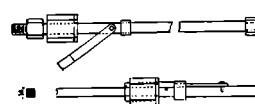
Zu den Meisseln wählt man am vortheilhaftesten Gussstahl. Für die übrigen Werkzeuge Schmiedeeisen und stählt die Schneiden gut.

Die Dimensionirung der einzelnen Bestandtheile steht mit der Bohrlochweite in einem gewissen Verhältnisse, welches der Erfahrung entnommen werden muss.

Die in den Figuren angedeuteten Stärken der Bohrwerkzeuge, sind für Bohrlochweiten von 100 bis 150 Mm. und für die hier vorliegenden Fälle anwendbar, und geht man im Allgemeinen von dem Principe aus, die Dimensionirung eher etwas stärker zu wählen, da alle diese Instrumente oft ganz ausserordentlichen Kraftäusserungen ausgesetzt werden müssen.

Die Vermittlung zwischen dem eigentlichen Bohrer und der bewegenden Kraft wird durch das Bohrgestänge erzeugt, welches bei der Bohrung mit steifem Gestänge aus einer Reihe von durch Schrauben verbundenen Gestängestücken von quadratischem oder kreisförmigem Querschnitte besteht.

Fig. 18.



Die Länge der einzelnen Gestängestücke Fig. 18 variiert wohl oft sehr, es kann aber für die hier zu erörternden Zwecke dieselbe mit 3 oder 4 M. als am zweck-

mässigsten angegeben werden, da selbe leichter handbar und transportabel sind, anderseits, was ein Hauptvortheil ist, keine zu grossen Bohrerüste erfordern und der Einfluss der Torsion nicht zu sehr erhöht wird.

Wenn auch durch die Vermehrung der Verbindungsstellen scheinbar ein Nachtheil erwächst, so ist derselbe hier nicht stichhältig, nachdem durch die vorgenannten Vortheile derselbe weit überholt ist.

Die Verbindung der einzelnen Gestängestücke untereinander wird am günstigsten mittelst der Schraubenverbindung erzielt; man hatte früher Keil und andere Schlossverbindungen gewählt, es bieten dieselben aber nicht jene Stabilität wie die Schraube, wobei das Zusammensetzen, wenn die einzelnen Theile gut erhalten sind, ebenfalls am raschesten erfolgt, was kein geringer Vortheil ist, indem diese Manipulation sehr häufig wiederholt werden muss, somit bei ungünstiger Construction einen grossen Factor in Hinsicht des Zeitverlustes bildet.

Obleich der Schraube von ihren Gegnern viele Nachtheile zugeschrieben werden, so findet man dieselbe derzeit nahezu ausschliesslich in Anwendung, und blieb man nur bei grösseren Tiefen als Verbindung des Meissels noch bei der



Zapfen-Keilverbindung, was auch gerechtfertigt ist und noch unten weiter erläutert werden soll.

Um die Schraubenverbindung bei dem oft notwendig werdenden Rückwärtsdrehen vor einer Lösung der Verbindung zu schützen, wendet man entweder die in Fig. 18 angedeutete Muffenversicherung an oder man gibt eine Muffe über das Schloss, wobei letzteres an einer Seite flach gefeilt ist und in einen entsprechenden Ausschnitt der Muffe fällt, welche Hohlräume durch einen Keil fixirt werden.

Die erstgenannte Muffenverbindung Fig. 18 kann als sehr einfach und sehr leicht lösbar gekennzeichnet werden, und besteht nur aus der aufziehbaren, an einer Seite geschlossenen polygonalen Muffe, die durch eine Feder und letztere durch einen aufziehbaren Ring untereinander fixirt werden.

Die Schraube der Gestängeverbindung soll mindestens als Durchmesser die Seitenlänge des Querschnittes des Gestänges erhalten, die Gewinde dreieckig rechts und mit der grössten Sorgfalt geschnitten sein. Die Stangengewinde müssen alle gleich sein, um selbe überall verwenden zu können, es ist aber immer gut, dieselben nach dem vollständigen Zusammenpassen zu numerieren und sie in dieser Reihenfolge, ausser dem Schadhafwerden eines Stückes, zu verwenden, da bei dem Zusammensetzen des Gestänges hiedurch Zeit erspart und die Gewinde möglichst geschont werden. Der Querschnitt von 20 Mm. Seitenlänge genügt für das stossende Bohren bis zu 100 M. Tiefe, da aber hier das drehende Bohren sehr in Berücksichtigung zu ziehen kommt, wählt man um eine Verdrehung des Gestänges nicht leicht hervorzurufen, einen quadratischen Querschnitt von 30 Mm. Seitenlänge, da doch nicht immer mit einem geschulten Arbeitspersonale die Bohrungen vorgenommen werden.

Nachdem ohne Anwendung des später noch zu erwähnenden Freifallapparates nicht tiefer als 80 M. mit der Bohrung mit steifem Gestänge gegangen werden darf, diese Tiefen aber voraussichtlich nicht, oder nur in Ausnahmefällen eintreten werden, so gehe ich in Beziehung der Dimensionirung der Querschnitte über diese Grenze nicht weiter hinaus.

Um dem Fortschritt der Bohrung mit dem Gestänge folgen zu können, werden noch weitere Gestängestücke, sogenannte Wechselstücke notwendig. Es richtet sich deren Länge nach der beim stossenden Bohren in Verwendung kommenden Stellschraube am Schwengel; ist letztere derart construirt, dass die nutzbare Länge 0.3 M. ist, so beschafft man Wechselstücke von 0.3, 0.6, 0.9, 1.0, 1.2, 1.5 und 3.7 M. Länge, wenn die Einzelgestänge eine Länge von 4 M. besitzen.

Das Bohren mit steifem Gestänge erfordert dessen vollkommene Geradheit, es muss daher vor Beginn der Bohrung das Gestänge auf einer provisorisch erstellten Bank (Richtbank) zusammengefügt und in Hinsicht der Geradlinigkeit geprüft, eventuell gerichtet werden.

Sobald die Richtigstellung erfolgte, werden die Gestänge in ihrer Reihenfolge abgenommen und am besten an einem, am Bohrergerüste angebrachten Rechen gehängt, um

seinerseits das Gestänge bei der Hand zu haben, andererseits die Gewinde, welche gut geölt werden müssen, vor Verunreinigungen oder sonstigen Beschädigungen geschützt zu haben.

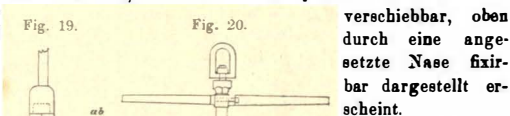
Bei der Bohrmethode mit steifem Gestänge hat man es nur mit einem, mit dem sogenannten Obergestänge zu thun, arbeitet man aber mit einem Freifallapparat, so zerfällt das Gestänge in ein Ober- und Untergestänge, welche durch den Freifallapparat verbunden sind.

Sollte überhaupt mit einem Freifallapparat gearbeitet werden, so ist der Fabianische vollkommen ausreichend, was umso mehr betont werden muss, als bei den hier zu erreichenden Tiefen die Ueberwindung der Reibung am Einfallehaken nur geringe Kraft erfordert.

Wenn er auch älterer Construction ist, so ist er sicher der einfachste und für die Fälle anwendbar, auch wenn kein Wasser im Bohrloche selbst vorhanden ist.

Die neueren Constructionen erfordern alle einen ziemlich hohen Wasserstand im Bohrloch, um überhaupt damit arbeiten zu können.

Die Fig. 19 zeigt die Construction der Fabianischen Freifallscheere, wonach in einem Cylinder der untere Kolben



verschiebbar, oben durch eine ange-setzte Nase fixir-bar dargestellt erscheint.

Wird das Gestänge gesenkt, so steigt der Kolben sobald der Bohrer an der Sohle aufsteht, wird durch einen drehenden Ruck mit der Nase eingehängt und gehoben, dann durch einen zweiten Ruck die Verbindung gelöst, wonach der Kolben sammt der an derselben angebrachten stärker gehaltenen Bohrstange und dem Meissel frei abfällt.

Es wird somit nur der unter der Freifallscheere befindliche Theil mehr in Anspruch genommen, das übrige Gestänge besorgt nur den Hub, es kann dasselbe daher sehr schwach dimensionirt werden, was bei Tiefbohrungen von einem colossalen Vortheil ist; diese Methode ermöglichte es überhaupt erst, grössere Tiefen zu erreichen.

In den uns vorliegenden Fällen, wo mehr die drehende Bohrung in Anwendung kommt und überhaupt keine grossen Tiefen erreicht werden sollen, ist der Vortheil in der Anwendung der Freifallapparate kein so bedeutender, da doch mit Bezug auf die Durchführung der drehenden Bewegung das Gestänge stärker construirt sein muss.

An dem oberen Ende des ganzen Gestänges wird zur Verbindung desselben mit dem Seil oder einen anderen Mechanismus, das sogenannte Kopfstück Fig. 20 aufgeschraubt, mit welchem auch gleichzeitig die Drehung beim stossenden Bohren vorgenommen wird.

An dem Kopfstück sind einfache oder Doppelarme angebracht, die ausser zur Drehung auch gleichzeitig als Fangvorrichtung bei einem eventuellen Seilbruch dienen.

Die Construction in Fig. 20 dargestellt, lässt auch die Anbringung des Drehkrückels an jeder beliebigen Stelle des Gestänges zu.

Um dem Gestänge innerhalb des Bohrloches eine Führung zu geben, bringt man auch sogenannte Leitkörbe in Verwendung.

Obleich die Verwendung durch die geringeren Tiefen seltener ist, so kann die Bohrung mit steifem Gestänge besonders bei der Durchföhrung von härteren Gesteinsgattungen, eine besondere Führung im Bohrloche nothwendig machen, die am besten mit den sogenannten Leitkörben Fig. 21 erfolgt. Dieselben sind bei Verklemmung weniger gefährlich als massiv von Holz construirte, indem sie leichter zerstört, somit kein weiteres Hinderniss für den Hub des Gestänges bieten.

Die Einrichtungen über Tag sind nun vor Allem das Bohrgerüste.

Dasselbe wird am einfachsten durch drei, am oberen Ende durch eine Eisenstange verbundene Holzsäulen, deren Höhe von der Länge der einzelnen Bohrgestängestücke abhängt, gebildet.

An der die drei Holzsäulen zu einem Gestelle verbindenden Eisenstange wird eine Rolle befestiget, die ein Seil zum Behufe der Hebung, eventuell Bewegung des Gestänges aufnimmt. Es wird, wenn es die Terrainverhältnisse erlauben, am günstigsten sein, die Höhe der Rolle von der Oberfläche des Terrains gleich der zweifachen Länge eines Gestänges mehr einen Meter zu wählen, im Gegenfalle begnügt man sich mit der einfachen Länge mehr einen Meter, um die ganze Manipulation nicht zu erschweren.

An einer Holzsäule bringt man Sprossen an, um zu der Rolle leicht gelangen zu können.

Man erspart sich dadurch eine sonst nicht zu entbehrende separate Leiter. Ist das Gerüste für zwei Gestängelängen construirte, so wird man zwei Böden, einen in der ersten Gestängelhöhe, den zweiten unter der Rolle einschalten, um leicht hantiren zu können, andererseits benützt man die Lage dieser Böden gleichzeitig zur Führung des Gestänges, besonders am Beginn der Bohrung.

Das ganze Gerüste soll nun andererseits derart construirte sein, dass die Säulen in der Brusthöhe eines Mannes soweit entfernt stehen, um beim drehenden Bohren die Bewegung nicht zu hemmen, es ist somit besser das Gestelle etwas weiter zu halten, da gleichzeitig hiedurch dasselbe an Basis, somit an Solidität gewinnt.

Um an steileren Lehnen das Gerüste leicht und rasch aufstellen zu können, ist es von Vortheil, wenn man sich das Gerüste in der Weise construirte, dass eine Säule zum Verkürzen und Verlängern eingerichtet ist, wobei die constanten Arme in eine Schichtencurve zu liegen kommen, während der variable Arm bergseits verkürzt angesetzt wird.

Die Fig. 22 zeigt ein derartiges Gerüst, welches, wenn die Nothwendigkeit der Arbeit es erfordert, auch mit einer leichten provisorischen Bretterverschalung versehen werden kann, um eine ununterbrochene Arbeit auch bei ungünstiger Witterung zu ermöglichen.

Es ist das in Fig. 22 skizzirte Gerüste für die hier zu berücksichtigenden Tiefen in jeder Hinsicht ausreichend, und

Fig. 21.



es bedarf für den Fall, als mit einem Schwengel in erhöhter Lage gearbeitet werden soll (wie noch später besonders hervorgehoben werden wird), nur geringer provisorischer Versteifungen, um etwaigen zu stark auftretenden Schwan- kungen durch die erfolgenden Erschütterungen vorzubeugen.

Für den Hub des Gestänges verwendet man ein über die Rolle gelegtes Drahtseil, welches Anfangs durch einfache Menschenkraft, später unter Zuhilfnahme einer kleinen Winde mit Vorgelege und guter Bremse bewegt wird.

Diese Vorrichtung wird auch gleichzeitig zum Löffeln, das ist Reinigen des Bohrloches verwendet.

Eine besondere Sorgfalt muss auf die Verbindung des Seiles mit dem Kopfstücke verwendet werden, um nicht

Fig. 22.

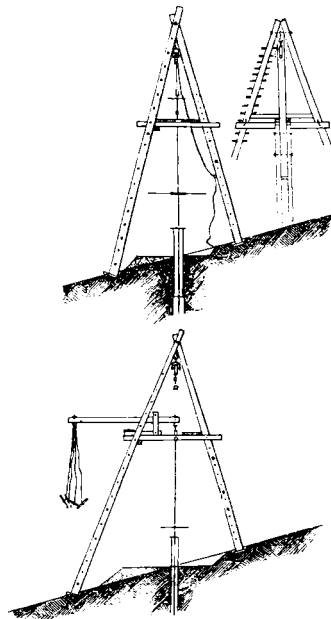
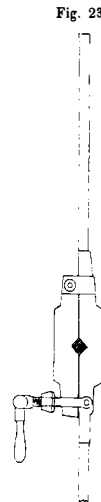


Fig. 23.



durch ein Ausschlüpfen des Bundes unnöthige Störungen hervorzurufen.

Die Bewegung des Bohrapparates erfolgt beim drehenden Bohren mittelst einer an dem Gestänge zu befestigenden Handkrücke Fig. 23. Diese Construction erlaubt den Ansatz desselben an jedem Punkte des Gestänges, ausser an einer Verbindungsstelle der Gestänge untereinander, andererseits ist die Lösung der Verbindung, somit die Beseitigung dieser Drehvorrichtung eine sehr leichte, daher auch rasche.

Würde durch einen grösseren Kraftaufwand ein sattes Anschliessen der Backen während der Arbeit nicht mehr erfolgen können, somit die Befestigung keine solide mehr sein, so kann man sich Anfangs durch einfach umgebogene Blecheinlagen, welche in die Backen einzuziehen sind, helfen und wird erst nach der nächsten längeren Arbeits-Unter-

brechung die Handkrücke einer Reparatur unterziehen, um nicht unnöthige Störungen zu verursachen, wenn nur eine Handkrücke zur Verfügung steht.

Beim stossenden Bohren wird in den meisten Fällen der Hub des Gestänges mittelst des an dem Kopfstücke verbundenen und über die Rolle gezogenen Seiles genügen, an welchen wie bei Rammvorrichtungen mehrere Zuglein befestigt und beliebig viele Arbeitskräfte für den Zug des Seiles eingeschaltet werden können.

Sollte jedoch diese Art des Hubes nicht genügen, so greift man zu der Anwendung des sogenannten Schwengels. Der Schwengel ist ein ungleicharmiger Hebel, an dessen kürzerem Ende das Bohrgestänge befestigt wird, und an dem längern Arme die Kraftäusserung erfolgt.

Bei tieferen Bohrungen ist der Schwengel wohl meist direct ober dem Terrain mit einem einfachen Gestelle angebracht, diess setzt aber immer einen Bohrschacht voraus, um mit dem Schwengel manipuliren zu können, da sonst der Spielraum zwischen den Schwengelhacken und dem Gestänge zu gering wäre. Da nun für die hier zu erörternden Fälle zumeist ein Schacht als Vermittlung zwischen Bohrröhre und den bewegenden Theil des Bohrers fehlt, so muss der Schwengel höher am Gerüste (Fig. 22) angebracht werden und wählt man bei zwei Etagen die erstere. Es muss hiebei das Verhältniss der Hebelarme wohl immer in kleineren Grenzen gehalten werden, um nicht zu ungünstige Schwankungen des Gerüsts hervorzurufen. Man bleibt überhaupt unter dem Verhältnisse von 1:5 oder 1:4, da sonst auch die Führung für die seitlichen Schwankungen, für welche unter allen Umständen vorgesorgt werden muss, zu viel Schwierigkeiten bereiten würde.

Durch die erhöhte Lage des Schwengels wird dann, wie bei der einfachen Rolle, zur Bewegung des Kraftarmes die Anbringung von Zuglein notwendig. Die Höhe des Hubes ist ebenfalls an den Schwengel selbst zu fixiren und bringt man, um keine momentane Unterbrechung hervorzurufen, ein elastisches Mittel an, und kann als solches ein einseitig eingespanntes Brett oder eine Stahlfeder benützt werden.

Zur Verbindung des Schwengels mit dem Gestänge dient ein an dem Lastarme angebrachter Haken, welcher, damit die Abweichung von der verticalen Lage verschwinde, in einen Schlitz des Armes eingelassen wird.

In den Haken gibt man dann die Stellschraube, mit welcher die Regulirung der Gestänglänge erfolgt, und schaltet, um beim Bohren mit steifem Gestänge einen grösseren Spielraum zu besitzen, entweder ober oder unter der Stellschraube einige Kettenglieder ein.

Für die Stellschrauben wählt man pr. Centimeter Höhe einen Schraubenumgang und giebt derselben einen Durchmesser von 30 Mm. Die Länge der Stellschraube richtet sich nach den vorhandenen Aufsatzstücken oder umgekehrt und wurde dieselbe schon im Frühern mit 300 Mm. angegeben.

Um nicht Wiederholungen eintreten zu lassen, so werde ich die noch weiters zu erörternden Hilfswerkzeuge bei der nun folgenden Charakteristik des ganzen Bohrvorganges hervorheben. Ist die Lage eines Bohrloches bestimmt, so beginnt man vor Allem mit der möglichsten Ebnung des das Bohrloch

umgebenden Terrains, da besonders für die drehende Bohrung, um den Angriff beim Drehen zu erleichtern, ein geebnetes Boden grosse Vortheile bietet.

Die Ebnung braucht hiebei nur in unmittelbarer Nähe des Bohrloches zu erfolgen etwas über die Breite der Handkrücke, wenn dieselbe an dem Gestänge befestigt wäre.

Sodann beginnt man mit der Aufstellung des Bohrgerüsts, wobei das von der Rolle herabhängende Seil zur Aufnahme des Kopfstückes gerade in die Achse des Bohrloches zu liegen kommen muss.

Ist diese Arbeit verrichtet und das nöthige Bohrwerkzeug herbeigeschafft, so untersucht man dasselbe beim Ordnen nochmals genau bezüglich seiner vollkommenen Tauglichkeit und reparirt sogleich etwa vorgefundene Mängel. Es ist daher unter allen Verhältnissen geboten, eine Feldschmiede bei sich zu führen, respective dem Bohrwerkzeuge einzuverleiben, ausser es würde sich zufällig in unmittelbarer Nähe eine Schmiede befinden, was wohl in den seltensten Fällen zutrifft. Während dieser Revision wird gleichzeitig nach mehrmaliger Absenkung der Lage der Rolle das Bohrloch bei Erdarten auf circa 1 M. Tiefe genau in der Achse mittelst des Schneckenbohrers ausgebohrt und sonach der sogenannte Bohrtäucher eingesetzt.

Der Bohrtäucher besteht entweder aus einer Holz-, Blech- oder Gusseisenröhre, welche an dem unteren Ende scharf armirt ist und nach oben einen Holzaufsatz besitzt, um eine Einrammung derselben zu ermöglichen.

Der Bohrtäucher dient zur Fixirung, respective Leitung des Gestänges, und lässt man denselben etwa 20 oder 30 Cm. über die Oberfläche hervorragen, da hiedurch zugleich ein Schutz für das Rückfallen von dem seitlich befindlichen Materiale etc. geschaffen wird.

Die Länge des Bohrtäuchers hängt ganz von dem zu durchsetzenden Materiale ab und wird man z. B. bei haltbaren, lehmigen oder thonigen Gebilden, die gut stehende Bohrlochwände geben, einen Bohrtäucher von 2 oder 3 M. einführen, welche Länge vollkommen für die hier zu erörternden Fälle ausreicht.

Da der Bohrtäucher immer wieder leicht rückgewonnen werden kann, so werden am besten Schmied- oder Gusseisenrohre hiezu verwendet.

Die hölzernen Bohrtäucher werden aus zwei Stücken bestehend gefertigt, welche mit Eisenringen verbunden werden. Sollte sich gleich am Beginne der Arbeit die Nothwendigkeit einer vollen Verrohrung des Bohrloches zeigen, so kann der Bohrtäucher ganz entfallen. Die Verrohrung selbst wird noch später erörtert werden.

Ist nun der Bohrtäucher eingesetzt, so lässt man das Gestänge mit dem Bohrer ein, prüft die senkrechte Stellung desselben mittelst eines Senkels und bringt sogleich an dem Gerüste die nöthigen Führungshölzer für das Gestänge an, wozu die angebrachten Etagen des Bohrgerüsts benützt werden können.

Sollten diese allein nicht ausreichen, so stellt man eine weitere Führung durch gegenseitig an den Gerüstsäulen anzubringende provisorische Holzsäulen der Quere nach her.

Bei dem drehenden, sowie beim stossenden Bohren ist die senkrechte Führung eine Hauptbedingung, da sonst im

Verlaufe des weiteren Fortschrittes so viele Uebelstände durch Reibung des Gestänges an den Wänden, durch Verbiegungen desselben, durch Brüche etc. auftreten, welche ein Verlassen des Bohrloches noch vor Erreichung' des gewünschten Resultates mit sich führen können.

Sind von einem Schachte, aus irgend welchen Gründen von dessen Sohle noch Bohrungen vorzunehmen, so geschieht hier die Führung des Gestänges um so leichter, da man selbe durch Querhölzer auf den einzelnen Schachtkränzen bewerkstelligen kann. Die Arbeit bleibt sich in solchen Fällen die gleiche und gestaltet sich nur einfacher, da nur ein Bohrgestänge von sehr geringer Höhe nothwendig wird. Man wählt in Schächten das Bohrlochort in der Weise, so dass das Gestänge an jedem Punkte leicht zugänglich ist, die Manipulation durch nichts erschwert werden kann. Sollte sich im Schachte viel Wasser vorfinden, so lässt man den Bohrtäucher über dasselbe emporragen. Die Führung muss beim drehenden Bohren noch viel strenger und sicherer gehalten werden als beim stossenden Bohren, da durch die Kraftäusserung an der Handkrücke wie durch das Ausweichen der Bohrinstrumente constant die Neigung zu seitlichen Verschiebungen des Gestänges vorhanden ist.

Um am Ende des Bohrtäuchers dem Gestänge eine sichere Führung zu geben, construirte ich mir für denselben eine aufschiebende Haube, welche oben durch zwei Klappen schliessbar eingerichtet war, in denen die Öffnung für das Gestänge ausgeschnitten ist. Beim Heben des Gestänges öffnet sich die Klappe selbst und schützt dieselbe gleichzeitig vor einem Ausschlüpfen des Gestänges beim An- und Abschrauben der einzelnen Gestängestücke untereinander. Damit die Kappe diesen Anforderungen entspricht, muss dieselbe ziemlich stark construiert sein. Gleichzeitig kann diese Kappe auch derart eingerichtet werden, dass man durch ein über die Öffnung anzubringendes Eisenband, mit welchem auch die Kappe an dem Bohrtäucher befestigt werden kann, das Bohrloch vollkommen abschliesst, was bei Bohrungen, die des Nachts eingestellt werden und während dieser Zeit keiner Beaufsichtigung unterzogen sind, von grossem Werth ist, da Böswilligkeiten von Arbeitern oder anderen Individuen bei derartigen Arbeiten mit ziemlichen finanziellen Opfern verbunden sein können. Benützt man die Kappe nicht, so ist besonders am Beginn der Bohrung nothwendig, innerhalb des Bohrtäuchers eine Leithülse zu geben, da sonst der Bohrtäucher ohne Werth wäre.

Bei der oben angeführten Kappe muss, sobald ein Gestängeschloss den Klappen sich nähert, eine Auswechslung der Gestängestücke gegeben werden.

Das Einlassen der Gestänge bei Tiefen über eine Gestänglänge erfolgt schon am zweckmässigsten mit der Rolle und dem Seile, weil, sobald das Gestänge schwerer wird, durch den freien Hub desselben vielseitige Verletzungen der Bohrlochwände vorkommen, nachdem der Hub, in dieser Weise vorgenommen, nie vollkommen vertical erfolgt. Beim Heben sowie beim Einlassen ist das am Seil befestigte Kopfstück an dem Gestänge angeschraubt und soll man die Bewegung nicht zu rasch erfolgen lassen, damit keine zu grossen Schwankungen des Gestänges ein-

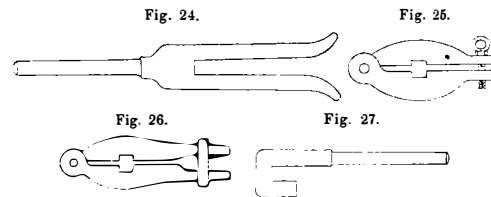
treten, sowie auch bei Verklemmungen mit der Bewegung eingehalten werden soll.

Es ist dem Verlaufe des Einlassens sowie des Hebens des Gestänges von dem Bohrmeister mit dem grössten Interesse zu folgen und soll hiebei immer das Gestänge durch seine Hand gleiten lassen, damit ihm nichts entgeht. Um beim Heben sowie Einlassen des Gestänges den successiven Ansatz der Gestängestücke zu ermöglichen, bedient man sich der Bohrgabel Fig. 24.

Dieselbe wird ober dem Bohrtäucher eingeschoben und fasst das nächste Gestängeschloss.

Das Aufsitzenlassen des Gestängeschlosses muss ebenfalls sehr ruhig erfolgen, da bei grösseren Tiefen leicht durch zu rasche Bewegungen viele Uebelstände wie Nachfall von Material, Beschädigungen der Instrumente etc. eintreten können. Die Gabel ermöglicht natürlich nur an einem Verbindungsschloss das Aufsitzen des Gestänges, es kann aber auch nothwendig werden, dass an einer beliebigen Stelle des Gestänges dasselbe festgehalten werden soll; hiezu bedient man sich des Bohrbündels Fig. 25.

Das Bohrbündel besteht aus zwei um einen Zapfen drehbare Arme, die mittelst einer Schraube an das Gestänge angepresst werden.



Weiters verwendet man die Bohrscheere Fig. 26, welche dazu dient, um das Bohrloch abzuschliessen.

Durch die Anwendung der im Früheren besprochenen Bohrtäucherkappe entfällt sowohl die Scheere wie die Gabel. Alle diese Instrumente müssen in ihren Dimensionen so stark gehalten werden, um den freien Fall des Gestänges auszuhalten.

Die Lösung sowie Verbindung der Gestängeschlösser geschieht mit einfachen Schlüsseln Fig. 27, von welchen mindestens drei von verschiedener Armlänge vorhanden sein sollen, um mit Rücksicht auf die Lösung derselben die Kraftäusserung eventuell zu erhöhen.

Man verwendet bei dieser Manipulation zwei Schlüssel, einen zum Festhalten des unteren Theiles, den zweiten zum Aufdrehen des Schraubenschlosses.

Sollte eine Verbindung sehr schwer zu lösen sein, so kann man an dem Schlüssel am Ende des Armes durch Hammerschläge nachhelfen, muss aber immer gleich nach der Lösung die Gewinde untersuchen, da, wenn sonst dieselben rein und gut gehalten sind, nur ein Schadhafwerden der Schraubenverbindung zu einer strengen Lösung Ursache gibt.

Beim drehenden Bohren muss nebst dem sorgfältigsten Hub auch jede zu starke Erschütterung beim Lösen der Verbindung vermieden werden, nachdem bei dieser Methode gleichzeitig der Hub des abgebohrten Materiales erfolgt,

was bei nur etwas lockeren, weniger feuchten Gebilden einen Rückfall von Material verursachen kann.

Um die Bewegung beim drehenden Bohren zu bewirken, wird die früher beschriebene Bohrkrücke an dem Gestänge befestigt, und zwar so lange das Bohrloch noch geringere Tiefen besitzt, mehr nach abwärts, damit von den Arbeitern nebst der Drehung auch ein gewisser Druck auf die Krücke ausgeübt werden kann. Dieser Druck kann noch weiters durch die Belastung des Gestänges erhöht werden.

Ist nur zeitweise eine besondere Belastung des Gestänges nothwendig, so bedient man sich eines Arbeiters, welcher sich auf die Bohrkrücke setzt, besser reitet, so dass das Gestänge zwischen seinen Füßen liegt.

Ich verwendete Anfangs 4 Mann, 3 Bohrarbeiter und einen Vorarbeiter, sogenannten Bohrmeister, dem aber nicht allein zukam, die Bohrung zu leiten, sondern auch werktätig mitzuhelfen.

Zwei Arbeiter waren an den Krückenarmen angestellt, der dritte auf der Etage bei der Rolle zur Bedienung der Hebevorrichtung, sowie zur leichteren Handhabung beim Ansatz des Gestänges.

Der Bohrmeister hatte die Führung des Protokolles, die Messungen, das An- und Abschrauben der Gestänge nebst der Leitung der ganzen Bohrung zu besorgen. War die Drehung schwierig, so hatte er mitzuhelfen, im Falle einer pothwendigen Belastung des Gestänges setzte er sich auf die Krücke.

Eine zu grosse Belastung, besonders wenn das Gestänge schon länger ist, kann nicht angerathen werden, indem sonst leicht eine Biegung desselben eintritt, was zu unnothigen Ausweitungen des Bohrloches führt.

Es kann bei grösseren Tiefen auch der Gegenfall eintreten, und man müsste dann durch Anbringung eines Gegengewichtes den Bohrer zu entlasten suchen, um das drehende Bohren überhaupt noch bewerkstelligen zu können.

Das Gegengewicht wird am zweckmässigsten dadurch hergestellt, dass man an dem Seile von der Rolle einen Hebel anbringt, der entsprechend belastet wird.

Während des Bohrens selbst hat der Bohrmeister genau auf die Bewegung und die nothwendige Kraftanwendung acht zu haben, und es wird ihm durch diese Beobachtungen, wie durch das hörbare Geräusch an dem Gestänge möglich sein, zu beurtheilen, wie der Bohrer arbeitet.

Man muss besonders beim drehenden Bohren alle übermässigen Kraftanstrengungen vermeiden, da nur zu leicht ein Verrennen des Bohrers oder ein Bruch irgend eines Bestandtheiles eintritt.

Die drehende Bewegung soll langsam und gleichmässig erfolgen und wird man, wenn sich bei der nöthigen Schwere, respective Belastung des Gestänges kein Fortschritt in der Tiefe mehr zeigt, eher zu einem Wechsel im Bohrinstrumente greifen.

Ist der Bohrer gefüllt, was sich aussen nach der Eindringtiefe auch in dem mindern Angriff desselben zeigt, so wird das Heben und Reinigen besorgt.

Zu dem Behufe wird, nachdem der Bohrer zu Tage gefördert ist, derselbe über ein reines Bett gestellt und

von dem Bohrschmant mittelst einer einfachen Eisenklammer befreit.

Dieser Bohrschmant wird, wie noch weiter unten hervorgehoben ist, so lange und der Reihenfolge nach unter Bezeichnung der Tiefe aufgehoben, bis der revidirende Beamte unter Vormerkung das Weitere veranlasst. Steht der Fortschritt beim drehenden Bohren in keinem günstigen Verhältnisse zur aufgewandten Zeit und Arbeitskraft, so geht man gleich zum stossenden Bohren über.

Das Einlassen und Aufholen des Gestänges bleibt sich in allen Fällen gleich, nur kommt beim stossenden Bohren noch das Umsetzen des Bohrers in Betracht zu ziehen.

Beim Stangenbohren muss die Drehung rasch nach dem Auffallen des Meisselbohrers geschehen, um den Rückprall desselben hiezu auszunützen, die Drehung selbst wird durch die am Kopfstück angebrachten Arme besorgt. Der Hub des Gestänges erfolgt, wie schon angegeben, entweder durch das Seil an der Rolle oder durch einen Schwengel, wobei in jedem Falle dem Hub gewisse Grenzen gesetzt werden müssen, um nicht zu grosse oder zu geringe Fallhöhen zu erhalten, was bei dem Schwengel durch das Einlegen von Prellfedern erfolgt.

Bei der Anwendung des Seiles an der Rolle kann man sich durch die Anbringung eines Prellbockes an demselben oder an dem Gestänge helfen.

Die Einschiebung eines elastischen Mittels für die Begrenzung des Hubes ist aus zwei Ursachen erforderlich, erstens durch die sonst unvermeidliche Uebertragung der Prellungen auf die Arbeitskräfte, zweitens der Erzeugung von zu grossen Erschütterungen des Gestänges, wie des Bohrgerüstes.

Da die Bohrung von der Raschheit der aufeinander folgenden Schläge und von deren Gleichheit in Hinsicht des zu erzielenden Resultates abhängt, so ist auf die vorhergenannten Momente ein besonderes Augenmerk zu richten.

Bei Anwendung von Menschenkräften zur stossenden Bohrung kann man nur Hitzten, welche 20 Minuten andauern, mit Einschaltung einer Rast von 5 Minuten durchführen, wobei eine Hitze bei einem Hube von 0.5 M. circa 20 Schläge repräsentirt; von einer maschinellen Bewegung muss hier ganz abgesehen werden, da selbe nur bei sehr grossen Tiefen ökonomisch zur Durchführung gelangen kann.

Bei Anwendung der Freifallscheere muss die Drehung während des Hebens vorgenommen werden, ebenso die Verlängerung des Gestänges mit der Stellschraube an dem Schwengelhaken immer mit der Eindringung des Bohrers intact bleiben, damit die Nase des Apparates nicht aufsitzt, andererseits der Bohrer immer zum Angriff gelangt. Man erkennt letztere Uebelstände sogleich beim Bohren durch eine wahrzunehmende Prellung oder durch ein Zucken am Gestänge, am besten aber am Schwengelarme selbst.

Man muss all diesen Wahrnehmungen volle Aufmerksamkeit schenken, um eine Zerstörung der Bohrinstrumente zu verhüten, was bei zu durchbrechendem Gestein, welches in Folge von Zerklüftung etc. zum Nachfall geneigt wäre, umso mehr in Betracht zu ziehen kommt.

Die ersten Hitzten werden beim stossenden Bohren den grössten Effect erzielen, welcher in Folge des erzeugten

Bohrschmanten successive abnimmt. Man wählt nach der erfolgten Reinigung des Loches, also bei reiner Bohrlochsoble, eine geringe Hubhöhe und lässt dieselbe mit der Zunahme der Tiefe, je nach der Gesteins Härte steigen, was natürlich nicht zu weit getrieben werden darf.

Ist dann die Drehung des Bohrers mit dem Krückel am Kopfstücke nicht mehr leicht möglich, nebst dem die Leistung des Vordringens eine zu geringe, so ist diess ein Zeichen, dass in Folge der Ansammlung von Bohrschmant kein weiterer Erfolg mehr zu erzielen ist, man muss somit zur erneuerten Reinigung der Bohrlochsoble schreiten.

Man darf, sobald der Bohrschmant zugenommen hat, mit der Reinigung nicht zu sehr zögern, eventuell mit der Steigerung der Fallhöhe nicht zu weit gehen, sowie auch die Rasten während der Hitzten eher zu verkürzen als zu verlängern suchen, da alle diese Umstände leicht zu einem Festsitzen des Bohrers Veranlassung geben können.

Nach der letzten Hitze wird sogleich die Eindringungstiefe durch einen früher am Gestänge mit Kreide fixirten Punkte gemessen, wonach man mit dem Hub des Gestänges beginnt, um noch, bevor der ganze Schlamm sich zu Boden gesetzt hat, den Bohrer aus dem Bereiche desselben zu bringen.

Ist der Bohrer durch den Bohrschmant fest eingeschlemmt, so benützt man den Schwengel oder das Hubseil, um denselben zu lockern, muss aber vermeiden, sogleich zu unnatürlichen Kraftäusserungen überzugehen, damit Gestänge, Brüche oder Meisselklemmungen vermieden werden.

Nachdem der Bohrer gelockert ist, wird bei der Anwendung des Schwengels der Kopf desselben zurückgezogen und beginnt mit dem Hub des Bohrers.

Der zu Tag geförderte Bohrer wird nun untersucht und geben die an denselben haftenden Schmanttheile bei Löchern ohne Nachfall die besten Bohrproben, welche getrennt aufbewahrt werden. Die Untersuchung hat sich natürlicher Weise nicht allein auf den Bohrer selbst, sondern auf das ganze Gestänge während der Abnahme zu beziehen, damit eventuell Mängel sogleich durch Reparatur oder Einschaltung neuer Stücke beseitigt werden.

Ich will hier noch einer andern Verbindung des Meissels mit der Freifallscheere erwähnen, welche in Fig. 15 dargestellt ist und eine dauerndere Verbindung gibt als die Schraube, nebst der leichten Lösbarkeit derselben.

Diese Verbindung wird besonders bei grösseren Tiefen, wo überhaupt nur mit dem Freifallapparat gearbeitet werden muss, immer günstig in Verwendung kommen, wenn man berücksichtigt, dass das Verhältniss des Meissels zum Bohrklotz meist wie 1 : 22 gewählt wird.

Die nächstfolgende Arbeit ist das Reinigen des Bohrloches, es erfolgt diess mit dem schon früher in Fig. 16 beschriebenen Löffel.

Es wird das Seil der Rolle (für die Zwecke wie für den Hub des Gestänges) verwendet und nimmt man, wenn an dem Kopfstücke das Drehkrückel oder ein Fangarm befestigt ist, denselben ab, schraubt die sogenannte Rutschscheere entweder sogleich an oder schaltet vorher ein oder zwei Gestängestücke als Mehrbelastung ein, woran dann der Löffel zu befestigen kommt.

Die Rutschscheere ist ein in sich zusammenschiebbares Gestängestück und hat den Zweck, ein nachgiebiges Mittel beim Löffeln zu haben.

Es wird nie ohne Rutschscheere gelöffelt und genügt für die vorliegenden Arbeiten 0'6 M. als Spielraum für die Verschiebung. Man lässt den Löffel vor Ort ziemlich rasch fallen, um hiedurch den Schmant besser aufzuwühlen und setzt das Heben und Senken desselben so lange fort, bis der Löffel gefüllt, respective die Bohrlochsoble vom Schmant befreit ist. Nach erfolgter Füllung wird der Löffel sorgfältig gehoben und sind hiebei wie auch bei dem Einlassen alle jene Vorsichten zu gebrauchen, die sich auf das Einlassen und Heben des Gestänges beziehen.

Man verwendet zum Löffeln ein Seil, weil mit demselben die ganze Arbeit viel rascher als mit dem Gestänge vor sich geht.

Ist die Tiefe unbedeutend, so kann man durch einfaches Heben mit der Hand die Auf- und Abwärtsbewegung hervorrufen, im Gegentheile bindet man, wie bei der Erzeugung des Stosses mit Rolle und Seil, einen einfachen Schnurkranz an das Seil. Es kommt mitunter auch vor, dass der Bohrschmant zu flüchtig ist und gibt man dann nicht selten bei sehr rolligem, sandigem Schmant Thone in das Loch, um das Heben des Schmanten zu erleichtern; ebenso soll bei sehr thonigem Schmant eine Sandbeimengung mit gutem Erfolg angewendet worden sein. In dem ersten Falle soll eine grössere Bindfähigkeit, im letzteren eine grössere Beweglichkeit der einzelnen Aggregate hervorgerufen werden.

Nachdem im grossen Ganzen die eigentliche Bohrung geschildert wurde, ist es nothwendig, die Hindernisse beim Bohren und die Beseitigung derselben näher zu erörtern.

Ein ziemlich häufig auftretender Uebelstand ist, dass beim stossenden Bohren durch das ungleiche Drehen des Bohrers, Unebenheiten an der Bohrlochsoble entstehen, Fische genannt, welche zu Meisselverklümmungen und Brüchen Anlass geben können.

Nicht allein bei ungleichem Drehen, auch bei zu durchbrechenden Gesteinsgattungen von ungleicher Dichte, wie bei Conglomeraten kommen derartige Unebenheiten an der Soble leicht vor. Man beseitigt diese Fische, indem man den Meissel so lange auf diese Unebenheiten fallen lässt, bis selbe abgeprengt sind. Diese Fische bringen, wenn deren Vorhandensein nicht bald genug erkannt wird (was sich immer durch ein Nachzucken des Handkrückels kund giebt), gleichzeitig ein Schiefwerden des Bohrloches mit sich, wenn nicht andere Umstände, wie schlechte Führung, ungleiches Material, Klüfte etc. daran Schuld tragen.

Ein Schiefwerden des Bohrloches muss sogleich behoben werden, da sonst unvermeidlich der ganze Bohraparat darunter leidet.

Andererseits kann auch oft ein Nachfall der Bohrwände eintreten und wendet man gegen dieselben ober dem Bohrer Steinkörbe aus Draht an, die die Aufgabe besitzen, die abgelösten Gebirgsfragmente zu fassen. Man wählt darum Drahtkörbe, weil die Körbe nicht selten selbst Verklümmungen ausgesetzt sind, hiedurch nachgiebiger werden, somit weniger Hindernisse dem Hub entgegenzusetzen.

Bei Verklemmungen können die Drathkörbe auch nicht leicht ganz untauglich werden.

Verklemmungen des Bohrers kommen durch Nachfall oder ungeschickte Arbeit nicht selten vor und man muss zu deren Behebung die grösste Ausdauer und Geduld verwenden, damit nicht durch aufgeregte Handlungen, wie aussergewöhnliche Kraftäusserungen, das Übel vergrössert werde.

Man versucht zuerst durch langsames Heben und Senken, durch oscillirende Bewegungen, dann erst durch langsames Wippen mit dem Seil oder dem Schwengel den Bohrer zu heben.

Unvermeidliche öfter vorkommende Uebelstände sind Meissel- und theils Gestängbrüche, daher ist es von um so grösserer Wichtigkeit, bei jedesmaliger Aufholung des Instrumentes alle Theile desselben genau zu untersuchen und jeden geringsten Mangel zu beseitigen. Bei einem eventuellen Bruche ist vor Allem genau die Lage, sowie die Beschaffenheit des Bruches zu bestimmen und ist auf Grund dieser und anderer Örtlichkeiten, wie die Gesteinsbeschaffenheit in der Nähe des Bruches und vor Ort, nach der Ursache des Bruches zu forschen.

Für das Aufholen von Bruchstücken muss bei Freifallapparaten, wo ein geringer dimensionirtes Obergestänge in Verwendung kommt, ein eigens construirtes mindestens 30 Mm. in Quadrat besitzendes Fanggestänge, mit einer Versicherung an den Verbindungsstellen gegen das Lösen derselben beim Rückwärtsdrehen in Verwendung gebracht werden.

Für die vorliegenden Fälle ist ein eigenes Fanggestänge überflüssig, da die im Vorigen angegebenen Dimensionen des eigentlichen Gestänges genügen, um mit demselben diese Operation durchzuführen.

An das Gestänge werden dann je nach dem Bruch der Glückshacken, Fallfangscheere, Krätzer oder Geissfuss befestigt, das Bruchstück gefangen und gehoben.

Der Glückshacken Fig. 28 ist am meisten bei Stangenbrüchen im Schraubenzapfen, bei Meissel- und Löffelapparaturbrüchen in Verwendung zu ziehen.

Die Fallfangscheere Fig. 29 findet wohl die meiste und allgemeinste Anwendung, besonders bei Meissel- und Stangenbrüchen, weil selbe in jeder Richtung anwendbar ist.

Der Glückshacken fängt durch drehende Bewegung das Bruchstück, erfordert aber oberhalb einen vorspringenden Theil, z. B. ein Schraubenschloss etc., während die Fallfangscheere jeden Körper aufnimmt und festklemmt. Besonders wird letztere bei Gestängbrüchen unter dem Schraubenschlosse gute Dienste leisten.

Der Geissfuss Fig. 30 dient in gleicher Weise, wie der Glückshacken.

Der Krätzer Fig. 31 kann bei der Aufholung kleinerer Gesteins- oder Eisenstücke gute Dienste leisten.

Sollte ein Gestänge durchgehen oder aufgedreht werden, so genügt es, wenn man ein gewöhnliches Wechselstück zu einer Fangmutter umstaltet, indem man mittelst einer trichterförmigen Umhüllung den Ansatz erleichtert.

Mir selbst gelang es ohne jede besondere Vorrichtung, zweimal durchgegangene Bohrstücke mittelst des einfachen

Gestänges aufzuholen, nur muss erstens sehr vorsichtig umgegangen werden, zweitens ein vollkommen gerades Fanggestänge vorhanden sein.

Brüche treten am häufigsten an den Schraubenschlüssern oder am Zapfen des Meissels auf, es muss daher, wie schon mehrmals erwähnt, jede geringste Aenderung in der Bewegung des Gestänges beobachtet werden, um bei derartigen Unfällen das Übel auf ein Minimum zu reduciren.

Sind die Brüche am Gestänggewinde, so wendet man den Glückshacken oder den Geissfuss an, ist dagegen der Bruch in der Mitte eines Gestänges, so wird vorerst mit der Fallfangscheere gearbeitet; gelingt es jedoch nicht, den gebrochenen Theil mit derselben zu heben, was eintreten kann, wenn sich der Bohrer verrannt hat, so sucht man mit derselben das Bruchstück abzuschrauben und dann mit

Fig. 29. einem der vorgenannten Instrumente die übrigen Theile zu heben. Sollte jedoch die Verbindung des Schraubenschlosses gegen das Rückdrehen versichert sein, so muss mit dem Glückshacken oder dem Geissfuss so tief gegangen werden, bis das nächste Schraubenschloss erreicht wird und mit demselben die Freimachung besorgt werden, der

Fig. 28. Fig. 30.

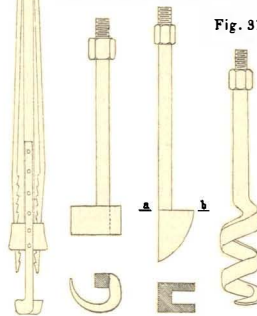


Fig. 31.

Hub nach Freiwerden des betreffenden Stückes soll nach Möglichkeit immer mit der Fallfangscheere erfolgen, damit man sich mit dem oberen freien Theile nicht verrennt.

Treten mehrere Brüche auf einmal ein, so ist natürlicher Weise die Arbeit eine viel complicirtere und muss man immer den ersten Bruch zuerst zu heben suchen.

Die Brüche am Löffelapparate sind im Allgemeinen einfacher, da der Bruch des Seiles am häufigsten an der Verbindungsstelle mit dem Gestänge erfolgt und verwendet man dann den Glückshacken oder Geissfuss; letzterer wird für diese Fälle an dem Ende etwas aufgebogen.

Ist der Bruch im Seile höher, so wird die Manipulation eine schwierigere. Man sucht dann gewöhnlich das Seil mit dem Glückshacken oder Krätzer zu fangen.

Bei einem Drahtseile ist sowohl die Gefahr des Reissens geringer, nebst dem dasselbe im Falle eines Bruches auch leichter gefangen werden kann, da es nicht so biegsam ist wie ein gebrauchtes Hanfseil, somit auch kein förmliches Verstopfen des Bohrloches durch das Zusammenballen verursacht. Sollten kleinere Eisenstücke von dem Bohrinstrumente etc. in das Bohrloch gelangen, so kann man selbe durch eine an das Gestänge angebrachte Hülse, welche mit plastischem Thon gefüllt ist, fassen, indem sich dieselben in den Thon einpressen und mit demselben gehoben werden.

Auch ist die sogenannte Spinnenbüchse häufig in Verwendung, ein hohler Cylinder, an dem unten leicht biegsame nach einwärts gerichtete, dünne Blechstreifen befestigt sind.



Wird dieser Cylinder an die Bohrlochsohle angedrückt, so biegen sich die Blechstreifen nach einwärts auf und fangen gleichzeitig die an der Sohle liegenden Gegenstände.

Zum Zerstoßen derartiger Gegenstände mit Bohrinstrumenten, soll nur im äussersten Nothfalle geschritten werden.

Es ist nun auch jener Fälle zu gedenken, wo eine besondere Versicherung des Bohrloches durch Einziehung einer Verrohrung nothwendig wird.

Bei rolligem, weniger gebundenem, oder zerklüftetem Gebirge, sowie bei grösserem Wasserandrang, in mehr lockeren, aufgeweichten oder aufweichbaren Bodengattungen, wird eine besondere Versicherung der Bohrlochwände erforderlich.

Beim drehenden Bohren genügt es oft, wenn die durchfahrenen Gebilde nicht zu sehr einer Lockerung unterworfen sind, kein besonderer Wasserandrang vorhanden ist, andererseits das Bohrloch überhaupt nicht zu lange in Arbeit steht, die Bohrlochwände durch Einbringung von fettem, gut geknetetem Lehm zu verschmieren und verwendet hiezu den Schneckenbohrer Fig. 11.

Soll ein Bohrloch verrohrt werden, so darf der Bohrlochdurchmesser nicht zu klein gewählt werden und wendet man zum Verrohren Futterröhren aus Eisenblech an, welche untereinander am besten durch Schrauben mit theils versenkten Köpfen verbunden werden.

Man wählt für die Röhren gewöhnlich eine Länge von 2 M. und genügt bei einem Durchmesser des Rohres

von 150 Mm.	eine Stärke von	2 Mm
" 200	"	3
und bei 250	"	4

Entweder gibt man den Röhren eine vollkommen cylindrische oder eine Kegelfläche, im letzteren Falle, welcher auch der günstigere ist, derart, dass die Verjüngung auf die ganze Länge gleich der Blechstärke ist. Bei Anwendung von cylindrischen Röhren gibt man eine Muffe zur Verbindung, während im Gegenfalle eine einfache Vernietung oder Verschraubung vorgenommen wird.

Die Röhren müssen so wie das Gestänge vor ihrer Verwendung zusammengepasst, auf ihre Geradlinigkeit geprüft und numerirt werden, das unterste Rohr erhält einen gut gestählten Schuh von dem grössten Durchmesser des Rohres, um das Einbringen derselben möglichst leicht besorgen zu können.

Die Eintreibung der Rohre erfolgt, wenn es thunlich ist, durch Belastung der Rohre; sollte aber mit dieser Methode kein Resultat mehr erzielt werden können, so muss zum Einrammen derselben geschritten werden.

Zu dem Behufe gibt man der obersten Röhre einen Holzaufsatz Fig. 32 und benützt zum Einrammen ein entsprechend schweres Bohrgestänge. Man wählt den Bohrtäucher derzeit wohl immer auch aus Eisenblech, verwendet somit gleich ein Rohr entsprechend den Verkleidungsrohren ausgerüstet, damit, sollte sich im Verlaufe der Bohrung eine Verrohrung als nothwendig herausstellen, dieselbe gleich in weitere Verwendung gebracht werden kann.

Ist nachträglich eine Verrohrung, somit nicht gleichzeitig während der Bohrung, angebracht worden, so erscheint

es empfehlenswerth, das Bohrloch sowohl in Hinsicht der Weite wie der Geradlinigkeit zu prüfen, was mittelst einer hölzernen Lehre geschieht.

Bei der Arbeit des Versenkens der Rohre kann oft ein Drehen oder Heben der Verrohrung nothwendig werden. Das Heben erfolgt mit dem Schwengel oder wenn keiner vorhanden, mittelst eines provisorisch construirten Hebels, das Drehen erfolgt mit einer an dem obersten Rohre mittelst eines Seiles angebrachten Eisenstange, welcher ein Holzbrett an dem Angriffspunkt unterlegt wird. Man wählt als Befestigungsstelle, wenn möglich eine Verbindungsstelle der Röhren, da vermöge der doppelten Wandstärke eventuellen Verbiegungen mehr Widerstand geleistet wird.

Fig. 32.



Sollte es mit der ersten Verrohrung in einer gewissen Tiefe nicht mehr weiter gehen, so muss auf einen kleineren Durchmesser übergegangen werden, wonach eine neue Verrohrung eingegeben wird.

Die zweite Röhrentour reicht entweder ebenfalls bis an die Oberfläche des Terrains, oder man kann selbe verloren einbauen, welcher Fall auch eintreten kann, wenn erst in tieferen Partien eine Verrohrung nothwendig wird.

Die verlorene Verrohrung ist nur bei geringeren Tiefen anzurathen, weil leicht beim Ein- und Ausheben des Bohrers Beschädigungen derselben eintreten können. Für die in unseren Grenzen zu vollführenden Arbeiten wird, wenn überhaupt eine Verrohrung nothwendig werden sollte, selbe gleich von vorne herein leicht erkannt werden und ist hiezu dann stets eine vollkommene Verrohrung zu empfehlen, da, ausser es werden Thone, Letten oder Sand, welche stark aufgeweicht sind, durchfahren, die Rückgewinnung des Rohmateriales stets leicht erfolgen kann.

Um die Hebung der Verrohrung zu bewerkstelligen, sucht man dieselbe mit dem Schwengel oder einem Hebel vorerst zu lockern und beginnt dann die Hebung durch Anwendung einer Winde.

Geht dann die Hebung in der Weise allein nicht, so versucht man durch den Röhrenzieher das unterste Rohr gleichzeitig zu fassen und zu heben.

Der Röhrenzieher kann verschieden construirt sein, als eine der sicherwirkendsten Constructionen kann jedoch angegeben werden, wenn man zwei an einem Arme befestigte Backen durch einen Keil an die Wände antreibt. Es erfordert dies nur zwei Leitungen zu Tage, eine für die Backen, eine für den Keil, was mittelst Gestänge und Seil bewirkt wird.

Sollten sich besondere ungünstige Umstände zeigen, so ist es am ökonomischesten, die Verrohrung im Bohrloche zu belassen, da sonst die Kosten den Rückgewinn überschreiten würden.

Ebenso gestalten sich die Verhältnisse für vorliegende Arbeiten, wenn während der Versenkung ein Rohr stark verbogen oder eingedrückt wurde, man geht dann, wenn der Hub zu beschwerlich ist, lieber gleich auf ein neues Bohrloch über. Es wird in derartigen Fällen immer ein schnell gefasstes Calcul den richtigen Weg zeigen.



Nachdem ich die Bohrinstrumente sowie deren Anwendung, so weit es der vorliegende Stoff gestattete, vorführte, erscheint noch nothwendig, über den Bohrdurchmesser selbst, sowie über einige beim Bohren noch weiters vorkommende allgemeine Fragen näher zu sprechen.

Im grossen Ganzen wird als Regel angenommen, dass je fester das Gebirge, desto kleiner, je tiefer, desto grösser der Bohrdurchmesser angenommen werden soll.

Da wir nun auf alle Härten der Gesteinsgattungen Rücksicht zu nehmen haben, die Tiefen aber selbst keinen integrierenden Bestandtheil hiebei bilden können, indem die Grenze im Maximum von 50 M. nicht überschritten wird, so kann der Durchmesser im Minimum mit 80 Mm. angenommen werden.

Sollten jedoch Bohrapparate von verschiedenen Durchmessern zu Gebote stehen, so wähle man stets einen grösseren Durchmesser, wenn leicht gebundenes rolliges Material durchgeföhren werden soll, und kann erst später, wenn man auf härtere Schichten kommt, auf einen kleineren Durchmesser übergehen.

Wird aber für die hier zu besprechenden Zwecke ein neuer Apparat beschafft, so glaube ich auf Grund der diessbezüglichen Erfahrungen einen Bohrrapparat für einen Bohrdurchmesser von 120 Mm. zu empfehlen.

Einen kleineren Durchmesser als den vorgenannten zu geben, ist nur bei Bohrinstrumenten anzurathen, die den ausschliesslichen Zweck haben, vom Stollen aus zu weiteren Sondirungen verwendet zu werden, da die Arbeit in einem derartig beengten Raume eine grössere Leichtigkeit des Apparates verlangt, dem aber umso mehr entsprochen werden kann, da derartige Sondirungen sich nicht über Tiefen von 20 M. erstrecken.

Man soll aber auch für solche Zwecke nicht unter einen Durchmesser von 60 Mm. gehen, da sonst die Bohrungen in die zu eruienden Verhältnisse keinen klaren Einblick mehr ermöglichen.

Zur Orientierung will ich nur noch angeben, dass bei Bohrlöchern von

100—130 M. = 100—150 Mm.

bis 200 M. = 200 Mm.

über 300 M. bei unbekanntem Gebirge ein Durchmesser von 250 Mm. bis 300 Mm. mit Vortheil gewählt wurde.

Der Effect der Bohrung ist nun weiters vom Gewichte der freifallenden Masse, von der Geschwindigkeit des Instrumentes und von der in der Minute erfolgenden Anzahl von Schlägen beim stossenden Bohren, von dem Gewichte des Gestänges und der Anzahl der Drehungen in der Minute beim drehenden Bohren abhängig.

Es lassen sich hiebei aber die theoretisch hergeleiteten Principien nicht vollkommen durchführen, indem wegen Schonung der Bohrinstrumente, sowohl beim stossenden als beim drehenden Bohren, ein zu grosses wirksames Gewicht vermieden werden muss.

Ebenso stellt es sich beim stossenden Bohren mit der Fallhöhe, resp. Hubhöhe.

Im Allgemeinen nimmt man 300—500 Mm. Hub bei einem Schlaggewicht von 150—200 Kg. und 16 bis 20 Schläge per Minute, welche Grenzen je nach der Festigkeit des

Gesteines regulirt werden, da festere Gesteine eine grössere Hubhöhe als mildere verlangen.

Beim Bohren mit steifem Bohrgestänge geht man bei grösseren Tiefen bis auf 150 Mm. Hubhöhe herab und muss, je tiefer das Bohrloch und je fester das Gestein wird, noch weiter mit der Hubhöhe sinken, um den sonst unausbleiblichen Gestängebrüchen auszuweichen.

Ein weiterer Punkt, den ich noch besonders erwähnen möchte, ist die Verwendung des Wassers beim Bohren.

Da nicht nur allein die Aufdeckung der Gebirgsarten als solche das Resultat bei dem hier zu verfolgenden Zwecke der Bohrung, sondern gleichzeitig die Klarstellung der Wasserführung der einzelnen Schichten selbst einen Hauptfactor der Aufgabe bilden kann, so ist die Verwendung des Wassers zum Bohren in vielen Fällen eine beschränkte.

Beim drehenden Bohren ist die Verwendung des Wassers nicht nothwendig, aber beim stossenden Bohren ist dasselbe unentbehrlich, muss sich daher in vielen Fällen auf das äusserste Maass der Benetzung beschränken.

Fig. 33.



Bei Durchsetzung von Schutthalten, wo nur kleinere Gesteinsfragmente durchstossen werden, kann man des Wassers oft leicht entbehren, nicht aber bei solchen, wo mächtigere Felstrümmern zu durchsetzen sind, ebenso bei festern Thonen etc. Man muss sich daher in solchen Fällen, wie schon betont, auf das äusserste Maass beschränken, damit nicht das Urtheil über die hier so wichtige Frage der Wasserführung der einzelnen Gebilde selbst verloren geht.

Um das Bohren unter solchen Umständen überhaupt noch zu ermöglichen, construirte ich mir einen Ersatz für den sogenannten Schmantlöffel, Fig. 33, der geringe Mengen von Wasser zum Heben des Schmantens benötigt, eigentlich nur den Feuchtigkeitsgrad verlangt, dass der Schmant die Consistenz eines Teiges erhält. Dass das Bohren unter solchen Verhältnissen besonders schwierig ist, braucht wohl nicht erwähnt zu werden.

Der in Fig. 33 abgebildete Bohrlöchräumer stellt eine in einer Hülse eingeschlossene, sanft ansteigende Schraubensfläche dar, welche in dem Bohrschmant an der Sohle zum Eindringen gebracht wird. Nachdem man spürt, dass das Instrument an der Sohle reibt, wird dasselbe langsam gehoben und an Tag durch Ausspülung mit Wasser vom Schmant gereinigt; diese Operation wird so lange fortgesetzt, bis die Bohrlochssohle vom Schmant befreit ist.

Unter solchen Umständen wird das stossende Bohren in kürzeren Intervallen zu unterbrechen sein, da die Ansammlung von zu grossen Schmantmassen unzulässig ist.

Tritt die Frage der Wasserführung zurück, so wird man sich der in Früherem angegebenen Methode bedienen, um nicht einen unnötigen Zeitverlust herbeizuföhren.

Weiters möchte ich noch besonders der Behandlung der Bohrproben erwähnen, da von der richtigen Beurtheilung derselben Alles abhängt.

Beim drehenden Bohren ist die Beurtheilung eine leichtere, da man immer an der Spitze des Instrumentes eine reine Probe vorfindet, während die oberen Lagen theils durch Nachfall verunreinigt sein können.

Es wird somit dem Bohrmeister der strengste Auftrag ertheilt werden müssen, diese Kerne von dem Übrigen sorgfältig getrennt aufzubewahren und zu bezeichnen. Es ist am zweckmässigsten, man gibt dem Bohrmeister eine grössere Anzahl von kleinen Holzkietchen zur Aufbewahrung der Proben, an welchen an einer Seite ein Papierstreifen zur näheren Bezeichnung geklebt ist, um vor jeder Verwechslung geschützt zu sein.

Beim stossenden Bohren ist die Beurtheilung eine schwieriger, da man oft durch Nachfälle von oben getäuscht werden kann, man muss daher um so sorgfältiger den Schmant sondiren, eventuell auch schleppen, um über die einzelnen Mineralsubstanzen, besonders bei zusammengesetzten Gesteinen, vollkommene Klarheit zu erhalten.

Der aus dem Bohrloche gehobene Schmant wird in einen Kübel gegeben, das Wasser abgossen und die Probe in ein Kästchen geleert, wobei grössere Felsplitter,

von Interesse sind, sogleich zu Papier zu bringen, ist es nothwendig, ein Bohrjournal zu führen.

Man gibt zu dem Behufe dem Bohrmeister entweder ein Vormerkbuch oder eine Tafel, auf welcher derselbe alle nothwendigen Notizen führt, von welchen dann der leitende Ingenieur die Übertragungen bei jeder Revision nach vorhergegangener Controlle veranlasst.

Es darf hiebei nicht Alles dem Bohrmeister allein überlassen werden, sondern von demselben nur jene Aufschreibungen verlangt werden, welche vermöge der fortgesetzten Arbeit sonst verloren gehen würden.

Ich gebe in Folgendem ein Formular für ein Bohrjournal und für ein Vormerkbuch, welches zugleich als Controlle für die ganze Bohrarbeit dienen kann.

Ich beschränkte mich bei der Rubrizirung auf das Wichtigste, um nicht durch zu viele Aufschreibungen das ganze Bild unklar zu machen, und dürfte diese Art der

**Bohrjournal Nr. ....**

Bohrloch Nr. ....  
auf der Parzelle Nr. .... des ..... Gemeinde ..... Ortschaft ..... Kronland .....

Jahr und Monat	Geologischer Durobschnitt der durchbohrten Gebirgsgeschichten				Beschreibung der Bohrarbeit						Anmerkung			
	Tag	Tiefe in Meter	Nr. der Bohrproben	Benennung	Beschreibung und Gehalt an Wasser	Mächtigkeit	Leistung per Tag resp. per Schicht		Aussergewöhnliche Nebenarbeiten			Arbeiter	Schicht Tag u. Nacht	
							gobohrt	in der Zeit	Art	Stund. Min.				Zahl
							Bohrloch-tiefe M.	drehend M.	stossend M.	in der Zeit Std. Min.	z. B. Nachfall ver-rohren etc.			NB. Situation resp. Einmessung des Bohrloches. Durchmesser des Bohrloches. Vormerkbuch Nr. ....

**Vormerkbuch Nr. ....**

Bohrloch Nr. .... Jahr .....

Monat und Tag	Nr. der Bohrlochproben	Tiefe Meter	Zeit - Aufwand				Arbeiter	Anmerkung	
			gobohrt		Zeit	Aussergew. Nebenarbeiten			
			drehend	stossend		Beschreibung			Stund. Min.
					Std. Min.				

wenn die Bohrung welche ergibt, sogleich aus dem noch nassen Schmant ausgelöst und vollkommen gesäubert werden sollen.

Sollten besondere Zweifel auftreten, so kann man, nachdem das Bohrloch vom Schmant gereinigt ist, durch einige mit erhöhtem Hube erzeugten Stöße versuchen, Felsplitter loszutrennen, welche dann sogleich wieder gelöffelt werden müssen, um deren Zerkleinerung zu vermeiden. Man wählt hiebei grössere Umdrehungen mit dem Bohrkrüchel.

Die Proben sollen immer bis zur Vollendung der ganzen Bohrungen aufgehoben werden, wenn möglich auch bis zur Vollendung der betreffenden Bauarbeit, damit jederzeit noch nothwendig werdende Vergleiche gemacht werden können. Um alle diese Vorgänge, welche für die Bohrung

Form dem hier zu verfolgenden Zwecke vollkommen entsprechen.

Bei grösseren Tiefbohrungen ist es von weiterem Werth, in die Details mehr einzugehen; so wird man die Leistungen näher analysiren müssen, als wie: Angabe der Huhöhe, des Schlaggewichtes, sowie die Nebenarbeiten alle specialisiren, wie die Zeit des Einlassens, Aufholen des Löffels etc., und auch für die aussergewöhnlichen Nebenarbeiten eine weitgehendere Rubrizirung vornehmen.

Diess für Bohrungen von so geringer Tiefe, als hier besprochen worden, durchzuführen, wäre von geringem Werth und mit zu grossem Zeitverluste für den Bohrmeister verbunden.

Sollten aussergewöhnliche Fälle, welche mehr Zeit in Anspruch nehmen, vorkommen, so ist die Rubrik für ausser-

gewöhnliche Nebenarbeiten eröffnet, um nicht zu irrigen Schlüssen durch die ganze aufgewandte Zeit zu gelangen.

In die Rubrik „Anmerkung“ kommt nebst anderen wichtigen Bemerkungen, welche auf den Wechsel der Bohrinstrumente Bezug haben, noch die Skizze einer Situation des Bohrloches einzutragen, wenn nicht, wie für ausgedehntere Bohrungen, separat eine eigene Situation beiliegt. Auch wird die Verzeichnung der Nummer des Vormerkheftes, welches dem Bohrjournale zu Grunde gelegt wurde, nicht zu vergessen sein.

Die Vormerkbücher werden dem Bohrmeister nach Vollendung einer für sich abgeschlossenen Bohrung abgenommen und dem Bohrracte angeschlossen.

Nach dem Bohrjournale werden die Schnitte in den Profilen aufgetragen, die wichtigsten Coten und Bezeichnungen beigesetzt und das Profil durch die auf Grund der gewonnenen Resultate construirten idealen Linien vervollständigt. Hiebei ist es der Übersicht halber nothwendig, in der Zeichnung einen Unterschied in der Durchführung der wirklich gefundenen Grenzen und der ideal bestimmten durchzuführen.

Auch möchte ich über das Personale für Bohrungen und über Hilfswerkzeuge noch einige Worte beifügen.

Die Partie zum Bohren besetzt aus dem Bohrmeister, den Bohrhäuern oder Schwengelarbeitern.

Der Bohrmeister muss schreiben, rechnen und etwas zeichnen können, er soll die Zimmerung und das Schmiedehandwerk verstehen, ruhig, nüchtern und redlich sein.

In der Wahl des Bohrmeisters und in dessen Verwendbarkeit liegt die Lösung der ganzen Arbeit, es ist daher umso mehr erforderlich, stets eine gleich strenge Controle zu üben, um das Pflichtgefühl nicht lahm werden zu lassen.

Besonders beim Eisenbahnbau treten diese Umstände schwieriger auf, da man sich nahezu immer erst ein diessbezügliches Personal schaffen muss, es ist daher nothwendig, dass sich der leitende Ingenieur, besonders in der ersten Zeit, mit voller Hingebung opfert und nicht eher die Schulung beendet, bis er nicht von der vollkommenen Gewissenhaftigkeit und Kenntniss jedes Einzelnen überzeugt ist.

Es liegt nicht in dem Mangel an intelligenten Leuten, sondern mehr in der gleichzeitig verbundenen Gewissenhaftigkeit, in der vollen Auffassung der Tragweite irgend einer Vernachlässigung.

Ich bin wenigstens zu der Erfahrung bei vielen bergmännischen Arbeiten gelangt, dass der Zünftige nicht immer der beste Arbeiter ist und man soll sich ja nicht durch die Zünftigkeit irgend eines Individuums von vorneherein binden, ausser es stehen demselben Empfehlungen von bekannten Fachmännern zur Seite, wo es möglich ist, sich zu orientiren.

Von der Bohrmannschaft, welche dem Bohrmeister untersteht, wird verlangt werden müssen, dass selbe kräftig und fleissig ist.

Dem Bohrmeister gibt man für jedes Bohrloch einen Gehilfen bei, wenn derselbe mehrere Bohrlöcher zu beaufsichtigen hat, es ist aber auch im Gegenfalle nicht unvor-

theilhaft, sich ein weiteres Personal heranzubilden, um bei eventuellen Krankheitsfällen etc. die Bohrungen desshalb nicht einstellen zu müssen.

Die Entlohnung der Arbeit erfolgt am Besten immer im Schichtlohne und kann nur durch Prämien mit Vortheil auf die Arbeitsleistung eingewirkt werden.

Ein Accord ist erstens sehr schwer zu bestimmen und dann geht er immer auf Kosten der genauen Beobachtung, was durch einen guten Bohrmeister vollkommen ersetzt wird.

Beim Bohren mit steifem Gestänge ohne Freifallapparat nimmt die Anzahl der Schwengelarbeiten in grösseren, ausser dem Bereiche der hier zu erzielenden Tiefen rasch zu, bis 50 M. genügen immer 3 Mann am Schwengel,

bis 80 M. werden dann 4 Mann,

„ 100 „ „ 5

„ 120 „ „ 6

„ 140 „ „ 7 „ etc. nöthig.

Bei Anwendung des Freifallapparates ist die Zunahme eine weit geringere, weil das Gewicht des Gestänges durch das Gegengewicht parallelisirt wird.

Da oben angenommen wurde, dass der Bohrmeister mit dem Schmiedehandwerk vertraut sein soll, was auch immer grosse Vortheile bietet, indem viele Transporte schadhafter Bohrgeräthe erspart werden, so bedingt dies in dieser Richtung auch eine Erweiterung in der Einrichtung der Bohrhütte.

Bei umfangreicheren Bohrungen, welche an einer Stelle mehr weniger concentrirt sind, wird es von Vortheil sein, eine kleine Feldschmiede mitzuführen, die dem Gestängequerschnitt entsprechend ausgerüstet sein muss, da doch alle vorkommenden Schweissungen vorgenommen werden müssen.

Weiters gehören noch zur Ausrüstung die nöthigen Maassstäbe, Senkel, Kreide, ein oder zwei Wasserkübel, eine Kanne mit Oel, dann Werg, um die Gewinde stets rein und geölt zu erhalten, da man hiedurch eine bedeutende Zeitersparniss durch leichteres Lösen und Verbinden der einzelnen Gewinde erzielt.

Auch ist es von grossem Vortheile, dass man zur Schonung des ganzen Apparates bei den vielen Transporten, welchen derselbe unterworfen ist, für die heikelsten Theile genügende Schutzvorkehrungen trifft. Ich fand am einfachsten, alle Gewinde mit Lederkappen zu versehen und die Bohrer selbst in eigens hiezu hergestellten Kisten zu verpacken. Dem Gestänge schadet es weniger, wenn die Gewinde versichert sind, frei transportirt zu werden, da, wenn es auch etwas verbogen werden sollte, dasselbe leicht wieder gerade gerichtet werden kann. Schwieriger sind aber Schäden an den Bohrern selbst zu beseitigen, daher für dieselben mehr Sorgfalt zu verwenden kommt.

Besonders muss betont werden, das Bohrpersonele anzuweisen, das Werkzeug strenge in Ordnung zu halten und jedem derselben einen leicht zugänglichen, immer gleichen Standort anzuweisen, damit bei der Arbeit nie nach dem Werkzeug gesucht werden darf. Es mag kleinlich erscheinen, dass auf solche Dinge aufmerksam gemacht wird, aber in der Praxis wird dies Jedermann sofort einleuchten, da durch eine gewohnte Unordnung sehr viel Zeit, die meist sehr kostspielig ist, verloren geht.

Es muss sich der Ingenieur bei diesen Vorarbeiten überhaupt immer rege im Gedächtnisse erhalten, dass die Ausgaben für diese Arbeiten nur zu Vorstudien verwendet werden und wird daher jede unnütze Geldausgabe entschieden ferne halten müssen, um nicht durch ein derartiges Gebahren sich selbst in der Klarheit des zu schaffenden Einblickes zu beschränken, eventuell die weiters nothwendigen folgenden Bauanlagen in ihren Crediten zu schmälern.

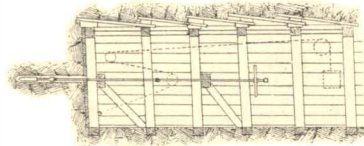
Nach Vollendung eines Bohrloches soll dasselbe entweder wieder verschüttet werden, oder, wenn diess durch noch weiters zu beobachtende Grundwasserspiegelhebungen etc. nicht zulässig wäre, mit einem Holzdeckel, welcher durch Pfähle gegen Verschiebungen gesichert ist, zugedeckt werden, damit man gegen Unfälle für Menschen oder weidendes Vieh etc. gesichert ist.

Zum Schlusse möchte ich noch der Sondirungen mittelst Bohrungen von Schächten und Stollen aus erwähnen.

Diese Fälle können sich sehr häufig ereignen, besonders bei Stollenbauten in Gebilden, die keine strenge Scheidung der zusammensetzenden Elemente bieten.

Bei Schächten, wo in verticaler Richtung noch weitere Sondirungen nothwendig werden, gestalten sich die Verhältnisse der Bohrung viel einfacher, indem das Bohrgerüste entfällt, an dessen Stelle der Schacht selbst tritt.

Fig. 34.



Es wird die Führung des Gestänges an dem Schachtkranze durch Einziehung von Querriegeln hergestellt und am Mundloch ein kleines Bockgestelle zur Anbringung der Rolle für die Hebung des Gestänges angebracht.

Wenn von Stollenbauten aus weitere Sondirungen mittelst Bohrung vorgenommen werden, so sind die Verhältnisse durch den beschränkten Raum ungünstiger zu nennen.

Am einfachsten ist die Arbeit, wenn vom Ort, in der Richtung des Stollens, das Bohrloch getrieben werden soll.

Man stellt zu dem Zwecke durch zwei an den Stollenzimmern befestigte Querriegeln ein Auflager für das Bohrgerüste (Fig. 34) her.

Einen Querbalken gibt man unmittelbar vor das Mundloch, den zweiten je nach der Gestänglänge rückwärts als zweites Auflager, die übrige Führung wird eventuell durch Klammern besorgt.

Um die Drehung des Bohrers beliebig vornehmen zu können, muss man, an den Auflagerpunkten der Gestänge durch Aufsetzen von cylindrischen Holzhülsen die Kanten eliminiren, da gewöhnlich der Gestängequerschnitt ein quadratischer ist und durch die constante Erschütterung und ungleiche Führung sowohl die Bohrarbeit erschwert, als auch der Apparat sehr ungünstig in Anspruch genommen würde.

Ich verwendete hiezu Holzrollen, welche in zwei Theile gespalten waren und die innen eine etwas grössere Aus-

hohlung besessen haben, als der Gestängequerschnitt erforderte, damit, wenn selbe mittelst Draht in eingelassenen Rinnen an der Cylinderfläche befestigt, je nach dem Fortschritte der Bohrung leicht verschoben werden konnten.

Die Arme des Drehkrückels richten sich nach dem vorhandenen Raum im Stollen und wird man bei grösserer Tiefe des Loches auch zwei anwenden müssen, wobei man die Stellung quirlförmig nimmt.

Grössere Bohrlochtiefen als 20 M. werden in den von uns zu berücksichtigenden Fällen nicht leicht vorkommen, bei welcher Tiefe die Arbeit auch eine sehr langwierige und beschwerliche wird, was noch mehr von dem stossenden Bohren gilt, da bei grösseren Tiefen die ganze Führung in dem Bohrloche selbst liegt. Bei dem drehenden Bohren ist die Führung durch den Bohrer besser gegeben, beim stossenden dagegen ist ein stetes Ritzen an den Wänden kaum zu vermeiden.

Um Wasser für die stossende Bohrung im Loche zu erhalten, legt man dasselbe, wenn es die Verhältnisse gestatten, nach abwärts geneigt an, sonst müsste mittelst einer kleinen Spritze wenigstens theilweise nachgeholfen, oder ganz trocken gebohrt werden.

Die gerade Richtung, sowie auch die vollkommene Rundung eines Bohrloches, ist bei dieser Bohrung sehr schwer zu erhalten, da wie schon gesagt der Bohrer im Loche Führung nimmt, was aber bei geringen Tiefen ohne Bedeutung ist.

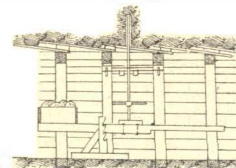
Sollten grössere Tiefen als 10 M. erreicht werden müssen, so wird es sich stets rentiren, durch ein an einem Seile, welches über Rollen gelegt und an dem Ende der Bohrstange befestigt ist, angebrachtes Gewicht, die Anpressung, resp. den Stoss des Bohrers gegen das Gebirge zu erleichtern.

Es ist dieser Fall in Fig. 34 in punktirten Linien skizzirt.

Die Räumung des Bohrloches erfolgt wie bei gewöhnlichen Handstossbohrern mit einem einfachen Rammlöffel, der an das Gestänge befestigt werden kann.

Wenn Bohrlöcher schräg zur Stollenachse, senkrecht oder nach abwärts gegen dieselbe angelegt werden sollen, so ist die Arbeit die gleiche, nur hiedurch, dass nur sehr kurze Bohrgestängestücke in Verwendung kommen können, erschwert, und der Betrieb kostspieliger.

Fig. 35.



Bedeutend schwieriger ist jedoch das Bohren über sich und ich würde für derartige Vorkommnisse die in Fig. 35 skizzirte Vorrichtung empfehlen, umso mehr als hier noch geringere Bohrlochtiefen, als im Vorigen angegeben, erreicht werden sollen.

Man wird kaum über die Grenze von 7—10 M. gehen.

Der in Fig. 35 dargestellte Apparat besteht aus einem Hebel, der in einem Gestelle sein Auflager hat und je nach dem Fortschritte der Bohrung gehoben werden kann. Am zweiten Hebelsarme befindet sich das Gegengewicht, welches nach der Zunahme der Gestänglänge regulirt wird.

Mit dem Hebelsarme wird beim stossenden Bohren der Stoss, beim drehenden Bohren das Anpressen des Bohrers an das Gebirge besorgt, während durch das Krüchel entweder die Stellung des Meissels oder die Drehung des Bohrers bewirkt wird.

Das stossende Bohren muss in solchen Fällen ohne Wasser besorgt werden.

Diese verschiedenen Arten der Bohrungen von Stollen- und Schächten kommen besonders bei Entwässerungs-Anlagen in sehr verworrenem Gebirge häufig vor, besser gesagt, man soll nicht versäumen, bevor man weitere Anlagen unternimmt, durch weitere Sondirungen sich nach Möglichkeit zu orientiren, da hiedurch viele Ersparungen erzielt werden können.

Auch ist es von grossem Werthe, wenn voraussichtlich grössere Massen von Rückstauwässern mittelst Stollen an-

tenden Organe notwendig, um sich die Dinge so zurecht zu legen, wie es eben die Natur der Sache erfordert.

Über die Kosten und Fortschritte der Bohrung bestimmte Anhaltspunkte zu geben, ist wohl nicht statthaft, da die in Berücksichtigung zu ziehenden Factoren zu viele Combinationen zulassen, auch die Verhältnisse, wenn ganz gleiche Bodenbeschaffenheit vorhanden wäre, nicht immer vollkommen übereinstimmen, die Zufälligkeiten, die jeder Berechnung unzugänglich, zu ausgedehnter Natur sind.

Des weiteren liegt gerade für die hier zu erörternden Fälle zu wenig Material vor, und ich finde es nicht zulässig, aus dem mir aus eigener Beobachtung zugänglichen Preisen allein, eine Richtschnur zu geben und bemerke, dass im Allgemeinen durchschnittlich der Current-Meter Bohrloch bis 30 M. Tiefe bei günstigen Bodengattungen mit 1 fl., bei ungünstigen mit 6 fl. gerechnet werden kann, wobei

#### Für Handbohrungen von Tag oder Schacht.

Stück	Gegenstand	Stück	Gegenstand	Stück	Gegenstand	Bemerkung
2	Schneckenbohrer	1	Rolle sammt Hacken	1	Maassstab 2 M.	Ausser diesen Geräthen ist noch beizugeben: Eine Ölkanne, zwei Wasserkübel, die Kisten für die Bohrproben, sowie die nöthigen Kisten etc. für den Transport der Geräthe.
2	Schnapper	1	Handkrücke	30	Futerröhren à 2 M.	
1	Spiralbohrer	1	Stellschraube 300 Mm. lg.	2	Bohrtäucher (gleicher Construction)	
4	Einfache Meisselbohrer	1	Henfseil 60 M. lg.		Schrauben-Nieten und für die Röhrenverbindung	
4	Meissel mit Ohrenschnaide	1	Bohrgabel	1	Bohrgerüste	
2	Löffel mit abschraubbarem Ventil	1	Bohrschere	1	Winde mit Vorgelege	
3	Löffelventile	3	Gestängeschlüssel	20	Eisenklammern	
16	Bohrgestänge à 1 M. lg.	1	Freifallschere	1	Kleine Feldschmiede sammt Werkzeug	
7	Wechselstücke à 0.3, 0.6, 0.9, 1.0, 1.2, 1.5, 3.7 M. lang	1	Glücksbacken	1	Senkel	
1	Kopfetück	1	Fallfangschere	1	Schaufel	
1	Kleines Handkrüchel	1	Krätzer	1	Haue	
6	Leitkürbe	1	Geisefuss	1	Sperrbare Werkzeugkiste	
1	Drathseil 20 Mm. dick, 60 M. lang	1	Schmantheber m. Schraube			
		1	Kette für die Stellschraube			

gefahren und abgezogen werden sollen, durch Anbohrung derselben die Hauptmassen abziehen, da ein Vortrieb des Stollens, ohne diese Vorsicht zu gebrauchen, in vielen Fällen sehr gefährlich werden kann und man sich derartigen Dingen nicht aussetzen soll, wenn die Verhältnisse vorher erkannt wurden.

Man muss sich bei diesen Untersuchungen auf kleinere Bohrlochdurchmesser beschränken, damit der Apparat selbst ein einfacher, leichter handhabbar wird und genügt für Tiefen von 10—15 M. ein Bohrlochdurchmesser von 60 bis 80 Mm. vollkommen. Auch wird man die Länge der einzelnen Gestänge wie Zwischenstücke kürzer wählen, um mehr Spielraum, bei den beschränkten Ortsverhältnissen in einem Stollen, zu besitzen.

Nachdem ich die wichtigsten Momente bei der Bohrung für die hier zu besprechenden Vorkommnisse erwähnt habe, will ich nur noch hervorheben, dass das eben Gesagte über die Bohrung nicht immer stricte zur Anwendung gelangen kann. Die Verhältnisse, unter denen man arbeitet, sind zu verschieden, um strenge Directiven geben zu können, gerade hier ist die volle Hingebung zur Sache von Seite des lei-

jedoch die Anschaffungs- sowie Transportkosten der Bohrwerkzeuge nicht inbegriffen, sondern nur die Aufstellung, Arbeit, Aufsicht und Erhaltung in die eigentlichen Arbeitskosten eingerechnet erscheinen.

#### Für Handbohrungen von Stollen.

Stück	Gegenstand	Bemerkung
2	Schneckenbohrer	am Ende mit Schraubengewinde, so dass zur Verlängerung des Gestänge benützt werden kann.
2	Einfache Meisselbohrer	
1	Rammnadel	
12	Gestänge à 2 M. lang	
4	Wechselstücke à 0.2, 0.3, 0.5 und 1.0 M. lang	
1	Bohrgabel	
1	Kleines Handkrüchel	
2	Gestängeschlüssel	
1	Fallfangschere	
20	Eisenklammern	
1	Hacke	
1	Hammer	
1	Zange	

Es kennzeichnen schon die sehr weiten Grenzen, die gegeben sind, die Unsicherheit der Angabe selbst.

Kommen aber, wie es bei erst zu erbauenden Bahnen statthaben soll, Bohrungen auf grösseren Strecken vor und im ausgedehnteren Maasse zur Anwendung, so wird es sich jedenfalls empfehlen, dieselben an eine Bohrunternehmung zu vergeben, indem hiebei nebst der rascheren Vollendung auch sicher ein billiger ausgeführtes Operat zu Stande kommt. Eine derartige Unternehmung besitzt ausser den für alle Fälle ausgerüsteten Apparaten auch ein geschultes Personal. Es wird somit das Resultat, wenn gleichzeitig die Solidität der Firma eine ausgesprochene, die Überwachung eine dem Gegenstande nachgemässe ist, nur das Günstigste sein.

Bei Sondirungen von geringerer Ausdehnung ist diess wohl nicht ökonomisch, da sich für vereinzelt zu untersuchende kurze Theilstrecken ein derartiger Accord nicht auszahlen würde, ausser es sind sehr umfassende Studien, die auch Sondirungen auf grössere Tiefen erheischen, nothwendig.

In Folgendem gebe ich noch eine Zusammenstellung eines Handbohrapparates, wie selber für Untersuchungen, für die hier zu erörternden Fälle, ausgerüstet sein soll, welcher bis zu Tiefen von 50 M. vollkommen ausreichen wird, des weiteren eine Zusammenstellung über die nothwendigsten Geräthe bei Bohrungen von Stollen.

#### Sondirung mit Probegruben.

Probegruben kommen wohl nur bei sehr seichten Aufschlüssen zur Verwendung oder dort, wo nach der äusseren Configuration und sonstigen Beschaffenheit des Terrains rückzuschliessen ist, dass die abgelagerten Gebilde einen gleichmässigeren Verlauf besitzen, daher überhaupt nur zu constatiren kommt, dass die eventuell an einem Punkte durch andere Mittel genauer eruirten Bodenverhältnisse auf eine grössere Distanz sich ausdehnen, somit nach dem zu oberst liegenden Gebilden der Schluss allein gezogen werden kann.

Man gibt den Probegruben möglichst steile, der Bodenart entsprechende Böschungen, dass keine eigentliche Böschung erforderlich wird und kann so bis zu Tiefen von 2—3 M. gehen.

Sollte durch unvorhergesehene Fälle eine Ausschaltung einzelner Theile während der Arbeit vorkommen, so bedient man sich einer ganz provisorischen Einziehung von abgestempelten Verschalungsbrettern, muss aber grundsätzlich die Grube von vorneherein derart anlegen, dass diesen Abstempelungen nach Möglichkeit ausgewichen werde, da hiedurch der Charakter mit ihm die Kosten derartiger Anlagen sehr alterirt wird, andererseits die Ausführung für das Arbeitspersonale eine gefährliche wird.

Man hat bei der Böschungsbestimmung wohl auf die Erdfeuchte Rücksicht zu nehmen, soll aber hiebei die Dauer der Offenhaltung in Erwägung ziehen, nachdem Probegruben oft längere Zeit, besonders bei Vergebung der Bauarbeiten nach Einheitspreisen offen gehalten werden müssen, um den Offerenten die Möglichkeit der Orientirung über die Bodenbeschaffenheit bei den Preiscalculationen zu gewähren. Wo ein Zufüllen der Probegruben nach gemachter Auf-

schliessung nicht thunlich ist und ein längeres Offenhalten gefordert wird, müssen dieselben eingefriedet werden. Die Dimensionen einer Probegrube werden je nach der Tiefe und der Bodenbeschaffenheit meist derart angelegt, dass die Sohle von einem Quadrat mit 1—1.5 M. Seitenlänge gebildet wird.

#### Sondirung mit Schlitzten.

Schlitzte kommen öfters, wenn auch nicht zu häufig, zur Sondirung in Anwendung und sind ebenfalls mit Rücksicht auf die zu erreichende Tiefe in engere Grenzen gebannt.

Es kann bei dieser Art des Gebirgs-Aufschlusses der Umstand eintreten, dass die Anlage, wenn ein zur Bewegung geneigtes Terrain vorhanden ist, gleich einen Theil des zukünftigen Entwässerungssystems bildet, um die hieraus erwachsenden, bei einiger Tiefe ziemlich bedeutenden Kosten gleichzeitig einer reellen Verwerthung zuzuführen.

Man wird sich der Schlitzte bei Anschnitten öfters mit Vortheil bedienen können, besonders dann, wenn durch Bohrungen vorher eine theilweise Orientirung eingeholt wurde.

Empfehlenswerth sind die Aufdeckungen durch Schlitzanlagen als solche, wenn bei grösseren Quellausbrüchen der genaue Austritt derselben aus dem Gebirge zu erforschen kommt, die Quelle anderseits gefasst werden soll.

Es ist durch Bohrungen allein schwer, die Höhe der Anfahrung zu bestimmen und man thut unter diesen Umständen besser, wenn es die Terrain-Beschaffenheit erlaubt, die Gebilde gegen die Oberfläche aufzudecken, da das Zutagetreten, resp. das Ergiessen der Quellen, oft ganz anders erfolgt, als der eigentliche directe Ausbruch zeigt, nachdem durch die stete Erweichung der Umgegend so manche Veränderung platzgreifen kann.

Wird somit ohne vorhergegangene sichere Erhebung, die, wie schon erwähnt, durch Bohrungen nicht in allen Fällen mit der gewünschten Genauigkeit erfolgen kann, die Verfolgung der Quellschläuche mittelst Stollen bewerkstelligt, so kann man leicht durch das anfänglich zu rasche Ansteigen der Quelle in die Lage versetzt werden, dem Quellschlauch nicht mehr folgen zu können, was eine erneuerte Anfahrung über denselben zur Folge haben würde.

Als Sondirungsmittel im Allgemeinen tritt gegen die Schlitzte nebst den Kosten noch der Umstand auf, dass die Ausführung derselben in Hinsicht der praktisch erreichbaren Tiefen eine begrenzte ist. Man wird im Durchschnitte nie über die Grenze von 12 M. Tiefe gehen, wenn überhaupt die Bodenverhältnisse diese Tiefe zulassen, den bei allen diesen Herstellungen ist wohl im Auge zu haben, dass von vorneherein jeder möglichen Terraintrennung resp. Lockerung vorgebeugt werde, da man, sobald diess eintreten sollte, den Effect der Anlage schwächt. Wenn nicht gar die allgemeine Sachlage verschlimmert.

Es ist diess von dem Standpunkte aus gemeint, dass man bei den unter dem Capitel Schlitzte bezeichneten Herstellungen nicht jene solide Zimmerung voraussetzt, resp. durchführt, wie bei einem regulären Schachtbau, somit hier einen mehr provisorischen Charakter der Böschung annehmen

muss, was sowohl den Arbeitsvorgang, als auch den Preis bedeutend beeinflusst.

Ausser der Anwendung der Schlitzte als Sondirungsmittel, finden dieselben eine viel weitere Verwendung zur Entwässerung von Lehnen und glaube ich hier auch in dieser Richtung den Stoff in Erinnerung bringen zu sollen, nachdem die Form der Anlage für beide Zwecke eine und dieselbe ist.

Das Gleiche werde ich auch bei den später hervorzuhelenden Sondirungsmitteln, Schacht- und Stollenbauten, beobachten.

Im Terrain, wo keine eigentlich ausgesprochene wasserführende Schichte auftritt, oder wo überhaupt durch die nothwendig werdende Entwässerung geringere Tiefen als 12 M. zu erreichen sind, wird man stets eine Durchschlitzung des Terrains vornehmen und nur in jenen Fällen zu Stollenbauten greifen, wenn das betreffende Terrain bereits in Bewegung ist oder bei grösseren Aufweichungen, wo besondere Vorsicht gebraucht werden muss, andererseits wo eben die Tiefe keinen rationellen wie ökonomischen Betrieb mehr erwarten lässt.

Wie aus dem Vorhergehenden schon theilweise zu entnehmen, ist bei der Bestimmung der Maximaltiefe nicht immer von der Preisdifferenz zwischen Schlitz und Stollen auszugehen, sondern es bestimmt sich die Grenze vor Allem mehr in der Sicherheit der praktischen Ausführung.

Es werden bei steileren Lehnen, oft bei 8 M. Tiefe, die Verhältnisse der Versicherung durch successiven Abbau schon ungünstig, nachdem man nahezu immer in mehr aufgeweichten oder wasserführenden Gebilden die Arbeit verrichten wird, somit der Hauptfactor der Bestimmung der Tiefe immer in der richtigen Beurtheilung der anzufahrenden Bodenarten liegt.

Sollte eine zu grosse Erweichung der Gebilde auftreten, welche die Anlage von Schlitzten nicht zulässt, jedoch eine Durchfahrung derselben in grösseren Höhen, als durch die Anlage eines Stollens möglich, wünschenswerth sein, so können noch Combinationen zwischen Stollen und Schlitz oder Stollen über Stollen ausgeführt werden. Eventuell kann auch ein reiner Schachtbau in den tieferen Partien zur Durchführung gelangen, was sich wohl in den seltensten Fällen als nothwendig erweisen wird, somit als äusserstes Extrem bezeichnet werden kann.

Die Dimensionirung der Breite der Schlitzanlagen richtet sich nach der Beschaffenheit der zu durchsetzenden Massen, es kann aber angegeben werden, dass bei etwas grösseren Anlagen nicht unter 1 M. Breite im Lichten der Anlagen werden soll, sowie nur in Ausnahmefällen darüber.

Es bildet somit die Lichtweite von 1 M. einerseits die Dimension für die günstige Arbeit, andererseits jene Grenze, wo die immer mehr einen provisorischen Charakter habende Zimmerung mit Sicherheit angewendet werden kann. Desselgleichen ist die Breite von 1 M. nahezu immer genügend, um jenen Hohlraum erzeugen zu können, der ausgefüllt mit Stein etc. die Saugfähigkeit besitzt, alle Bergwässer aufzunehmen und der genügend Sicherheit bietet, gegen ein Zusammenfliessen der Massen oder frühzeitiges Verschlammten. Sind grössere Bewegungen noch nachträglich vorzusetzen,

so wird man nach der Zulässigkeit der Verhältnisse die Breite mit 1.5 oder 2 M. wählen, da unter derartigen Umständen acht zu haben ist, dass man in dem Entwässerungsnetz einen Körper schafft, der nicht sogleich durch geringe Alterirung seiner Function, etwa durch Trennung oder Verschiebung einzelner Theile gestört wird.

Grössere Schlitzbreiten als 1.5 M., in Ausnahmefällen 2 M., wie bei Fortsetzung der Schlitzte durch Stollen sind nicht zu empfehlen, da die zulässigen Grenzen unter allen Verhältnissen überschritten würden.

Sollten grössere Breitendimensionen durch die Sachlage dennoch erforderlich sein, so muss zum Schachtbau übergegangen werden und in diesem Falle sollen nicht zu grosse Längsstrecken in einem eröffnet, sondern mehr partiell in der Ausführung vorgegangen werden.

Für die Zwecke der Entwässerung kommt die Sohle der Schlitzte in eine Schichte zu legen, die wasserundurchlässig ist, damit das Vermögen vorhanden ist, das aufgesaugte Wasser auch abzuführen.

Um dieser Anforderung nachzukommen, muss bei dem Auftreten einer wasserundurchlässigen Schichte die Sohle mindestens 0.3 M. in diese Schichte eingelassen werden.

Tritt keine vollkommen wasserundurchlässige Schichte auf, so ist durch künstliche Mittel, die je nach Umständen in einem in Mörtel gelegten Pflaster, in einer Betonschichte oder in einem eventuell auf Lehmschlag gebetteten Trockenpflaster bestehen können, die Undurchlässigkeit der Sohle zu schaffen.

Eine Versicherung der Sohle kann auch dann nothwendig werden, wenn bei voraussichtlich grösseren zu fassenden Wasserquantitäten, bei wasserundurchlässiger Sohle, starke Gefälle vorkommen, oder wenn grössere Erweichungen der Sohle bei sehr geringem Gefälle zu befürchten sind. Man wird unter diesen Verhältnissen meist nur ein Trockenpflaster verwenden und soll hiedurch im ersten erwähnten Falle eine Auskolkung der Sohle und der daran hängenden Consequenzen vermieden werden, während im letzteren einem Eindringen des Steinkörpers im Schlitz und der hieraus folgernden Unregelmässigkeiten der Sohle vorgebeugt wird.

Dieser künstlichen Sohlenversicherung gibt man gegen die Mitte zu ein Gefälle, führt selbe somit muldenförmig, oder was für die Ausführung einfacher ist und demselben Erfolg gibt, in geraden Linien gegen die Schlitzachse zu geneigt aus.

Der Pfeil dürfte für 1—2 M. Schlitzbreite mit 0.1 bis 0.15 M. bei den meisten Anlagen genügen, bei besonders grossen Mengen von abzuführendem Wasser ist derselbe jedoch nach Bedarf mit Rücksicht auf das Gefälle zu vergrössern.

Die Stärke der Pflasterungen wird innerhalb den Grenzen von 0.2—0.3 M. ausreichen, unter 0.2 M. soll man nie gehen, da diess die geringste Dimension für ein ordentlich hergestelltes Pflaster bildet.

Für Beton ist die untere Grenze 0.3 M., die obere 0.5 M. Andererseits kann noch eine Nachgiebigkeit im Untergrunde durch die bevorstehende Belastung der Schlitzsohle mit der Steinschichtung (Steinbeugung) zu erwarten sein, was theils in mehr aufgeweichten oder hiezu geneigten Bodengattungen,



sowie bei gleichzeitiger grösserer Belastung auftreten wird und man gibt dann das Pflaster oder den Beton auf einen Bohlenbelag, der mit 0.05 M. Stärke genügen dürfte, um eine gleichmässige Inanspruchnahme des Untergrundes zu erzielen.

Die Möglichkeit der Lage der Entwässerungssohle in einer nicht wasserundurchlässigen Bodengattung tritt ein, wenn einzelne grössere Quellgänge gefasst werden und bei einer dem Programm der Trockenlegung entsprechenden Tiefe keine wasserundurchlässige Schichte angetroffen wird, weiters wenn Schlitzausmündungen gegen Bäche oder Flüsse aus Rücksicht gegen die Hochwässer mit den Ausflusshöhen höher gehalten werden müssen, als nach der Sachlage wünschenswerth wäre.

Das Gefälle der Sohle der Schlitzanlagen soll nach Thunlichkeit ein gleichmässiges sein, es ist daher zu trachten, zu grelle Übergänge zu vermeiden und wo die Möglichkeit vorhanden ist, eher von einem schwächeren auf ein stärkeres Gefälle überzugehen, zum mindesten sollen aber durch Einlegung von Übergangefällen die grössten Contraste beseitigt werden.

Die Ausbölung der Schlitze erfolgt je nach deren Lage und den zu durchfahrenden Gebilden mit Brettern, die durch angelegte, gegenseitig abgestempelte Pfosten gehalten werden oder es erfolgt der Vortrieb ähnlich wie bei Schacht- und Stollenbauten.

Bei sanft ansteigendem Terrain, bei nicht zu grosser Erweichung oder starkem Wasserandrang, sowie auch dort, wo die zu durchschlitzenden Massen noch einen grösseren Zusammenhang aufweisen, genügen oft einfache Abstempelungen.

Die Stärke der Bölung hängt auch unter Anderem von der Lage ab, so wird man bei senkrecht gegen das Gebirge geführten Schlitzanlagen, wo die Schubrichtung oft mehr in der Richtung der Achse des Schlitzes selbst liegt, eine geringere Bölung benötigen, als bei schief zu dieser Schubrichtung sich verscheidenden.

Man geht selten mit den Stempeln näher als 1 M. in der Lichtweite, ebenso ihrer Höhenlage nach und benützt dieselben gleichzeitig als Unterstützung für die Bretterböden für den etagenförmigen Hub des Materiales, soll daher keine zu grossen Unregelmässigkeiten in der Lage der Stempeln in horizontalem Sinne untereinander eintreten lassen.

Die Schlitzarbeit wird, wenn nicht mehrere Angriffspunkte gewählt werden, von den tiefsten Punkten, somit von dem zukünftigen Auslauforte der Bergwässer begonnen, dabei soll man trachten, wenn es die Verhältnisse erlauben, das Entwässerungsnetz in entsprechenden Theilen im Aushube offen zu lassen, damit bei einer eventuell nothwendig werdenden Gefällsänderung der Schlitzsohle noch nachgeholfen werden kann.

Nie soll diess jedoch auf Kosten der Gefahr hin bestehen, dass grössere Druckäusserungen hervorgerufen werden und wird man in solchen zweifelhaften Situationen gleich hinterher mit der Ausschlichtung beginnen und nur so viel vollendeten Aushub folgen lassen, damit den weiteren Aufdeckungen in gewissen Grenzen entsprochen werden kann, eine Arbeit der andern überhaupt nicht im Wege ist.

Diese, im Letzteren hervorgehobenen Umstände kommen besonders dann zu berücksichtigen, wenn das Project auf nicht zu ausgedehnte Sondirungen beruht, oder wenn bezüglich der Wasserführung die untere Grenze nicht genau fixirt ist, was nicht selten dann eintritt, wenn theils sandige oder schotterige Gebilde successive in mehr lehmige übergehen.

Dort jedoch, wo in dem Wechselder Gesteinsbeschaffenheit selbst die Wasserdurch- oder Undurchlässigkeit ausgesprochen ist, wird die Bestimmung der Sohle eine sehr leichte und präcise von vorneherein sein.

Für den Aushub müssen stets geeignete Depötplätze bestimmt werden und wird diese Frage immer in Erwägung zu ziehen sein, da nur zu leicht durch einseitige oder zu grosse Anhäufung von Material in der unmittelbaren Nähe der Schlitze ungünstige Druckäusserungen verursacht werden können.

Diess gilt nicht nur allein für die Schlitzanlagen sondern überhaupt für ein jedes Terrain, dessen Stabilität durch künstliche Mittel vergrössert werden soll.

Man soll, wenn es statthaft ist, nur dasjenige Material seitwärts von Schlitzanlagen deponirt halten, welches, wie in manchen Fällen und wie noch hervorgehoben werden wird, zur Wiederanfüllung verwendet werden soll, das Übrige ist stets ausser dem Bereiche der zu entwässernden Gebiete abzulagern.

Schlitzte von grösserer Tiefe und Ausdehnung werden am zweckmässigsten in mehreren Etagen, oder durch die Wahl mehrerer Angriffspunkte betrieben und wird man nach Möglichkeit den directen Hub zu vermeiden suchen, was bei grösseren Tiefen, wenn das Gebirge keine zu enge Abstrebung verlangt, dadurch bewerkstelligt werden kann, dass der Transport mit der Schiebertruhe eingeführt wird.

Kann der Schlitz auf grössere Distanzen länger offen belassen werden, so wird auch ein Rollwagenbetrieb einführen möglich sein. Im Gegenfalle muss zum directen Hub mit der Schaufel von Etage zu Etage gegriffen werden, indem sich Materialhub-Vorrichtungen mittelst mechanischer Triebkraft selten auszahlen dürften, ausser es wären die zu bewältigenden Cubaturen sehr gross.

Eine vorsichtiger Behandlung erfordern Schlitzanlagen bei steilerem Ansteigen des Terrains, sowie bei stark aufgeweichten Bodengattungen, besonders schwierig wird die Ausführung, wenn beide Extreme sich vereinigen. Solche Aufschlüsse werden besonders dann nothwendig, wenn gefordert wird, dass in einer derartig verworrenen Masse die Hauptquellgänge aufgedeckt werden müssen, um sie mit Stollenanlagen weiter zu verfolgen.

Es tritt somit hier die Schlitzanlage gleichzeitig als Sondirungsmittel auf und ist, wie schon vorhin bemerkt, von grosser Bedeutung, da, z. B. in Schutthalden, selten durch Bohrungen die Niveaux der Quellgänge genau constatirt werden können, sondern nur mehr deren Vorhandensein. Man nimmt in solchem Gebirge eine Getriebezimmerng vor, die sich auf solid abgestempelte Unterzüge stützt und je nach Nothwendigkeit noch weitere Verstärkungen erfährt. Ist die Aufweichung eine grosse, so ist ohnehin nicht rathsam, mit den Schlitzanlagen zu weit zu gehen,



man wird dann zur Stollenanlage schreiten müssen, der, wenn es sich als nothwendig herausstellen sollte, eine Schachtabteufung — damit die Niveaux sicher fixirt werden — vorangehen kann.

Werden grösseren Schlitzanlagen Sondirungen mittelst Schächten vorausgeschickt, so sind dieselben unter allen Umständen so anzulegen, dass sie späterhin in das Entwässerungsnetz einbezogen werden können und dienen dann gleichzeitig, um einen forcirten Betrieb einzuleiten, der bei allen diesen Herstellungen von grossem Vortheil ist, als weitere Angriffspunkte. Auch können derartige Schachtanlagen eventuell zur Materialförderung wie zum Wasserhub benützt werden.

Die möglichst rasche Vollführung dieser Arbeiten ist in mehrfacher Beziehung eine Bedingung.

Vor Allem erreicht man das eigentliche Ziel, die Trockenlegung der zu entwässernden Gebirgsmassen, früher, was eine baldige Inangriffnahme der eigentlichen Erdarbeiten zulässt, und entgeht den bei zu lange in Betrieb stehenden Arbeiten nahezu immer eintretenden Lockerungen des Gefüges dieser Gebirgsmassen in der Nähe der Schlitzanlagen, die schwerwiegende Consequenzen mit sich führen können. Wenn auch bei der nöthigen Vorsicht in vielen Fällen keine grossen Bewegungen, respective Druckäuserungen zu befürchten sind, so werden doch durch ein zu langes Offenlassen Verstärkungen nothwendig, die die Kostenfrage oft bedeutend alteriren können.

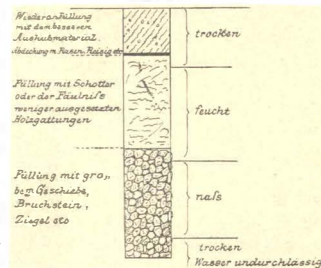
Was die Ausfüllung der Schlitzanlagen betrifft, so wird man bei grösseren Tiefen, um eine richtige Ökonomie walten zu lassen, drei Kategorien von den durchschlitzten Gebilden unterscheiden und zwar, Nässe, die eigentliche Wasserführung, Feuchte und Trockene (mit der natürlichen Bodenfeuchte behaftet). Man gibt zu unterm (Fig. 36), bis über die Grenze der eigentlichen wasserführenden Schichte eine Steinschichtung, wozu gröbere Geschiebe (Kugelsteine, auch Katzenköpfe genannt) ganz gut verwendbar sind, indem dieselben durch ihre rundliche Form möglichst viele Zwischenräume für den Wasserabzug gewähren.

Sind keine solchen grösseren Geschiebmassen zu haben, so verwendet man Bruchsteine, letztere auch dort, wo es geboten erscheint, der Schlitzfüllung den Charakter einer stützenden Masse zu geben.

Um den an der Sohle gesammelten Sickerwässern einen möglichst raschen Abfluss zu schaffen, bildet man an der Sohle der Schlitzanlage eine kleine Deckeldohle oder einen kleinen gewölbartigen Raum, damit andererseits auch den Verschleimmungen an der Sohle vorgebeugt werde.

Dieser Ausbau ist am solidesten entschieden in Stein hergestellt, doch nicht immer ist derselbe für solche Zwecke zu haben, da nicht zu selten gerade in ausgedehnteren

Fig. 36.



Tertiär-Gebieten, wo solche Anlagen häufig nothwendig werden, ein grosser Steinmangel herrscht, so dass für die Objectsbauten das nothwendige Steinmaterial mit vielen Kosten beschafft werden muss.

Unter solchen Verhältnissen ist zu künstlichen Steinen, den Ziegeln, zu greifen, wozu am besten stark gebrannte, verglaste genommen werden, und ist auf besonders gute kalkfreie Ziegel zu sehen. Auch bildet die Braunkohle, die oft in derartigen Gebieten leichter zu beschaffen ist, ein vorzügliches Ausschlichtungsmaterial, nur muss sie gleich nach ihrer Gewinnung mit der natürlichen Bruchfeuchte in Verwendung kommen, da sie sonst brüchig wird und leicht zerfällt.

In derartigen Zwangslagen muss man sich immer den natürlichsten Mitteln anpassen, um nicht durch zu enorme Kosten entweder den Werth der Anlage, andererseits die Möglichkeit der Anlage zu gefährden und bei Allem im Auge behalten, einen möglichst gegen Nässe widerstandsfähigen Stoff in Verwendung zu bringen, man hat daher bei Verwendung von Stein die betreffende Feulgattung auch in dieser Hinsicht zu prüfen, wenn ein Zweifel obwalten sollte.

Es ist schon oft genug hiedurch manche Anlage in ein zweifelhaftes Licht gebracht worden, indem die Functionirung bei Verwendung von schlechtem Material sehr bald gestört wurde, mit welchem Moment der Werth der ganzen Anlage erlischt.

Die weitere Ausschlichtung in den mit feucht bezeichneten durchschlitzten Gebilden, kann dann je nach dem Vorhandensein mit reinem Schotter oder Steinabfällen von Brüchen geschehen. In Ermanglung dieser wird auch Prügelholz verwendet werden können, man wähle aber wenigstens solche Holzgattungen, die der Fäulniss am meisten Widerstand bieten. Es rührt die Feuchtigkeit in dieser Schichte nur von dem Rückstau der Wässer, welche nicht genügenden Ablauf besessen haben, her, somit ist die Austrocknung, sobald das Gebirge durchschlitzt ist, eine rasche, daher der Werth dieser Ausbeugung nur ein vorübergehender.

Bis die Fäulnisse soweit gediehen ist, dass ein grösseres Zusammensitzen der Holzmassen zu befürchten steht, muss die ganze trocken zulegende Partie wohl hinlänglich consolidirt sein, somit aus diesem Vorgange keine Gefahr resultiren kann.

Ist aber die Holzschichtung durch Schotter etc. leicht zu ersetzen, so soll dieses geschehen, weil man der ganzen Anlage einen entschieden sicheren Charakter verleiht.

Über diese zweite Schichtung gibt man entweder einen Rasenbelag, die Wurzel nach aufwärts gekehrt, oder Schwartlinge, etwa von der Bölzung rückgewonnene, oder auch Reisig. Es hat diess nur den Zweck, dass die unteren zur Wasserabführung gebildeten Schichten durch die darüber zu gebende Wiederanfüllung mit dem Aushubmaterial nicht verunreinigt werden.

Ist eine Rasendecke vorhanden, so sticht man selbe vor Beginn der Schlitzanlage ab und schlichtet die Rasenziegel in grössere Haufen, damit sie nicht vollkommen austrocknen, indem dieselben sonst ihre Verwendbarkeit zu diesem Zwecke verlieren, weil sie zu brüchig werden.

Zur Wiederanfüllung verwendet man das bessere Aushubmaterial und gibt oben eine Überhöhung, damit durch die nachträglichen Setzungen der Wiederanfüllung keine Furchen entstehen. Als Abschluss der Wiederanfüllung gibt man von dem abgestochenen Humus eine entsprechende Humusdecke und sucht durch Besämgung eine möglichst rasche Vernarbung der Oberfläche hervorzurufen. Es soll gleich hier bemerkt werden, dass bei der Ausschlichtung nur insoweit das Bölzungsholz rückgenommen werden soll, dass keine Verunreinigung der Ausschlichtung oder Lockerung der Seitenwände erfolgt und man darf die Arbeiter nicht nach ihrem Eigenwillen handeln lassen, da dieselben oft zuviel auf einmal herausreissen, um leicht hantiren zu können.

Die Abstempelung kann nahezu immer beseitigt werden, nicht so ist es jedoch mit der Verschalung und soll man hier nicht zu haarspalterisch vorgehen, da der Werth der Verschalung in keinem Vergleiche zu der dadurch möglichen Verunreinigung durch grössere Ausschaltungen steht, indem, wenn keine besonderen Druckäusserungen zu befürchten sind, zu diesem Zwecke ohnehin meist nur Sägeabfälle, sogenannte Schwartlinge, genommen werden.

Bis jetzt wurde nur jener Schlitzanlagen gedacht, wo eine gedeckte Form zur Anwendung gelangte, und betone ich, dass es nur im Interesse einer dauernden Wirksamkeit ist, alle diese Anlagen der directen Einwirkung der Tagwässer zu entziehen, was bei einer Tiefe über 1.5 M. immer leicht möglich wird, umso mehr als die obere Schichte von gelockertem Boden noch genügende Saugfähigkeit besitzt. Selbst bei 1.5 M. Tiefe, wenn eine Steinschlichtung von 1.0 M. genügend, ist noch immer so viel Raum vorhanden, um obgenannte Anordnung durchzuführen, andererseits eine Vegetation zu ermöglichen.

Es ist ein ganz ungerechtfertigter Stolz, alle Entwässerungsanlagen bis an die Oberfläche zu führen, denn nicht hiedurch verleiht man einer Böschungsfäche das Zeichen der Stabilität ihrer Masse.

Es haben auch oft diese vielseitig beobachteten und angewandten, nach aussen hin nett abgeplatterten sogenannten Rippenanlagen nicht immer den richtigen Werth.

Man setzt sich hiebei nicht nur allein der Gefahr der Verschlämmung durch die in dieselben mit erdigen Bestandtheilen eindringenden Tagwässer aus, sondern ein anderer Umstand, der vielfach versäumt wird, ist, dass die seitlich an die Steingerippe anschliessenden Böschungstheile nicht gehörig versichert werden. So findet man häufig, dass sich bei grösseren Niederschlägen die an der Böschung sich sammelnden Tagwässer an solche Steinrippen anlegen und das Erdreich durchreissen, was oft eine Blosslegung der ganzen Steinrippe hervorruft.

Erscheint es somit als absolut nothwendig, die Steinschlichtung bis an die Oberfläche reichen zu lassen, so darf man nicht unterlassen, eine besondere Sicherung des Umfanges der Schlitzanlage nach aussen vorzunehmen und bedient man sich am besten des Mittels, den Rand des Schlitzes mit einem Rasenbelag, an den eine Flechtwerksreihe anschliesst, zu versichern.

Man gibt das Flechtwerk nicht unmittelbar an die Steinschlichtung, damit ein Fortkommen desselben gesichert ist.

Die noch fehlenden Details über die Schlitzanlage werden unter Anführung specieller Fälle nachgetragen werden.

### Sondirung mit Schacht- und Stollenbauten.

Die Gebirgs-Aufschlüsse mittelst des Schachtbaues können als die vollkommensten betrachtet werden, nachdem die zu erreichende Tiefe für die vorliegenden Zwecke nahezu eine unbegrenzte ist, andererseits die Gebilde unmittelbar nach ihrem Vorkommen, in Hinsicht ihrer Lage wie Zusammensetzung und Wasserführung, beobachtet werden können.

Nur der Umstand, dass die Schachtabteufung stets ein kostspieliges Hilfsmittel ist, lässt es als erklärlich erscheinen, dass deren Anwendung eine beschränktere wird, nichts destoweniger wird man aber zu diesem Hilfsmittel greifen, sobald durch Bohrungen nicht jene Klarheit in die Construction des Gebirges gebracht wurde, welche für die vorliegenden Zwecke gefordert wird.

Es kann dieser Umstand eintreten, wenn sich ein oftmaliger Wechsel zwischen lehmigen und sandigen Gebilden zeigt, so dass durch Bohrungen nicht genau der Charakter der Wasserführung der einzelnen Schichten zu erforschen möglich ist, was dem besten Beobachter geschehen kann, indem die zuströmenden Wasseradern nicht immer jene Stärke besitzen, die eine auffallende Veränderung der Wasserhöhe im Bohrloche hervorruft.

Um aber solche kostspielige Herstellungen vollkommen auszunützen, wird man auf Grund von Bohrungen die herzustellenden Schächte bei einer voraussichtlich durchzuführenden bergmännischen Entwässerung in der Weise situiren, dass dieselben das Entwässerungsnetz einbezogen werden können.

Für solche Schächte, wenn keine grösseren Tiefen als 20—30 M. zu erreichen sind, genügt meist ein Querschnitt im Lichten von 1.5—2 M. im Quadrat, umso mehr als dieselben zum Theil einen vorübergehenden Werth besitzen.

Sollte jedoch bei einer grösseren Entwässerungsanlage eine Materialförderung durch diese Schächte besorgt werden müssen, so bestimmt sich der Querschnitt nach diesen Verhältnissen. Diese letzteren Bedingungen können eintreten, wenn von Schichten aus zur Forcierung der Arbeit gleichzeitig Stollen getrieben werden sollen.

Die Zimmerung der Schächte ist, wenn ein Wasserandrang zu befürchten steht, stets solid auszuführen, indem derartige Schächte nicht selten durch längere Zeit sich selbst überlassen bleiben und sich dann mit Wasser füllen.

Das Holz der Geviere wird leicht zu beschlagen sein, um ein besseres Anliegen der Verschalung oder Stempeln etc. zu ermöglichen, die Verbindung der Gevierbalken geschieht am zweckentsprechendsten mittelst einfacher Überplattung, um mehr Steifheit in die Anlage zu bringen.

Ein Vorstehenlassen der Joche oder Kappen der Geviere bei mehr erdigen weniger festen Gebirgsarten ist ohne Werth, man muss daher bei sehr ungünstigen Bodenverhältnissen, wenn es die Umstände erfordern sollten, mittelst

durchgehender verticalen Hölzer (Wandruthen) die ganze Bölung aufhängen, was bei grösserer Aufweichung von besonderem Vortheil ist.

Die Distanz der einzelnen Constructionstheile sowie deren Dimensionen richten sich wohl ausschliesslich nach den localen Verhältnissen.

Machen sich bei stark aufgeweichtem Boden Sohl-auftriebe bemerkbar, so muss eine Abdeckung der Sohle vorgenommen werden, und treibt man dann die Pfähle je nach den obwaltenden Umständen entweder bis zur Hälfte oder ganz vor, nimmt die Sohlverschalung halb oder ganz weg, was von der Querschnittsfläche selbst abhängt, setzt dann den Aushub fort und legt im ersten angegebenen Stadium ein provisorisches oder in letzteren gleich das definitive Geviere ein, wonach man sofort die Sohle abschliesst und das letzt hergestellte Geviere mit den oberen durch Wandruthen und Stempel vorerst in provisorische Verbindung bringt.

Nach Vollendung dieser Arbeit geht man zur regelrechten Zimmerung und der Verbindung derselben über.

Zur provisorischen Verbindung der Geviere dienen am besten starke, lange Eisenklammern, welche beim Schachtwie Stollenbau sehr vortheilhaft in Verwendung kommen können, da hiedurch viel Zeit und ein unnöthiges Verschneiden von Holz für die provisorische Zimmerung entfällt.

Wird viel Wasser angefahren, so sucht man dasselbe bei den hier meist kleinen Schachtquerschnitten in einer Ecke zu sammeln, von wo es dann durch Hebevorrichtungen aus dem Schacht entfernt wird.

Vor Allem muss getrachtet werden, dass bei der Abteufung Alles regelrecht abläuft, dass bei mehr aufgeweichtem Boden kein unnöthiger Ausfluss oder Ausbruch von den Seitenwänden erfolgt, und dass die Bölung gut und satt an das Gebirge anschliesst.

Durch seitliche Einbrüche oder zu starke Einflüsse werden in erweichten Bodenarten immer grössere Druckäusserungen hervorgerufen, die dann Verstärkungen der Bölung erfordern, was dann zumeist eine übermässige Verengung des Schachtquerschnittes zur Folge hat.

Es ist überhaupt stets die Bölung während dem Verlauf der Arbeit genau zu untersuchen, los gewordene Keile sind nachzutreiben, eventuell vorkommende Materialausflüsse zu verhindern etc.

Da durch die Abteufung eines Schachtes nicht selten Änderungen in der Wasserführung selbst hervorgerufen werden, welche Verhältnisse momentan wechseln können, so ist ein derartiges Object auch nach dessen Vollendung nicht ohne genaue Controle zu belassen.

Sowohl zur Sondirung als zur Entwässerung dienen uns des weiteren Stollenanlagen, und im letzteren Falle vorherrschend dann, wenn mittelst Schlitzanlagen die erforderlichen Tiefen nicht mehr erreicht werden können, wenn die Anlage der Schlitz durch zu grosse Erweichungen der zu durchsetzenden Gebilde nicht mehr möglich ist, oder eine vollkommen ausgesprochene wasserführende Schichte vorhanden ist, die sich ökonomischer mittelst Stollenvortrieb erreichen lässt.

Zu Sondirungen werden Stollenbauten wohl wegen ihren höheren Kosten weniger angewendet, obgleich sie hiezu nicht ausgeschlossen sind.

Wir finden somit die Stollenbauten zum grossen Theil in sehr ungünstigen Bodenverhältnissen durchgeführt und muss auf die Sicherung des Einganges eine besondere Sorgfalt gelegt werden, da eine zu grosse Ökonomie in dieser Richtung einen durchaus falschen Rechnungsabschluss oder gar das Misslingen der ganzen Idee mit sich bringen kann.

Sei es durch Vorbaue, sei es durch eine Belastung etc., stets muss bei stark erweichten Massen getrachtet werden, die ersten Partien vollkommen sicher in der Hand zu haben, und man wird für die nicht zu haltenden Bewegungen stets den Gesperren gegen die Druckrichtung eine entsprechende Neigung geben, um die beinahe immer eintretende theilweise Verschiebung der Kappen zu parallelisiren.

Bezüglich des Vortriebes gilt das gleiche, was bei den Schachteufungen erwähnt wurde, es muss jede unnöthige Lockerung oder das Ausfliessen von Gebirgsmassen vermieden werden, da bei leichtfertigen Vorgehen eine derartige Anlage ganz fraglich werden kann. Man hat daher bei dem Vortrieb die grösste Sorgfalt zu beobachten, und soll, besonders so lange als man den Charakter der zu durchforschenden Massen nicht genau kennt, denselben nicht zu sehr forciren und derartige Arbeiten, wenn man sie in Accord vergeben kann, einer sehr strengen Controle unterziehen. Ist eine stark erweichte Gebirgsmasse durch eine Entwässerungsanlage mittelst Stollen trocken zu legen, oder sind einzeln zu Tage tretende Quellen im Innern des Gebirges zu fassen, so folgt, dass man sich mit dem Stollenbau immer in den aufgeweichtesten Partien befinden wird, somit meist zur Getriebezimmerung greifen muss, um sicher zum Ziele zu gelangen.

Es muss wohl getrachtet werden, ein starkes Ausfliessen des Materiales zu verhindern, und ist durch Stroh- oder Reisigstopfung in den Fugen nur dem Wasser ein Ausfluss zu gestatten.

Müssen die Gesperre sehr nahe gestellt werden, so lässt man die Pfähle über drei Gesperre reichen und ruhen in Folge dessen die Pfähle auf dem mittleren Gesperre direct auf; die schiefe Lage der Pfähle bedingt dann auch die Trapezform der beiderseits gelegenen Ortpfähle.

Bei dem Vortrieb theilt man sich dann die Brust je nach Erforderniss in zwei oder mehrere Theile und baut dieselbe nach erfolgtem Vortrieb der Pfähle von oben nach unten successive ab.

In Beziehung der Höhenlage wolle man stets darauf sehen, wenn eine mehr erweichte Schichte auf einer weniger erweichten oder trockenem ruht, mit der halben untern Querschnittsfläche in letzterer zu bleiben; grössere Wasserzuzüge, wenn selbe an der Firste des Stollens ihr Dasein erkennen lassen, können immer noch geschaffen werden.

Ich wandte einige Male, um grössere über den Stollen noch abziehende Quellen in denselben zu ergiessen, mit grossem Erfolge nach Vollendung des Stollens, Bohrungen von grösseren Dimensionen an. Sobald dem Wasser nur etwas die Wege gebahnt sind, wo es auf kürzerem Wege

zum Austritte gelangt, folgt es willig. Auch trieb ich mit den Bohrungen meist seitwärts gelochte Blechrohre vor, um mich vor Einbrüchen zu schützen.

Überhaupt ist es nothwendig, sich durch Bohrversuche über das weitere Vordringen der Stollen zu orientiren, wenn nicht auf Grund eingehender Bohrungen von Tag aus oder sonst aufschlussgebender Mittel, Stollenanlagen zur Entwässerung angewendet werden.

Es wird bei diesem Vorgange manche Enttäuschung und unnütze Auslage ferngehalten.

Der Ausbau der Stollen erfolgt nach Fertigstellung des betreffenden Netzes je nach Vorhandensein mit grobem Gesechiebe, Bruchstein, hartgebrannten verglasten Ziegeln, Kohle etc., je nachdem es die örtlichen Verhältnisse ermöglichen, nur muss vor Allem darauf gesehen werden, dass das betreffende Ausschlichtungs-Material den Einflüssen, denen es ausgesetzt wird, Widerstand leistet.

Die Sohle der Stollen wird dann je nach der Bodenbeschaffenheit entweder abgeplastert oder durch eine Betonlage versichert, immer ist jedoch über der Sohle ein Canal anzulegen, um dem gesammelten Wasser, welches aus der Ausbeugung nach der Sohle zieht, einen möglichst raschen Abfluss zu gewähren. Es wurden auch Drains bei mehr schotterigen Ausfüllungs-Materialien verwendet, um hiedurch eine dauerndere Saugfähigkeit und weniger Gefahr einer Verschlämmung dieser Abfluss-Öffnungen zu schaffen, man legt jedoch bei Anwendung dieses Mittels stets mehrere Rohre zur Sicherheit ein.

Im Allgemeinen gelten dieselben Regeln wie für die Ausführung der Schlitzlöcher.

Um unter Einem jene Mittel, welche zur Entwässerung dienen, im Ganzen zu behandeln, füge ich im Folgenden noch die Drainage mittelst Thonröhren und die Anlage offener Entwässerungsgräben an. Obgleich die Drainagen eine Verjüngung der Schlitzanlagen repräsentiren, so weisen dieselben doch Eigenthümlichkeiten in der Ausführung auf, welche eine besondere Besprechung wünschenswerth erscheinen lassen.

#### Drainage mittelst Thonrohre.

Es ist ein nicht zu seltenes Vorkommen, dass über lehmige und thonige Gebilde in grösserer Ausdehnung, wenn auch geringerer Mächtigkeit, lehmig sandige, oder lehmig schotterige Gebilde auftreten, die durch Infiltration mit Wasser insoweit gefährlich werden können, dass ein stetes Nachfliessen oder Nachsitzen der berührten Massen stattfindet, oder dass durch die vorhandene Vegetation ein zu grosser Rückstau oder Rückhalt von Wasser erfolgt.

Unter solchen Verhältnissen kann dann, weil eben eine geringere Mächtigkeit der Schichten vorhanden ist, die Anlage einer Drainage vom ökonomischen Standpunkte einer Schlitzanlage vorzuziehen sein.

Desgleichen können Fälle vorkommen, wo durch solche überlagerte Massen, wenn ein vollkommenes Stagniren der Wasser eintritt, doch ein successives Aufweichen oder selbst ein förmliches Durchbrechen der Wasser in die unteren Partien erfolgt. Auch kann es von Vortheil sein, dass Mulden, die als Sammelbecken für die Tagwässer dienen, durch

Drainagen entwässert werden, umso mehr, wenn die Anlage von offenen Gräben, in Folge der minderen Standhaftigkeit des Terrains oder grösserer Tiefen halber nicht mehr anwendbar ist.

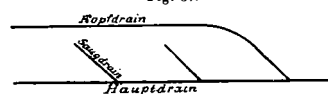
Bei allen diesen Vorkommen wird es sehr schwer fallen, auf die Cultur des Bodens Rücksicht zu nehmen, nachdem die Senkung des Wasserspiegels nahezu stets tief unter der Wurzelbildung liegen wird.

Es ist somit nothwendig, dass man die betreffenden Grundstücke gleich von vorneherein einlöst, da nur selten sich die vorliegenden Interessen mit jenen eines Landwirthes vereinigen lassen. Der Unterschied liegt nur in der Lage der Niveaux, im Übrigen ist die Ausführung der Drainage ganz gleich derjenigen, wie sie der Ökonom vorzunehmen pflegt und werden in Folgendem die allgemeinen Regeln über die Drainage angegeben.

Man führt Hauptdrains und Nebendrains aus. Die Nebendrains dienen zum Aufsaugen, die Hauptdrains hauptsächlich zum Sammeln und Abführen der Wässer.

Die zur Drainage nothwendigen Gräben sollen im October, November oder März hergestellt werden, wenn eine Rücksicht auf die Cultur genommen werden kann und man lässt selbe einige Zeit vor Legung der Rohre offen und beginnt mit der Arbeit an dem tiefsten Punkt der ganzen Anlage.

Fig. 37.



Die Hauptdrains sollen möglichst gerade geführt werden oder in schwachen Curven und im Minimum ein Gefälle 1 : 2000 besitzen. Der lichte Durchmesser variiert im Allgemeinen zwischen 5—10 Cm. Man nimmt bei landwirthschaftlichen Anlagen an, dass die Lichtweite in Zollen gleich sein soll der Quadratwurzel aus der Anzahl der zu entwässernden Joche.

Die Saugdrains müssen zu mindestens so tief liegen, dass ein Zufrieren im Winter unmöglich ist.

Für den Landwirth kommt bezüglich der Tiefenlage weiters zu berücksichtigen, dass der Grundwasserspiegel tiefer gelegt wird, als die Wurzeln der oberhalb anzubauenden Pflanzen und dass der Pflug beim Ackern die Rohre nicht berührt.

Die Drainage wirkt auf eine um so grössere Entfernung, je tiefer dieselbe liegt und hängt die Entfernung der Saugdrains von der Minimaltiefe, auf welche das Wasser gesenkt werden soll, ab. Für schweren Boden kann selbe mit 12—15 M. bei 1·3 M. Tiefe, bei Sandboden mit 3·0 M. angenommen werden, im Übrigen richtet sich die Tiefe nach den Bodenverhältnissen und wird bis in die wasserundurchlässige Schichte zu gehen sein.

Die Entfernung der Saugdrains ist somit als eine Function der Bodenverhältnisse zu betrachten und wird auf Grund der durch die hervorgegangenen Bohrungen bestimmten Schnitte ermittelt, wobei auf alle Mulden im Terrain ein besonderes Augenmerk gerichtet werden muss, um alle Wässer zu sammeln.

Der Durchmesser der Saugdrains ist 2—7 Cm. im Lichten.

Kopf- oder Isolierungsdrains kommen in Verwendung, wenn die den zu drainierenden Boden zufließenden Wasser früher abgeleitet werden sollen und treten an Stelle der Umfangsgräben bei Entsumpfungen (Fig. 37).

Im Allgemeinen kann bezüglich der Gefällsverhältnisse gelten, dass man bei dem lichten Durchmesser der Drainage Röhren

von 3 Cm. ein Gefälle von  $\frac{1}{12}$  im Max.,  $\frac{1}{1200}$  im Min.  
 „ 4 „ „ „  $\frac{1}{16}$  „ „  $\frac{1}{1600}$  „ „  
 „ 5 „ „ „  $\frac{1}{20}$  „ „  $\frac{1}{2000}$  „ „  
 gibt.

### Ausführung der Drainage.

Die vorzunehmenden Arbeiten beginnen mit der Untersuchung des Terrains mit dem Erdbohrer, dann die Cotierung der Situation, auf Grund welcher die nöthigen Längenprofile und Querschnitte entwickelt werden.

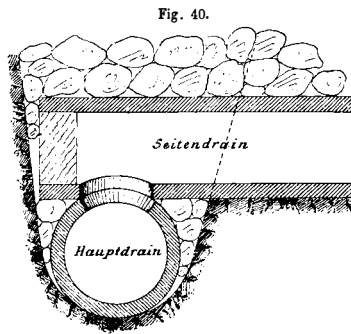
weiteren ist zu achten, dass tiefere Wurzeln in der Nähe der Drains beseitigt werden, eventuell ist auch stärkere, nicht leicht zu entfernende Baumwurzeln überhaupt auszuweichen.

Die Einmündung eines Saugdrains in einen Hauptdrain (Fig. 40) erfolgt, indem man an der Verbindungsstelle der beiden übereinander liegenden Rohre mittelst eines Spitzhammers Löcher schlägt, welche aufeinander zu stehen kommen und umgibt den Anschluss mit Lehm, um eine möglichst gute Dichtung hervorzurufen.

Das Ende des Saugdrains wird dann weiters auch noch verstopft.

Die eingelegten Drains werden, wenn das Material vorhanden ist, mit einer Steinlage und diese mit einer Schotterlage überdeckt.

Die Höhe der einzelnen Lagen richtet sich nach der Tiefe des Drains und der Wasserführung der Schichten. Auf diese Schotterlage, welche möglichst sandfrei (geworfener Schotter) sein soll, wird dann ein Rasenziegelbelag



Die Gräben werden mit möglichst steil angelegten Böschungen ausgehoben und beginnt man mit dieser Arbeit an der tiefsten Stelle der Drainierung, um immer im Trockenen zu arbeiten.

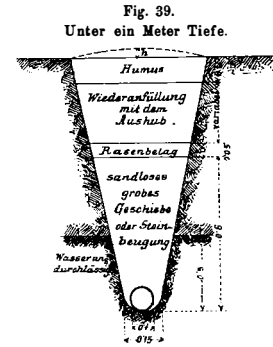
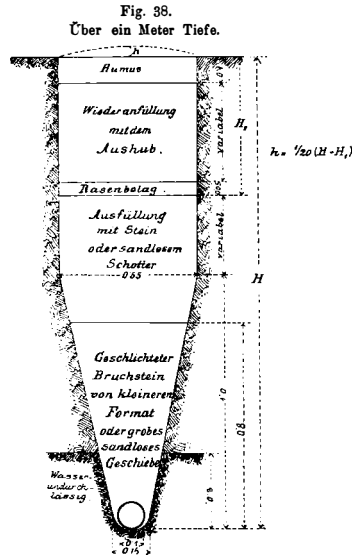
Vor dem Aushube selbst wird der Rasen auf Drainbreite in Ziegeln abgehoben, oder im Ackerboden der Humus abgedeckt und seitwärts deponirt.

Die Ausführung selbst ist in den Figuren 38, 39 und 40 dargestellt.

Nachdem die Hauptdrains, sowie Seitendrains ausgehoben sind, lässt man die Gräben nach Möglichkeit längere Zeit offen.

Vor Einlegung der Rohre glättet man mittelst eigener Stössel oder Schaufeln die Sohle und beginnt von oben nach unten mit dem Legen und schliesst das oberste Röhrende mit einem Stein ab.

Die Röhren selbst werden stumpf aneinander gestossen, wobei immer so viel Raum bleibt, um den von oben zusickernden Wässern Einlass zu gestatten, einen Zwischenraum absichtlich zu lassen, wäre, wegen der zu befürchtenden Verunreinigung des Drains, unstatthaft. Des



gegeben und zwar mit der Wurzel nach aufwärts, um hiedurch eine Verunreinigung des Schotters durch die auf die Rasenziegel folgende Wiederanfüllung, welche zum Theil aus dem Aushub nach oben aus Humus bestehen wird, fernzuhalten.

In Ermanglung von Steinmaterial wird Schotter allein genommen, am besten Schlägel-schotter, wenn es auch an diesen mangelt, behilft man sich mit Faschinen, Prügelholz etc.

Bei der Auffüllung überhöht man den Auftrag um Geringes, damit die eintretenden Setzungen paralytirt werden.

Ist die Einführung der Saug- in die Hauptdrains nicht wie früher skizzirt angewendet, so muss bei der Einführung wohl darauf Bedacht genommen werden, dass selbe unter einem möglichst spitzen Winkel stattfindet, niemals aber unter  $45^\circ$ , um keinen Rückstau der Wasser in den Hauptdrains hervorzurufen.

Die erst besprochene Einführung ist somit sicher die beste, weil man bezüglich der Einmündungs-Richtung in keiner Weise gebunden ist, dieselbe auch in den Haupt-

drains unter einem Winkel von  $90^\circ$  erfolgen kann. Bei der ganzen Ausführung ist besonders auf reine Arbeit zu sehen, damit nicht durch Einführung von Erde oder keimfähigen Substanzen, eine Vegetation in den Rohren hervorgerufen wird, die ein Verstopfen derselben verursachen, des weiteren muss der Röhrendurchmesser wegen der zu erzielenden Resultate richtig gewählt sein und ist hiebei darauf Bedacht zu nehmen, dass ober dem abfließenden Wasser im Rohre noch eine Luftcirculation stattfinden kann.

#### Anlage offener Gräben.

Ein ebenfalls nicht zu unterschätzendes Mittel bildet die Anwendung von offenen Gräben.

Die Anwendung von offenen Gräben beschränkt sich, nachdem sie an der Oberfläche wirken und keine grossen Tiefen erhalten sollen, hauptsächlich auf die rasche Abführung von Wässern, welche entweder durch die Vegetation oder durch stark wellen- und muldenartige Formen des Terrains in ihrem Ablaufe gestört sind. Der Charakter der Gerinne wird nun ein verschiedener, je nachdem man sich in einem in Ruhe oder in Bewegung befindlichen Terrain befindet.

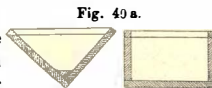
Im ersteren gegebenen Falle kann je nach der Beschaffenheit des Bodens entweder der Graben, wenn es die Gefällverhältnisse erlauben, ohne Versicherung eingeschnitten werden oder man versichert denselben durch ein trockenes bei zu fürchtender Wasserdurchlässigkeit und grösseren Gefällverhältnissen durch ein in Mörtel gelegtes Pflaster.

Die Versicherung der Gräben mit Rasenziegeln ist nur dann zu empfehlen, wenn Grasboden von sehr kurzem Wuchse, wie er zum Beispiel auf Weideboden auftritt, zur Verfügung steht, nachdem sonst durch die üppige Vegetation der eigentlich beabsichtigte Werth wieder verloren geht, indem dem raschen Abfluss zu viele neue Widerstände entgegengestellt werden.

Im Terrain, welches bereits in Bewegung ist, wird man, so lange nicht absolute Ruhe eingetreten ist, Provisorien zur Anwendung bringen und empfehlen sich hierzu offene Holzgerinne, welche aus zwei oder drei Brettern (Fig. 40 a) zusammengesetzt und durch Querlatten fixirt sind, am besten.

Durch die Anwendung dieser Holzgerinne, welche auch nicht zu kostspielig sind, entgeht man bei eintretender weiterer Bewegung des Bodens der Gefahr, dass das andererseits oft mit Mühe und Sorgfalt gesammelte Wasser gerade verderbenbringend in einem sich oft momentan öffnenden Spalt ergiesst, nachdem die Holzgerinne für sich dicht und durch das Ineinanderschieben bei den Stössen stets so viel Spielraum gewähren, um auch grössere Alterationen empfinden zu können, ohne dass die Function derselben gestört zu werden braucht. Man muss eben bei solchen Anlagen auch in Erwägung ziehen, dass sie meist scitwärts vom eigentlichen Objecte liegen, somit eben nur als Hilfsmittel dienen und aus diesem Grunde auch nicht jener eingehenden steten Controle unterzogen werden, wie das Hauptobject.

Ist dann der Boden einmal zur Ruhe gekommen, so wechselt man diese Provisorien entsprechend durch definitive Anlagen wie selbe oben gekennzeichnet wurden, aus.



## Die Construction der Thalsohle und der Gehänge.

Wenn wir uns in der Einleitung ein Bild der Construction der Erdrinde zu bilden suchten, so war die Form, welche wir wählten, oft in sehr weite Grenzen gefasst, um den Überblick über das Ganze nicht zu verlieren und musste aus demselben Grunde andererseits Vieles eingeflochten werden, was, streng genommen, den hierzu behandelnden Stoff nicht berührt. Um nun auf unser eigentliches Ziel, die Geologie und ihre Beziehungen zu den Ingenieur-Wissenschaften loszusteuern, müssen wir uns nochmals den Zweck der Geologie vorführen. Die Aufgabe der Geologie besteht in der Ermittlung der Structur der festen Theile unserer Erdrinde, in der Beobachtung der Erscheinungen, welche aus der Structur hervorgehen, sowie in der Erforschung jener Gesetze, welche diese beobachtete Structur im Laufe der Geschichte des Erdballes hervorgerufen hat.

Mit den tropfbar- und elastisch-flüssigen Massen befasst sich die Geologie nur insoweit, als selbe Spuren in den festen Massen zurücklassen, somit zur Schaffung oder Umwandlung derselben beitragen wird.

Durch diese Definition allein ist schon im grossen Ganzen der Verwandtschaftsgrad beider Wissenschaften zur vollen Geltung gebracht, indem ja der Ingenieur bei jeder Ausführung an dieselbe Beobachtung gebunden ist, will er etwas schaffen, worüber er selbst klar ist.

Eine weitere Eigenschaft, welche beide Wissenschaften an sich tragen und ihre Beziehungen klar legen, ist, dass sie reine Erfahrungs-Wissenschaften in vieler Richtung auf ein und demselben Gebiete sind, denn einen Schluss zu ziehen, ist beiden nur gestattet, wenn Zustände erforscht werden sollen, die nicht gerade zu Tage liegen, jedoch auf genaue Beobachtung und wohlervogene Erfahrung sich stützen.

Desgleichen ist die Orographie, welche sich hauptsächlich mit der Beschreibung der Gebirge, deren Verhältnissen untereinander, sowie zu den Thälern befasst, ein weiteres Bindeglied, indem ja die äusseren Formen stets eine Function des inneren Aufbaues bilden und wird die Erforschung dieses Inneren, mit welcher sich die Stratigraphie befasst, das Endziel der Vereinigung sein, wobei der Ingenieur wesentlich oder unwissentlich als Geologe zu arbeiten gezwungen ist.

Beginnen wir mit der Betrachtung der Gebirgsketten, so finden wir dieselben fast nie einfach verlaufend, sondern von der eigentlichen Kette nach verschiedenen Richtungen Ausläufer abzweigend. Durch diese Ausläufer werden nun gegenseitig Thalbildungen verursacht, welche nach ihren Hauptrichtungen, in welchen sie sich von dem Gebirgsstocke entfernen, eine verschiedene Gliederung des letzteren hervorgerufen können. Diese Gliederung im Allgemeinen gesondert, ergibt dann eine Quergliederung, eine parallele und eine strahlende Gliederung, welche Bezeichnung den Verlauf der Richtung zu der Gebirgskette vollkommen klarlegt.

Die Thalbildungen sind nun im Gebirge immer von dessen Structur abhängig und bilden in weiterer Folge der Eintheilung der Gliederung Thäler zweiter Ordnung oder Längsthäler.



In grösseren Ebenen ist das Abhängigkeits-Verhältniss zwischen Thal und Gebirge ein geringeres, zum Theil ein nahezu verschwindendes.

Die so gebildete Thalsohle definiert sich nun in derjenigen tiefsten Linie, in welcher die beiden Thalfächen der Gehänge sich verschneiden.

Die Abhängigkeit der Thäler von der Structur der Gebirge äussert sich nun weiter auch auf die Formen der Thalsohle sowie Gehänge und kann auf Grund dessen eine weitere Eintheilung in bestimmte Typen vornehmen, und zwar:

In die Klauen oder Klammen, woselbst durch die Bachläufe Querrisse erzeugt wurden, die je nach der Widerstandsfähigkeit vollkommen senkrechte Wände mit bedeutenden Höhen bilden können. In die Comben, welche in der Aufrichtung der Schichten und der hiemit verbundenen Zerstörung ihren Ursprung finden. Sie erscheinen hiedurch als Längsrisse in dem Gebirgsstock und kommen vorzugsweise an den Grenzen zwischen krystallinischen und Schiefergesteinen vor, wo dann stets das eine Gehänge steil, das andere mehr entwickelt erscheint.

In die Gewölbethäler, das sind Längsthäler, welche durch Abtragung von Kuppen, die sich in Folge einer Wölbung der Schichten bildeten, ergeben.

Die Schichten fallen somit auf beiden Gehängen gegen dieselben ein.

In die Muldenthäler, welche von Schichten gebildet sind, die von beiden Seiten her zusammengedrückt sind.

Die Schichten fallen dann gegen die Thalsohle ein.

In die Auswaschungs- oder Erosionsthäler, die mit der Gebirgsbildung in keinem engeren Zusammenhange stehen.

Es setzen diese letzteren schon eine grössere Entwicklung voraus, wo somit die Thalsohle schon breiter durch Anschwemmungen geebnet ist, in welche das neue Rinnsal zu liegen kommt. Bei der Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung grösserer Gebirgsketten können nun im Verlaufe eines Thales der Reihe nach verschiedene dieser Formen auftreten.

Ausser diesen in strengeren Grenzen gegebenen Thalbildungen finden nun sehr häufig durch locale in ihrem Ursprunge oft ganz unscheinbare Vorkommen, Anlässe zu Ausfurchungen des Terrains statt, wie zum Beispiel durch Schneeabgänge in erster Linie, welchen dann in weiteren das Wasser folgt.

Es werden hiedurch Risse gebildet, die in Gebirgsmassen oft förmliche Pyramiden erzeugen.

Durch solche Auswaschungen und der hieraus bedingten Abführung von Gebirgsschutt, der je nach der Gesteinsbeschaffenheit, in welchen dieser Process vor sich geht, oft sehr rasch und in grosser Ausdehnung sich entwickeln kann, werden dann entweder einzelne Theile von dem Gebirgsstocke ganz weggetragen, so dass zum Beispiel nur eine Seite der Massen, welche ursprünglich den Aufbau bildeten, zurückbleibt oder es wird die Spitze nach innen blossgelegt oder aber ein Theil abgetragen und über die unteren Partien gelagert.

Durch alle diese Einwirkungen und Vorgänge wird das Bild für sich allein schon weit complicirter und stehen die äusseren Formen immer in gewisser Beziehung zu der

Construction und Beschaffenheit des Gesteines selbst, von welchen die betreffende Gebirgskette gebildet wird.

Jeder Naturfreund, der öfters diese Formbildungen mit Rücksicht auf die zu Tage stehenden Gesteinsmassen, sowie den überlagernden Schutt oder die ihm zugängliche Vegetation einer näheren Betrachtung und Vergleichung unterzogen hat, wird stets im Grossen nach den Conturen schon die Gebirgsformation zu erkennen in der Lage sein, welche den Aufbau bilden.

In wie weit eine Alteration der Schichten selbst, welche die Gebirgsketten bilden, vorkommen kann, wurde schon in der Einleitung gesagt und verweise ich diesbezüglich nochmals auf die in den Fig. 2—10 dargestellten, von Fachgeologen der Natur entnommenen charakteristischen Schnitte der Erdrinde.

Um jedoch die richtige Bezeichnung des gegenseitigen Verhältnisses der Lage der Gesteinsmassen zu präcisiren, glaube ich noch alle jene technischen Ausdrücke in Erinnerung bringen zu sollen, die uns allgemein verständlich werden lassen.

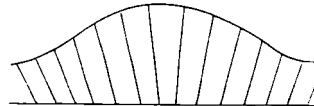
Der Bau der geschichteten Gesteine gibt eine grössere Reihe von Formen, respective von gegenseitigen Beziehungen. Die Flächen, mit welchen sich die einzelnen Schichtglieder einander berühren, nennt man Schichtflächen und dort, wo eine Schichte mit ihrem Ende zu Tage tritt, sagt man, die Schichte geht aus (ihr Ausgehen oder Ausstreichen), das Ende selbst nennt man den Schichtkopf. Eine häufig angewendete, den gleichen Sinn gebende Bezeichnung ist das Ausbeissen der Schichten.

Wenn nun Schichten zu einer grösseren wellenförmigen Lagerung gezwungen waren, so kann entweder wie in Fig. 41 bei *a* eine Biegung oder wie bei *b* eine Knickung

Fig. 41.



Fig. 42.



entretreten und nennt man diese Erhebungen einen Schichten-sattel, die im entgegengesetzten Sinne erfolgte Biegung nach abwärts eine Mulde.

Die Lage der Schichten ist dann noch weiters dadurch näher gekennzeichnet, dass man sagt *c* ist gegen *d* oder *e* gegen *f* antiklinal gestellt, während die Lage zwischen *d* und *e* mit sinklinal präcisirt wird.

Sind die Schichten im selben Sinne fallend gelagert, wie das Profil des Gehänges, so fallen sie rechtsinnisch, ist dagegen ihr Fallen dem Profil entgegengesetzt, so fallen sie widersinnisch, sind sie dagegen senkrecht aufgerichtet, so bezeichnet man sie als auf den Kopf gestellt.

Eine nicht selten vorkommende Stellung der Schichten ist weiters die fächerförmige, welche in Fig. 42 abgebildet ist.

Es wurde bis jetzt vorherrschend nur die Lage der Schichten gegen die Profillinie betrachtet, es ist nun des weitern die Lage der Schichten untereinander zu bezeichnen und heissen Schichten concordant gelagert, wenn dieselben in paralleler Lage übereinander aufgebaut sind, und discordant, wenn sich an ein System paralleler Schichten ein solches von abweichender Richtung anschliesst.

Sind dann zwei Schichtensysteme, die gegenseitig auch discordant sein können, wie Fig. 43 zeigt, von einem dritten System von Schichten überlagert, so nennt man die letzte Lagerung eine übergreifende.

Fig. 43.



Die massigen Gesteine zeigen bezüglich ihres Baues in der Regel nur Zerklüftungen, zum Theil jedoch mit Absonderungen verknüpft, die eine gewisse Regelmässigkeit annehmen und dann entweder säulen-, kugel- oder plattenförmige Absonderungen bilden.

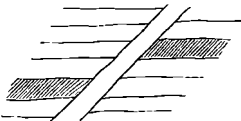
Besonders das letztere Auftreten hat mit der wirklichen Schichtung viele Aehnlichkeit, weshalb mit grösserer Vorsicht bei der Beurtheilung dieser Verhältnisse vorgegangen werden muss.

Ausser diesen normalen Erscheinungen finden sich dann im Kleinen wie im Grossen, sowohl in massigen, als geschichteten Gebilden, Unterbrechungen durch Einlagerungen fremder Gesteins-Substanzen, welche von parallelen Flächen begrenzt, die Grundmasse durchsetzen.

Man nennt nun derartige, von der Grundmasse (Muttergestein) verschiedene, nach Breite und Länge meist bedeutend ausgebildete Gesteinspartien, Klüfte und sobald sie sich in grösseren Dimensionen entwickeln, Gänge, und sind dieselben als ursprüngliche Hohlräume gedacht, die später wieder ausgefüllt wurden. Je nachdem dann dieser Hohlraum mit krystallinischen Gesteinen oder Mineralien erfüllt ist, theilt man dieselben in Gesteins- oder Erzgänge, welche letztere die Basis für den Bergbaubetrieb bilden, ein.

Diese Klüfte oder Gänge können nun bei geschichteten Gesteinen entweder in gleicher Lage mit den Schichtungsflächen auftreten, oder aber es können dieselben Letztere durchsetzen oder verqueren, oder es ist die Fortsetzung in einer Schichte unterbrochen und tritt nebenan höher oder tiefer durch eine Verquerung wieder in den Schichtungsmitgliedern auf, wie in Fig. 44 angedeutet, was man eine Verwerfung nennt. Die Kluft oder der Gang, der diese Verschiebung hervorgebracht hat, nennt man den Verwerfer.

Fig. 44.



Es können dann mehrere solcher Verwerfungen an ein und derselben Stelle vorkommen, für welche Bildungen der Bergmann noch weitere Benennungen besitzt, da für denselben diese Vorkommen von besonderer Wichtigkeit sind, nachdem diese Gänge die Stätte seines Schaffens bilden.

Ausser der Betrachtung der Structur der Gesteine in ihren grossen Vorkommen, ist nun die Structur der eigentlichen Massen im Kleinen von weiterer grosser Wichtigkeit. Die Structur im Kleinen wird durch die Gestalt und Grösse derjenigen Bestandtheile, welche die Gebirgsarten zusammensetzen, und durch die Art, in welcher sie miteinander verbunden sind, bedingt.

Mit den älteren Gebilden beginnend, tritt vor Allem die krystallinische Structur auf.

Bei derselben besteht das Gestein in einer Aneinanderreihung von Krystallen, welche von sehr verschiedener Substanz sein können, wobei die Ausbildung keine vollkommene, sondern immer stets eine mehr oder weniger auf Kosten der anderen Substanz entstandene, zu nennen sein wird.

Man kommt bei näherer Betrachtung dieser zusammengesetzten Massen oft ganz leicht durch den verschiedenen Grad der Entwicklung der einzelnen Gebilde zur Erkenntnis, dass die eine vollkommene Krystallgebilde zeigende Substanz älter im Range ist, als die anderen, und wird hiedurch den Leitfäden zur Entwicklung erhalten.

Die Verbindung dieser verschiedenen Mineral-Substanzen ist nun ganz regellos und erscheint je nach der Grösse der einzelnen Individuen das Gestein hiedurch entweder als ein feinkörniges oder grobkörniges.

Als Beispiel für diese Art der Structur möchte ich Kalk und Granit anführen.

Wenn jedoch in einer feinen krystallinischen Grundmasse einzelne grössere Krystalle liegen, dann nennt man diese Structur Porphystructur.

Die Grundmasse ist dann häufig von so einem feinen krystallinischen Gewebe, dass dieselbe dem unbewaffneten Auge amorph erscheint.

Je nach der Grösse der Individuen, können dann Übergänge von porphyrtiger in krystallinische Structur stattfinden. Beispiele von Porphystructur sind der Felsitporphyr und Trachyt.

Zumeist werden die Krystalle dicht von der Grundmasse umschlossen, so dass sie einen Eindruck in derselben hinterlassen, oder aber es bilden sich leere Räume, wodurch die Schlackenstructur entsteht.

Man nennt letztere Gesteine mit Schlackenstructur auch blasige Gesteine und haben dieselben entweder eine amorphe oder faserige Grundmasse, in welcher Blasenräume ausgebildet sind, die dann, wenn der Ursprung ein feuerflüssiger ist, in der Richtung des Flusses der Masse verzogen erscheinen.

Nicht zu verwechseln sind diese blasigen Gesteine mit porösen Felsarten, woselbst durch Wegführung von anderen vorhandenen Substanzen, die Porosität entstanden ist.

Sind nun in einer feinkörnigen Grundmasse rundliche oder eiförmige mit Kernen gefüllte Blasenräume vorhanden, so nennt man, in Folge des mandelartigen Erscheinens der Letzteren, diese Structur die Mandelstructur, welche immer aus der blasigen entsteht, indem deren Hohlräume durch Infiltration ausgefüllt werden.

Wird ein Gestein ganz oder zum Theil aus kleinen kugelförmigen Concretionen zusammengesetzt, welche von



krystallinischen Fasern gebildet und zumeist eine radiale wie concentrisch schalige Aboonderung erkennen lassen, so nennt man die Structur die Oolith- oder Rogenstein-Structur.

Während die Oolithe zum grossen Theil den Sedimentbildungen zukommen, herrscht die sphäroidische Structur mehr bei krystallinischen Gesteinen vor.

In manchen Gesteinen treten parallel untereinander geordnete Bänder auf, deren Grenzen nicht durch besondere Absonderungsflächen gekennzeichnet sind, so dass die Homogenität der Grundmasse aufrecht erhalten bleibt; diese Structur bezeichnet man als gebänderte.

Diese Bänder können dann auch Windungen eingehen, wie bei den Agaten.

Wir haben uns bis jetzt nur mit jenen Structuren befasst, die eine Krystallisation der einzelnen Gesteins-Individuen voraussetzen, viele der Gesteine bestehen jedoch nur aus Fragmenten und zwar nur aus Bruchstücken von Mineralien oder Gesteinen, oder aus Zersetzungsproducten dieser und man nennt solche Gesteine klastische oder mechanisch gebildete.

Man unterscheidet bei diesen die Sandstructur, mehr weniger feine abgerollte Körner, die lose nebeneinander gereiht und die Sandsteinstructur, wo diese Körner durch ein Bindemittel zu einem mehr oder weniger festen Gestein verkittet sind.

Je nach der Grösse der einzelnen Fragmente trennt man sie dann noch weiters in fein- oder grobkörnige Sande oder Sandsteine und kann noch eine nähere Bezeichnung nach der mineralogischen Eigenschaft der Sandkörner selbst und dessen Bindemittel, z. B. Kalksandsteine etc. einführen. Sind die einzelnen Fragmente grösser, so gibt man für die losen Massen die Bezeichnung Schotter oder Gerölle, für die gebundenen Conglomeratstructur.

Je nach der Grösse der einzelnen Fragmente bestehen dann zwischen gröberem Sand und Sandsteinen Übergänge in Gerölle und Conglomerate.

Wird jedoch ein Gestein aus gebundenen eckigen Gesteins-Fragmenten gebildet, so nennt man die Structur Breccienstructur.

Tritt eine derartige Mischung von sehr feinen Bestandtheilen ein, dass sie dem unbewaffneten Auge nahezu gleichförmig erscheinen, so heisst man deren Structur die Petitstructur, welche letztere, wie die Sandsteine, auch eine schiefrige Structur annehmen können.

Als Beispiel für Petitstructur können Thon und Mergel angeführt werden, und wird noch als besonderes Merkmal der hierher gehörigen Gesteine und Erdarten angegeben, dass sie in Folge des Gehaltes an Thonerde die Fähigkeit besitzen, mit Wasser einen knetbaren Teig zu bilden.

In die Gruppe der plastischen Gesteine können dann noch alle jene eingereicht werden, welche ihr Entstehen unter Beihilfe der organischen Wesen bewirkten, da ihr Auftreten in diese Formen sich ganz leicht fassen lässt, umso mehr, als nicht selten wirkliche Gesteins-Fragmente gleichzeitig an ihrer Bildung theilgenommen haben.

Zum Schlusse ist noch der Structur einer kleinen Gruppe von Felsarten zu gedenken, welche aus einer gleichförmigen Masse, die weder von Krystallen, noch von

einzelnen Fragmenten gebildet sind, bestehen, wo somit durch die bis jetzt mögliche Auflösung noch keine Differenzirung in der Zusammensetzung möglich war.

Derartig vorkommende Gesteine bezeichnet man als amorphe und theilt sie in hyaline oder glasartige, die durch rasche Erstarrung aus geschmolzenen Gesteinsmassen und in poridine, die aus einer gallertartigen nassen Masse entstanden sind.

Für ersteres Vorkommen gilt als Beispiel der Obsidian, für letzteres der Opal.

Auf Grund dieser Verhältnisse im Grossen und Kleinen unterscheidet die Geologie drei Gesteins-Gruppen und zwar:

1. Die krystallinischen Massengesteine.
2. „ „ Schiefergesteine.
3. „ Sedimentgesteine.

Die krystallinischen Massengesteine durchsetzen die geschichteten oder ungeschichteten häufig in Gängen, aber sie bilden auch besondere Aufbrüche, aus welchem Grunde man sie Eruptivgesteine nennt. Sie sind immer als tiefstes Glied der Erdrinde anzusehen, da sie stets von dem krystallinischen Schiefer überlagert werden. An die krystallinischen Gesteine reihen sich dann auch die amorphen Gesteine an.

Die krystallinischen Schiefergesteine bestehen aus geschichteten krystallinischen Gesteinen mit Schieferstructur und bilden die Unterlage für die dritte Gruppe der Sedimentgesteine, zu welchen beinahe alle klastischen Gesteine gehören, sowie auch manche krystallinische, wie Kalksteine etc.

Als ein weiterer grosser Unterschied der drei Gruppen ist zu erwähnen, dass die erste keine organischen Reste in sich führt, die zweite nur Spuren, währenddem die dritte dieselben häufig in sich schliesst.

Hofrath Ritter von Hauer theilt nun, speciell den österreichischen Verhältnissen Rechnung tragend, die Formationen wie folgt ein:

Sedimentgesteine	Massengesteine
<b>A) Primärformation.</b>	
1. Ältere bojische Gneisformation	Granit,
2. Jüngere laurenzische oder berzinische Gneisformation	Syenit,
3. Glimmerschieferformation	Porphyr,
4. Thonschieferformation	Diorit,
	Serpentin u. s. w.
<b>B) Paläozoische Formationen.</b>	
<b>I. Silurformation.</b>	
a) Cambrische Schichten	Porphyr,
b) Schichten mit der Primordialfauna	Diorit,
c) „ „ „ 2. silurischen Fauna	Diabas.
d) „ „ „ 3. „ „	
<b>II. Devonformation.</b>	
a) Unter-Devon	Porphyr,
b) Mittel-Devon	Diabas,
c) Ober-Devon	Gabbro.

Sedimentgesteine	Massengesteine
<p>III. Steinkohlenformation.</p> <p>a) Bergkalk und Culm b) Flötzeerer Sandstein c) Productive Steinkohlenformation</p>	
<p>IV. Dyasformation.</p> <p>a) Rothliegendes b) Zechstein</p>	
<p>C) Mesozoische Formationen.</p> <p>V. Triasformation.</p> <p>(Nordwest-Europa.) (Alpine Provinz.)</p> <p>a) Bunter Sandstein } Werfener Schiefer Gutensteiner Kalk b) Muschelkalk } Virglioriakalk c) Keuper } Cassianer Schichten, Obere Triaskalke und Dolomite Hallstätter Kalk Raibler Schichten</p>	
<p>VI. Rhätische Formation.</p> <p>(Alpine Provinz.)</p> <p>Bonebed { Haupt-Dolomit Dachstein-Kalk Köseener Schichten</p>	
<p>VII. Juraformation.</p> <p>(Nordwest-Europa.) (Alpine Provinz.)</p> <p>a) Lias } Grestener, Adnether u. Hierlatz-Schichten, dann Fleckenmergel o. Allgäuer Schichten b) Dogger } Klaus-Schichten, Juraflecken-Mergel c) Malm } Vilsener Schichten Csoreztyner Schichten d) Tithon } Rogoznickier Schicht. Stramberger Schicht.</p>	
<p>VIII. Kreideformation.</p> <p>(Alpine Provinz.)</p> <p>a) Neokom { Aptychen-Schichten, Teschner Schichten, Rossfelder Schichten, Caprotinenkalk, Schrattenkalk b) Gault { Turriliten-Sandstein, Godula-Sandstein, Schichten von Nana und von Penzeskut u. s. w. c) Pläner oder Quader { Seewen-Schichten, Gosau-Schichten, Rudistenkalk, Scaglia, Itebner u. Friedecker Schichten, Karpathen- Dolomit u. s. w.</p>	

Sedimentgesteine	Massengesteine
<p>D) Känozoische Formationen.</p> <p>IX. Eocenformation.</p> <p>(Nordwest-Europa.) (Alpine Provinz.)</p> <p>a) Unter-Eocen { Nummulitenformation Basalt. b) Ober-Eocen (Oligocen-Formation) } Flysch</p>	
<p>X. Neogenformation.</p> <p>(Alpine Provinz.)</p> <p>a) Mioцен { a) Aquitanische Stufe Trachyt, b) Pliocen { b) Marine Basalt. c) Sarmatische d) Congerien</p>	
<p>XI. Diluvial- und Alluvialformation.</p> <p>a) Diluvium b) Alluvium</p> <p>Laven.</p>	

Die petrographische Charakteristik der häufigst vorkommenden Gebirgssteine habe ich zur grösseren Übersicht tabellarisch zusammengestellt, um auf Grund des vorauszusetzenden allgemeinen mineralogischen Wissens, jene Mineralstoffe in Erinnerung zu bringen, die an der Gesteinsbildung theilnehmen.

Eine scharfe Trennung, eine quantitative Analyse zu geben, ist bei den, ich möchte sagen, unendlichen Übergängen wohl nicht möglich und auch für unsere Zwecke von keinem Werthe. Man muss nach den Details des Aufbaues streben, darf jedoch nicht ersüfen in der Unendlichkeit des Raumes und seiner Folgerungen.

Ich versuchte daher nur die Hauptmomente der Zusammensetzung der Gesteine wiederzugeben, ohne auf eine grössere Detaillirung einzugehen, da der Techniker doch nur auf makroskopischem Wege eine Analyse vorzunehmen im Stande ist, indem ihm ausser den nothwendigen Hilfsmitteln und diessbezüglichen Erfahrungen auch die Zeit fehlt, um genaue Studien, wie sie die Petrographie verlangt, vorzunehmen.

Es möge daher die Zusammenstellung auch nur in diesem Sinne genommen werden, in welcher ich weiters versuchte, die Nomenclatur nach Möglichkeit zu erschöpfen.

Im Anschluss an diese tabellarische Zusammenstellung folgt dann eine kurze Beschreibung der Kalk- und Gypsgesteine, Steinsalz, Eisensteine, die fossilen Brennstoffe und klastischen Gesteine als Anhang, nachdem sich deren Zusammensetzung, wie Charakteristik besser in einfachen Schlagworten geben lässt.

Es können daher die gegebenen Daten nur zur allgemeinen Orientirung dienen, das Weitere lässt sich dann leicht in Fachbüchern finden.

Benennung	Feldspath																Charakteristik												
	Quarz	Orthoklas (Alkalifeldspat)	Albit	Saundersin	Anorthit	Oligoklas	Labrador	Sausurit	Andesin	Nephelin (Alkalolith)	Borit (Magnesiumborat)	Neuborit (Magnesiumborat zweifach)	Lepidolith (Lithiumborat)	Chlorit	Talk	Olivin		Serpentin	Hornblende	Turmalin	Augit	Hipersthen	Diallag	Topas	Granat	Smaragd	Leucit	Magnetit	
Granitose Gesteine																													
Granit	1	lv	Z			Z					1	1																	
Gneis	1	lv	Z			Z					1	1																	
Degradation des Granitos																													
Weisstein (Felsit)		1																											
Grauwacke		1	1																						1				
Eurit		1	1																										
Pegmatit (Schriftgranit)		1	1									1																	
Rapakivi		1	1									1																	
Kaolin (Porcellanthon)		1	1									1																	
Greisen		1	lv																										
Schürfrolfs (Turmalinschiefer)		1																		1									
Topasfels		1																		1				1					
Milaskit		1										1																	
Protogin		1	1									1																	
Byonit		1	1				Z												1										
Porphyrgesteine																													
Porphyry		1	1				1								Z														
Granitporphyry		1	1									1			Z														
Feldsteinporphyry		1	1				1																						
Thonporphyry		1	1				1																						
Syenitporphyry		1	1									1																	
Degradation des Porphyry																													
Petroxilix (Felsit, Eurit)		1	1									1							1										
Pechstein (Rötinit, Stignit)		1	1									1																	
Spilite (Porphy-Mandelstein)							1																						

Erklärung: 1 als Bestandtheil, Z zuweilen als Bestandtheil, o theils eingeprengt, lv vorwaltend, o odor.

	Feldspath																Charakteristik												
	Quarz	Orthoklas	Albit	Sanidin	Anorthit	Oligoklas	Labrador	Saesarit	Andesin	Nepelin	Biotit	Muskovit	Lepidolith	Chlorit	Talk	Olivin		Serpentin	Horblende	Turmalin	Augit	Hipersthen	Diallag	Topas	Granat	Smeragd	Lenzit	Magnetisen	Kohlensauer Kalk
<b>Hornblendgesteine</b>																													
Diorit					Z	1	Z											1											1
Kugeldiorith					1													1											
Ophit					1													1											
Norit					1													1											
Dioritporphyr					1													1											
Hornblendfels (Amphibolit)	e					e												1						e					
Strahlsteinschiefer					1													1											1
Kersantion																		1											1
Hemithron																		1											1
Hornfels (Aphanit)																		1											1
Eklogit		e																						e	1				
<b>Gabbrogesteine</b>																													
Gabbro (Euphodyt)							1	o	1																	1			
Hypersthenfels (Hyperit)						1															e		Z						
<b>Serpentingesteine</b>																													
Serpentin																		1											
Schillerfels																		1											
Ophikalit																		1											
<b>Augitgesteine, Diabase</b>																													
Diabas						1	o	1						1															
Diabasporphyr						1								1															
Augitfels																					1								
Diabas-Mandolesteine (Kalktrapp)							1	o	1					1															1
<b>Basalte</b>																													
Basalt							1					e				o		e		1							e		
Dolerit							1													1							1	1	
Doleritporphyr							e													o									
Trappe (Anamesite)							e													o									
<b>Basaltwacken</b>																													
Melaphyr (Augitporphyr)							1	o	1							o		1		1							1	1	

und Amphibol (Grundmasse dieselbe Zusammensetzung).  
Eisenkies und brauner Glimmer, statt Horublende-Strahlstein.

Vertritt hier dieselbe Stelle wie Pechstein bei den Porphyren.  
Weiters eingesprengt Diathen, zuweilen Strahlstein, Glimmer und Eisenkies.

Mit Schillorspathkrystallen durchwachsen.

Feines Korn mit grösseren Zwillingen von weissem oder röthlichem und dunkelgrauem Labrador.

und Eisenoxydul.  
in die Doleritgrundmasse.  
Dolerite, wovon die Grundmasse so feinkörnig wird, dass keine mineralischen Bestandtheile mehr erkennbar sind.

Zersetzter Basalt.  
und Eisenspath.

Benennung	Feldspath																	Charakteristik														
	Quarz	Orthoklas	Albit	Sanidin	Anorthit	Oligoklas	Labrador	Sauserit	Andesin	Nephelin	Biotit	Muskovit	Lepidolith	Chlorit	Talk	Olivin	Serpentin		Hornblende	Turmalin	Augit	Hipersthen	Diallag	Topas	Granat	Smaragd	Leucit	Magneteisen	Kohlens. Kalk	Graphit	Eisenglimmer	
Degradation der Augitgesteine																																
Nephelit od. Nephelindiorit										1											1							1				
Cyklopyr Leucitopyr																																
Trachytische Gesteine																																
Trachyt Porphyrische Trachyto				v								1							1		Z							Z				
Domit			1																													
Andexit			1			o	1																					1				
Rhyolith	1		1			1						1																				
Perlit																																
Obsidian Obsidianporphyr																																
Bimstein																																
Phonolyte (Klingstein)			1	1																												
Metamorphische Schiefer																																
Glimmerschiefer	1	o									1	o	1		o	o										e			e	o	o	
Granatschiefer	1										1	o	1													1						
Eisenglimmerschiefer	1										1																				1	
Chloritschiefer	1										1			1																		
Topfstein	1										1			1																		
Talkschiefer	1													1																		
Kalkglimmerschiefer	1										1																	1				
Quarzgesteine																																
Quarsit oder Quarzfels	v											1																				
Itakolumit (Gelenkquarz)	1										1				1																	
Kieselschiefer	v																															
Flint- oder Feuerstein	v																															
Mühlstein (Süßwasserquarz Limnoquarsit)	v																															
Jaspis	v																															
Kieselsinter (Kieseltuff)	v																															

### Kalkgesteine. (Kohlensaurer Kalk.)

Urkalke, krystallinische oder körnige Kalksteine (Marmor) eingesprenzt Bleiglanz, Eisenkies, Schwerspath, Graphit, Granat, Flussspath, Hornblende, Glimmer.

Cipolin, bei Zunahme des Vorkommens von Glimmer.

Anthraconit, bei Zunahme an Kohlenstoff oder brenzlichen Substanzen.

Olithenkalk, besteht aus kugelförmigen oder schalenförmigen Körnern von Kalk.

Pisolithe oder Sprudelsteine bei grösserem Korn.

Kreide, Kalk mit Schalen von mikroskopischen Thieren.

Glauconit, chloritische Kreide mit Quarz gemengt.

Compacter Kalkstein, vollkommen dicht, mit muschligem Bruch.

Breccien oder Lumachellenkalk, von Fragmenten von Versteinungen gebildet.

Süsswasserkalke enthalten alle meist etwas Kieselerde, hieher gehören: Travertine, dichter gelblichweisser Kalk mit parallelen Blasenräumen; Tuff oder Trass, Kalkmasse mit schwammiger Textur; Stalactiten, Stalagmiten, meist zapfenförmig, mit concentrisch-schaliger Structur.

Kalkschiefer zeigt durch Aufnahme von Thonerde wellenförmige Structur.

Mergelkalksteine besitzen grösseren Thonerdegehalt.

Kieselkalksteine besitzen zellig-röhrige Structur in den Höhlungen ist Quarz ausgeschieden.

Dolomit besteht aus kohlensaurem Kalk und kohlen-saurer Magnesia.

Rauchwacke, Dolomit mit Höhlungen, die meist mit Dolomit-Asche erfüllt sind.

### Gypsgesteine. (Schwefelsaurer Kalk.)

Anhydrit, ähnlich den krystallinischen Kalken, enthält meist Steinsalz; Trippsteine, gewundene Concretionen, die aus Anhydrit bestehen.

Gyps, das Hydrat des Anhydrit, enthält 21 % Wasser, häufig mit Thon, Erdpech und Glimmer gemengt.

Alabaster, reiner körniger Gyps.

Steinsalz, meist von rein körniger, zuweilen blättriger oder faseriger Structur, oft durch schwefelsauren oder salzsauren Kalk und Bittererde verunreinigt.

### Eisensteine.

Spatheisenstein, Siderit, kohlen-saures Eisenoxydul, meist mit Kalk, Kieselerde und Silicaten gemengt, zuweilen blättriger und krystallinisch von gelblich-grauer oder brauner Farbe.

Magneteisenstein, compacte blättrige oder krystallinische Masse, besteht aus einer Mischung von Eisenoxyd und -Oxydul und ist magnetisch.

Eisenglanz oder Eisenglimmer von grauer Farbe, mit starkem Metallglanz, besteht aus Eisenoxyd.

Rotheisenstein oder Blutstein, Eisenoxyd von braun-rother Farbe, wenn es sich mit Thonerde verbindet, wird es erdig.

Brauneisenstein, Eisenoxydhydrat, meist mit etwas Mangan, Kiesel, Thon oder Kalk gemengt, dicht, dunkelbraun bis schwarz, Eisenocker, wenn er als braunes Pulver, Glaskopf, wenn er in faseriger Form auftritt.

Bohnerz, Körner von concentrisch-schaliger Structur, entweder eine Modification des Brauneisensteins oder halbkiesel-saures Eisenoxyd.

Raseneisenstein oder Sumpferz, nahe verwandt mit dem Bohnerz, nur phosphorsäurehaltig.

Eisenkies oder Pyrit, Schwefelkies.

### Fossile Brennstoffe.

Torf, bräunlich oder schwärzliche erdige Massen, meist mit pflanzlicher Structur.

Braunkohle, Lignite, schwarzbraun, erdig, die Structur des Holzes erkennbar. Pechkohle, Braunkohle mit harzigem Glanze.

Steinkohle, sammtartige, schwarze zerbrechliche, theils schimmernde Masse.

Antracit, Glanzkohle, schwarz, von metallischem Glanze. Graphit, Kohlenstoff mit Eisen, verbrennt nicht.

### Klastische Gesteine.

Sandsteine, Conglomerate oder Puddinge, abgerundete Fragmente aus der Zerstörung anderer Felsarten hervorgegangen, mit fremdartigem Mörtel gebunden. Bindemasse bald kalkig, thonig oder kieselig. Bei kalkigem Bindemittel nennt man sie Nagelhuhe.

Breccien besitzen die Beschaffenheit der Conglomerate, nur dass die einzelnen Fragmente eckig sind.

Knochenbreccien bestehen aus Knochen und Schalenstücken.

Sandsteine, Sand verbunden durch eine Bindemasse.

Sind Kieselkörner und Glimmerblättchen mit thonig-kieseligen Mörtel verbunden, so heisst man sie Psammiten, dagegen kieselige Sandsteine mit kalkigem Bindemittel Molasse.

Thongesteine, plastischer Thon (Pfeifererde), ein inniges Gemenge von Kieselerde und Thonerde, gibt mit Wasser einen plastischen Teig, die Farbe hängt von den Metallsalzen ab.

Plastische Thone, die Magnesia enthalten und begierig Fett aufzusaugen, nennt man Walkererde.

Plastische Thone mit fremdartigen Beimengungen und weniger bildsamen Eigenschaften nennt man Lehm oder Thon, mit bedeutenden Mengen von Eisenoxyd nimmt er eine braune, braungelbe oder rothe Farbe an und heisst nun Ocker.

Thonschiefer (verhärtete Thone).

Dachschiefer, ein Thonschiefer mit unendlicher Theilbarkeit, enthält viele Mineralien eingesprenzt.

Wetzschiefer, ein Thonschiefer mit beschränkter Theilbarkeit.

Grauwacke, ein Thonschiefer mit bedeutendem Überschuss an Quarz, welcher in Form von körnigen Massen eingelagert ist.

Alaunschiefer enthält ausser Thonerde noch Schwefel-eisen.

Zeichenschiefer, ein Alaunschiefer mit grossem Kohlenstoffgehalt.

Kalkschiefer, verhärtete schiefrige Kalkmergel.

Kupferschiefer, bituminöser kupferhaltiger Mergel-schiefer.

Betreten wir nun das eigentliche Gebiet der wechselseitigen Beziehungen beider Wissenschaften weiter, so lässt sich am leichtesten durch Beispiele, die der Natur entnommen sind, das geben, was ich mir zur Aufgabe machte.

Wenngleich ein grosses Material vorliegt, so will ich mich doch in dem Weiteren auf das selbst Erfahrene beschränken, indem es nothwendig erscheint, selbst erlebt zu haben, um wiedergeben zu können, anderseits nicht zu selten die bestehende Literatur von Momenten geleitet war, die dem Wiedergebenden unbekannt, somit zu Anschauungen führen, die irrig sein können.

Ich bekehrte mich umso mehr zu dieser Anschauung, weil ich nicht zu unternehmen wagte, ein Werk zu schaffen, welches ein Receptenbuch für alle vorkommenden Erscheinungen gegenüber den einzelnen Gebirgsformationen bilden soll, sondern weil mein Streben nur dahin gerichtet ist, das Bedürfniss in dem Techniker zu erregen, der Geologie mehr Aufmerksamkeit entgegenzubringen, seinem Geist, seinem Auge, das nöthige Wissen, das nöthige Gefühl beizubringen, welches ihm jede Erscheinung wahrnehmen und verwerthen lässt. Schablonen gibt es nicht, somit muss jedes Vorkommen, selbst wenn es im Grossen schon wo anders erkannt wurde, von Neuem studirt werden, denn der Begriff Gleichheit besteht in seiner vollen Schärfe nur für die Theorie.

Im Übrigen verweise ich auf das Werk von Kaven „Die Rutschungen und Beschädigungen der Böschungen der Erdbauten bei Eisenbahnen und Strassen und die zur Sicherung und Reparatur angewendeten Mittel“, nachdem dasselbe viele Beispiele, sowie nahezu die gesammte einschlägige Literatur anführt.

Wenn sich auch der zu besprechende Stoff schwer nach dem geologischen Alter der auftretenden Gebilde einteilen lässt, da nicht nur allein Beispiele für die ganze Reihe der vorkommenden Gebilde fehlen, sondern auch zum Theil mehrere der Formationsglieder zu gleicher Zeit in Betracht kommen, so versuchte ich denselben doch im grossen Ganzen dem Alter der Hauptgebilde nach einzutheilen.

#### **Der Tunnel am Unterstein mit Einbeziehung des Terraines zwischen Lend und Taxenbach.\*)**

Von der Einmündung des Raurisbaches in die Salzach, woselbst das Thal schon bedeutend enge, schliesst sich dasselbe flussabwärts noch mehr, und ist hiebei links von entwickelterem Ufer als am rechten begrenzt. Der Fluss besitzt in dieser Strecke einen ziemlich regulären Lauf mit dem durchschnittlichen Gefälle von 1 156 bis etwas unterhalb des Trattenbaches, wo die Salzach durch den später besprochenen Absturz der rechteitigen Thalwand (Embacher Plaicke) an das linke Ufer geworfen wurde, während der Schutz und die Felsmassen des Absturzes nebst der Ablenkung des Stromlaufes auch bedeutende Hebungen der Flusssohle nach sich zogen, die sich durch einige grössere Stromschnellen bis gegen die Salzach-Übersetzung der Bahn bei Unterstein äussern.

\* ) „Die geologischen Verhältnisse des Tunnels am Unterstein etc.“ von C. J. Wagner, Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt, 1879. 29. Band, 3. Heft.

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

Die Salzach besitzt von der Bahnübersetzung bei Unterstein bis zum Dintenbache ein durchschnittliches, ziemlich gleichmässiges Gefälle von 1 137 und bis zum Scheiberpalfen, der das Thal einengend, die Salzach an das rechte Ufer wirft, einen mehr regulären Lauf. Von dieser Stelle erweitert sich das Thal gegen Lend und bildet daselbst 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 in krystallinische Schiefergesteine eingeschnitten, durch deren leichte chemische Zersetzung und geringe mechanische Widerstandsfähigkeit die heutigen Thalformen sich bildeten. Nur dort, wo, wie schon erwähnt, durch ältere Einfüsse 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 aufgebaut, erscheinen den Formen nach in ihrer Entwicklung zurück, meist steil ansteigend, an ihren freien Theilen aber häufig von den atmosphärischen Einfüssen stark angegriffen und deshalb bei Hinzutritt von grösseren Mengen Wasser stark erweicht, so dass oft unter grösseren Schichtungsgliedern kleinere Massen in Form einer breiartigen Substanz zum Abflusse gelangen; nach unten sind selbe beinahe durchgehends von Schutthalden ihrer eigenen Gesteinsgattung umgeben.

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

Dass die Zersetzungs-Processe dieser Kiese, 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 hiebei entwickelte Wärme und frei werdende Säure auf ihre Umgebung sicher nicht ohne Einwirkung bleibt.

Neben den vorwiegend erscheinenden Schwefelkiesen, zeigen sich nicht sehr selten als dessen Begleiter Magnet-Eisensteine, in den quarzreichen phyllitischen Schiefen 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 Talkachieferschichten aufnimmt, in welchen der Hauptsache nach sehr häufig Übergänge in

Talk und graphitische Schiefer mit Quarzeinschlüssen zu beobachten sind.

Überhaupt erscheint es sehr schwer, eine wirkliche Grenze unter diesen Schiefen zu ziehen, da man häufig Gelegenheit hat, in ein und derselben Schichte einen mehrmaligen Wechsel der Schiefergattungen wahrzunehmen. So sind die Übergänge vom Chloritischen in Talk und Thonschiefer nichts Seltenes und eine vollkommene Trennung sehr erschwert.

Ich habe daher auch in der von mir aufgenommenen Terrainskizze (Taf. 1) 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, auf ein ganz geringes Gebiet beschränkt, beobachten.

So wie die Oberfläche, so sind auch die tiefer gelegenen Partien den aus dem Erdinnern entspringenden Einflüssen ausgesetzt und ähnlichen, wenn auch nicht immer so rasch erscheinenden Umwandlungen unterworfen.

Es besitzen alle genannten 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 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 Norden.

Es fällt zwar eine genauere Scheidung der einzelnen Schichten äusserst schwer durch die eben erwähnte grosse Mannigfaltigkeit und die theilweise reichen, wenig scharf getrennten Übergänge. Obgleich ich mir der schwierigen Aufgabe bewusst war, suchte ich selbe doch theilweise durchzuführen und wählte hiezu einen Thalschnitt, der in der Terrainskizze seiner Richtung nach durch die strichpunktirten Linien *d*, *e*, *f*, *g* ersichtlich gemacht ist. Er führt von Hoheck seinem längsten Ausläufer entlang über die durchtunnelte Gebirgspase, von dort in der Richtung gegen Embach.

Der Schnitt zeigt, wenn auch keine 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 gefaltet, gebildet, welche meist zahlreiche linsenförmige Einlagerungen von Quarz, Bleiglanz führend, enthalten. Über diese Talkschiefer lagern sich quarzreiche phyllitische Schiefer, die nicht selten Eisen-glimmeradern 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 Übrigen 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 Schwefelkies-Einschlüsse führend, wie auch von silurischen Thonschiefern, die nach oben einen Übergang in Kalk und Rohwand führend (Ankerit), auftreten und zum Schlusse des Profils von einem silurischen Kalk überdeckt.

Diese in der Schichte 3 vorgefundenen, durch die Zersetzung von Schwefelkiesen auftretenden Höhlungen beobachtete ich sehr häufig und sie zeigten sich als kleine linsenförmige Räume, welche oft ueben einander in grosser Anzahl wahrgenommen wurden.

Die Schiefergesteine sind am linken Ufer in der Richtung des Profils meist blossgelegt, was mich auch veranlasste, die theilweisen Schwenkungen in der Richtung vorzunehmen. Die erste und zweite Etage werden von Geschieb-Ablagerungen überdeckt, welche noch später näher erörtert werden. Oberhalb der zweiten Etage ist ein ziemlicher Wasserreichthum zu beobachten, nebstdem zeigt sich auch die Mulde der dritten Etage (1195 M.) sehr wasserreich, welch' letzterer Umstand auch Ursache sehr grosser Aufweichungen ist, die derart umsetzend wirkten, dass selbst an den wenigen Stellen, wo das anstehende Gestein nicht von dessen Verwitterungs-Producten überdeckt ist, es schwer fällt, sich in Beziehung des Gesteins-Charakters 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 Profils von einem Dioritklotz gebildet wird, verläuft ohne besondere Abstufungen und ist in Folge der häufigen Überdeckung mit Gebirgsschutt schwieriger zu beurtheilen.

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

Die die Schiefergebilde der rechten 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 von thonig-kalkigen Bindemitteln überlagert.

Diese diluvialen Ablagerungen, welche theils lehmig-sandige Beimengungen besitzen, der Gesteinsgattung nach hauptsächlich aus Gneis, 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 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 Fig. 1—5, Taf. 1 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 gelangen, 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 solche Findlinge nicht selten, wo sie dann mehr weniger einen natürlichen Uferschutz gegen die weiteren Angriffe des Flusses bilden.

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. Die oberen überlagernden kalkigen und Kalkschichten lassen jedoch ihrem Habitus nach, einen Vergleich mit den silurischen Kalken vollkommen zu.

Es wäre noch zu erwähnen, dass bei den ausgedehnten Aufdeckungen dieser Gebilde durch die Bahn keine Beobachtungen gemacht wurden, welche auf das Vorkommen irgend eines thierischen Überrestes hätten schliessen lassen. Über diese soeben besprochenen Schiefergesteine lagern dann in südlicher Richtung die Radstätter Kalke und Schiefer, welche gegen Schwarzach von der Salzach durchrissen sind und daselbst drei Engen, sogenannte 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, Taf. 1) näher, so wird der Beobachter sowohl durch die Formen, als durch die bedeutenden Geschiebs-Ablagerungen an der rechten Thalseite des Profiles, zu der gerechtfertigten Annahme kommen, dass die Durchschlitzung der Schiefer, wie sich selbe heute repräsentirt, den jüngeren Umbildungs-Perioden dieses Thales zuzuschreiben ist und seinerzeit der ganze obere 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 Ober-Pinzgau 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, welchen Charakter es in seinem weiteren Verlauf nahezu constant bis Schwarzach beibehält; von der Einmündung des Raurisbaches in die Salzach, nach der Ortschaft Taxenbach, somit gerade an jenem tief eingefurchten, noch nicht entwickelten Salzachbett, ist über der Flusssohle, ca. 300 M., ein breiterer älterer Thalboden, bedeckt mit diluvialen Gebilden, zu beobachten, welcher am Ursprunge mit dem Salzachfluss so ziemlich dessen Richtung besitzt, von hier aber über Eschenau, Mitterstein, Goldeck nach Schwarzach seine Direction nimmt und in das jetzige Salzachthal einmündet. Bei Schwarzach verschwindet wieder das obere Plateau durch die entwickelteren Formen des derzeitigen Salzachthales.

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 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 die Gewässer des Ober-Pinzgaves bis nach Taxenbach zwang, ihrem Abfluss nach dem Zellerthal durch die Hohlwege über Loffer zu nehmen.

Es bildete somit der jetzige Raurisbach seinerzeit den Ursprung der Gewässer, die in östlicher Richtung über Schwarzach, St. Johann, Werfen und Golling abflossen und den Weg für die später zufließenden Gewässer des Ober-Pinzgaves 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, unter Zuhilfenahme eines möglichen Übertrittes der Wässer des Ober-Pinzgaves.

Ich versuchte die älteren Configurationen des Theiles 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 Überfließen bei Embach, 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 Gletscherströme ausgerieben, wurden später wieder durch deren Moränen und den Schutt des Raurisstromes erfüllt, und bildet 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, resp. Überflüsse ein, unter welchen sich der vor Eschenau, die jetzige Richtung der Salzach einnehmend, am raschesten entwickelte, welcher Uferlandsenkung die Vertiefung der Einsattlung der Hauptstromrichtung nicht nachkommen konnte, indem bei Mitterstein quer durch das Thal, den eigentlichen Sattel bildend, eine silurische Kalkschicht zieht, die eine rasche Tieferlegung hinderte.

Der Überfall vor Eschenau entwickelte sich durch die Construction des Gebirges daselbst am raschesten, indem der Untergrund nur aus den früher beschriebenen Schiefergebirge 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 Äusserung gelangte.

Ähnliche Umstände wie bei Mitterstein 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.

Der dritte gedachte Überfluss 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 ist.

Es war somit durch den Durchbruch des alten Uferlandes von 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 Bildung des Thales mit Rücksicht auf die auf uns übergangenen noch zu beobachtenden Verhältnisse am natürlichsten gelöst.

Die weitere Eigenschaft der Gewässer, sich rasch in weichere Gesteinsmassen einzunagen, kann die Entwicklung des neuen tieferliegenden Bettes in sehr kurzer Zeit bewirkt haben, in dessen letzte Periode aber jedenfalls, zur Erklärung der späteren Thalbildung gegen Taxenbach selbst, die Mitwirkung der Gewässer des Ober-Pinzgaues einbezogen werden muss.

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

Dasselbe Verhältniss muss hinsichtlich der Wassermengen 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 dem Rücktritt der Gletscher grosse Wassermassen zum Ablauf gekommen sein müssen.

Es wurde seinerzeit eine ideale Übersicht von Südost-Baiern zur Eiszeit vom königl. bair. Hauptmann F. Stark in der „Zeitschrift des Deutschen u. Oesterr. 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 Gebiete des Saalachgletschers, nach Einschaltung der Wasserscheide bei Taxenbach entspricht, während der Salzachgletscher, welcher sich bei Salzburg mit dem ersten vereinigte, die mehr schuttragenden Theile des Saalachgletschers 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 maassgebend für die Entscheidung der Bahntrasse 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 Gesteinsarten stattfindet.

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

Diese Abstürze können nur 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 Gebirgs-

massen, nebst Aufweichung des Gesteines selbst, erfolgen, aber immer im Vergleiche zu Thalsohlenvertiefung nicht im Verhältnis, indem in solchen Gebilden mehr das directe Abnagen des Wassers bei sonst normalen Umständen, wie sie die linke Thalwand besitzt, die Thalbildung hervorruft.

Eine Gleichgewichts-Störung tritt aber erst bei sehr hohen steilen Schieferwänden nur durch Unterwaschung des Fusses ein, wenn sonst die Verhältnisse der Lage der Schichten eine günstige ist. Nehmen wir einen idealen Schnitt des Salzachthales, Fig. 45, zu

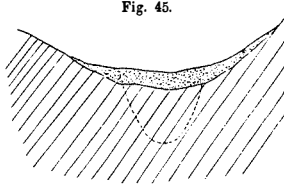


Fig. 45.

Hilfe, so erscheint die linke Thalwand 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 können, es ist somit der Fuss derselben von unbedeutenden Schutthalden überdeckt, während das rechte Ufer nahezu eine Schutthalde bildet, was wohl der Schichtenlage der rechten Thalwand, und den die Schichten oft in grossen Massen überlagernden diluvialen Gebilden zuzuschreiben ist.

Durch diese häufigen 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 deren Schutt 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 diess 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 oder weniger in Bewegung ist, es beschränkt sich aber diese Bewegung nahezu ausschliesslich auf die Schutthalden, die den eigentlichen sichtbaren Gebirgsschutt 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 derzeit auf die Verwitterung an der Oberfläche durch die atmosphärischen Einflüsse, in dem Absturze einzelner Felsmassen, die durch ältere Trennungsfächen als sogenannte

Nester sich auslösten und je nach den Verhältnissen grössere oder kleinere Massen bilden. Die Wirkung derselben wurde durch die Strassen- und Bahnfelseinschnitte zur Genüge aufgeklärt. Desgleichen 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.

Aus den angeführten Gründen bin ich zur Folgerung gekommen, 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. Ältere Trennungsfächen wurden besonders in den Schiefern mit mächtiger Schichtenhöhe angetroffen und erklären sich jedenfalls durch Hebungen oder Senkungen des Terrains, während in dem mehr 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 Aufschreibungen aus früheren Zeiten, welche uns diese Vorgänge näher erklären werden.

Gehen wir von dem idealen Profile auf das aufgenommene, in Fig. 1, Taf. 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 Abflusse boten. Wir bemerken ferner die Spuren dieser Hochwässer in den von den zwei unteren Etagen abgesetzten diluvialen Ablagerungen, die vom Schutte der hinterliegenden Schieferwände an deren Fuss überdeckt werden.

Durch die später vorgenommene Abdeckung, respective Entlastung der untersten Etage, wodurch auf dem Plateau die Schotterablagerungen beseitigt wurden, fand man noch weitere Spuren von den Einschnitten des Wassers am Uferstrand von 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 Hochecks, 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 (Taf. 1), so sieht man gegen das Ende der Ausläufer des Hochecks ganz eigenthümliche Terrainformen, die aus der später noch zu erläuternden Tafel 2 im Detail besser ersichtlich sind. In charakteristischen Linien wiedergegeben,

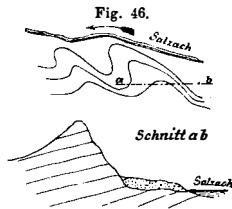
erscheinen die unteren Ausläufer als langgestreckte, senkrecht, von dem Hauptstock ausgehende, nach der Flussrichtung abshenkende Gebirgsnasen. Diese Gebirgsnasen sind gegen die Stromrichtung steil abfallend, während sie nach rückwärts in der Richtung der Schichtung sanfter abgeflacht sind. (Fig. 46.)

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

Dass die Selbstregulierung der Sohle durch Abstürze, hauptsächlich von der rechten Thalwand, häufig unterbrochen wurde, beweisen die oft in sehr mächtigen Schichten auftretenden Salzachletten, welche von Thalsperren, die derzeit von den grösseren, die diluvialen Ablagerungen des oberen Thalbeckens begleitenden Findlingen älterer Gesteinsgattungen gebildet sind, zurückgehalten werden. Dieser Salzachletten, welcher vorherrschend 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 Maasse noch stattfinden werden, erstrecken sich bis in unsere Zeit, nur dass jetzt mehr eine weitere gefahrbringende Entwicklung des rechten Salzachufers zu befürchten ist. Dass diese Umwandlungen durch die fortschreitende Entwicklung des Thales erst in unserem Jahrhunderte weniger gefahrbringend für den Menschen und dessen Werke sind, geht daraus hervor, dass die älteren Ansiedlungen nur auf dem höher gelegenen, ca. 300 M. über der jetzigen Salzachsohle befindlichen Plateau stattfanden und bei der Anlage ihrer Wege überall, wo sich 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. Es liegt der Grund dieser Anschauung hauptsächlich darin, dass am rechten Ufer die Schichtung der Schiefergesteine thalwärts 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 Schutthalde, welche das anstehende Gebirge am Fusse überdecken. Letztere sollen hier nicht näher berührt werden, da sie mehr localer Natur sind und, ausser geringen Flussablenkungen, nicht von einer eingreifenden grösseren Wirksamkeit für die Thalbildung selbst sind. \*)

\*) Es werden selbe noch später beschrieben werden.



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

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

Über dieses Naturereigniss liegen uns noch nähere Daten in den Jahrbüchern für Berg- und Hüttenkunde, von E. Freiherrn von Moll, 1798, II. Band, vor. Es findet sich in demselben eine Beschreibung von R. M. Schroll, Bergrath zu Salzburg, über den genannten Bergsturz vor und lasse ich im Folgenden 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 Grund 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 Beschaung dieser Naturbegebenheit hin.

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 Holz begraben sich im Schutt und Wurzeln schwingen sich 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 vormalis 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 entschwunden, der Ausfluss verammelt, es breitet sich im

Innern des Erdalles aus, erreicht 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 sich dem Auge schroff geborstenem 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 wiederholtem Male 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 über Felsengeschiebe rasch einherstürzt, einen nie gesehenen See, dessen Länge sich über eine Stunde weit bis an die Färberbrücke bei Taxenbach erstreckt.

Hochstämmige Lärchen 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 bewältigt die bei nasser Witterung anschwellende Salzach und die ungeheure Last des See's 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 hervorgeedrückt hat.

Bald aber erhöht sich derselbe bei kleinerem Wasserstande des Flusses durch Nachglitschung der Erd- und Schuttmassen wieder und die Tiefe des See's steigt und fällt mit ihr.

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 See's eine grosse Masse seines Gerölles und Schuttes unter dem Salzachrinnal 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 Kubik-Klafter allerdings fassenden, Stein empor.

Dieser Hügel war 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 Erd-

alles besteht; unterspült endlich den Fuss und so stürzen mit Aufschleuderung des Fusses grosse Wellen im Umfang mehrere Kubik-Klafter 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 Stämmen Holzes; fürchterlich war das Krachen der in die wilde Fluth stürzenden Bäume, viele davon wurden im Augenblicke mit Steinen und Sand überschüttet und die übrigen, theils im ganzen Zustand, 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 stellen sich demselben neue Schreckensbilder und Drohungen noch grösseren Unheiles entgegen. Die vom Erdfall in das Rinnal gebrachte ungeheure Menge Gerölles und Schuttes erhöhte dieses gegen Lend und zum Theile auch noch weiter hin in abnehmendem 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 Schutt begraben, und dieser häufte sich bald am diess- 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 Hineinschleuderung grosser Steine und durch stetes Reiben in das Felsenufer 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 Weide- und Felsengrundes vergrössert jetzt die Wucht des einherstürzenden Flusses.

Dort trifft seine Anprellung ein neu gebildetes Ufer von lockerem, aus Geröllern und Thonlagern bestehenden Grund, der Fluss weicht der zerstörenden Gewalt und ein neuer Erdfall von beträchtlichem Umfange stürzt sich von des Berges Abhange 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 unterworfenen Waldgrund hin, ergreift allmählig Hunderte von Stämmen 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 Schmelzhütten und den Holzrechen besorgt. Der Rechen müsste ungeschlossen bleiben, um eine plötzliche Aufthürmung des herangeschwemmten Gehölzes, Aufdämmung des Gewässers und somit grauenvollen Ruin zu vermeiden.

Schon in Zeit eines Jahres, während der Bewegung des Erdalles, 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 ihm Angst und Furcht verbreitenden Naturbegebenheit entgegen.

Allein gerade jetzt, da die Drohungen entsetzlichen Unheils dem Augenblicke der Erfüllung sich nähern, da der neu gebildete See seinen 60—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 anherrasselnde Salzach auf ihrem Lauf gegen Lend 100 kleinere Erdfälle rege 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 Glücksstern das schwarze Gewölke banger Zukunft.

Anhaltende warme Witterung tritt jetzt mit einem Male ein, trocknet den Erdfall in seinen Oberflächen und gibt ihm festere Verbindung, wodurch dem Nachglitschen beträchtlicher Schuttmassen in das Rinnsal Einhalt geschieht.

Die Salzach fängt nun an Sand und Geschiebe, die des See's Damm und das Flussbett bis dahin fast unausgesetzt erhöhten, zu ergreifen und wegzuspülen. Und man beobachtet mit hohem Staunen, dass die letzte periodische Erdfallsbewegung über 100 Ctr. schwere Stücke Thonschiefer, die in Rücksicht ihrer Gestalt aus der Felsengrundlage des Erdalles abgerissen zu sein scheinen, hervordrückt hat.

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

Inzwischen spült die Salzach von dem in das Flussbett geschobenen Damm, 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 wirkt diese glückliche Änderung auch auf die allmälige Erniedrigung des vom Erdfalle weg bis Lend durch Geschiebe und Sand erhöhten Flussbettes, 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 Erdalles und mit ihr die Besorgnisse der Verwüstungen, Jahrhunderte werden wieder verstreichen, bis die Salzach das Felsengemäuer, welches jetzt den Fuss des Erdalles festhält, zerreibet und ihm zu neuen Verheerungen Schwung geben wird.<sup>4</sup>

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 sogenannte Embacher Plaicke (Plaicken, abrutschen, abgehen, wird im Salzburgischen bei allen Terrainbewegungen in Schrift und Sprache benützt), deren Ausdehnung durch den auf Taf. 1 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 Embacher Plaicke 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 Gebänge der rechten Thalseite steil ansteigend gewesen sein und die successiven Unterwaschungen, respective die Tieferlegung der Sohle des Salzachflusses einerseits die Erfüllung der sandig-lehmigen Geschiebmassen der Lehne mit Wasser andererseits, die Ursache der colossalen Katastrophe werden.

An dem Bilde des östlichen und südlichen Theiles des Bruchrandes der Embacher Plaicke (Taf. 1, Fig. 2) beobachtet man an dessen nördlichem 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 sehr tief reichte und am Uferand gegen den Salzachfluss nur von einem im Verhältniss zur Flusssohle in geringer Höhe sich erhebenden Schieferfels gestützt wurde. Die Geschiebmassen, 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 Geschiebmassen auf die sie einzwängenden Schiefermassen durch Aufnahme von mehr Wasser und gleichzeitig der hierdurch bedingten möglichen Verminderung der Reibung an den Auflagerflächen oder durch Eintreten beider Umstände zugleich zum Abrutschen gebracht. Es entleerte sich durch den Mangel an weiterer Verbindung die ganze, mit diluvialen Gebilden erfüllte, tief eingeschlitze Mulde sehr rasch,

die seitwärts und am Untergrund angrenzenden Gesteine 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 Katastrophe 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 haben, so dass der Zusammenhang, respective 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 ca. 400.000 Qu.-M. Fläche erstreckt, gewaltige Äusserungen auch auf die umgebenden festeren Gebilde zurücklässt, ist leicht erklärlich, und es ist auch diese Äusserung durch die sehr steil ansteigenden Schieferwände des östlichen Bruchrandes zur Genüge gekennzeichnet.

An der abgerutschten Gebirgsmasse, die bis jetzt gegen 30,000.000 Kub.-M. betragen dürfte, ist derzeit noch ein Abfliessen 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 Geschiebmassen 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 Schichten-Fragmente eingelagert, welche chloritischen Schiefen angehören dürften, aber derart umgesetzt, dass selbe ganz zu einem plastischen Teig zusammengeknetet werden konnten.

Um die Böschungsverhältnisse dieser schwimmenden Masse, sowie deren hauptsächlich Bestandtheile näher zu charakterisiren, habe ich ein Längenprofil in der grössten Abflussrichtung der schwimmenden Masse aufgenommen und skizzirte selbes in Fig. 3, Taf. 1, wobei die Richtung in der Planskizze durch die Linie *a, b, c* zur leichteren Orientirung angegeben ist.

Es besitzen derzeit die abfliessenden Massen nur mehr eine geringe Mächtigkeit, obgleich der Abfluss 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 Neigungs-Verhältnissen eine grössere Umsetzung der Gemengtheile vorausgesetzt werden muss, die den Strom noch lange nähren werden.

Man sieht auf der Planskizze das Embacher Plateau in einer Höhe von 1020 M. verlaufen und zeigt dessen Profil die Lagerung der Geschiebmassen oben mehr gefächelt, unten steil abfallend, ohne die Auflagerung auf die Schiefer-schichten zu zeigen. Der Bruchrand in diesen Schottermassen lässt die mannigfaltigsten Formen beobachten, welche durch die Wirkung der atmosphärischen Einflüsse auf diese klastischen Gebilde hervorgerufen wurden. 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, und durch welchen die Lagerung der diluvialen Gebilde auf den Schiefer-schichten näher präcisirt erscheint.

Verfolgt man das Längenprofil der Abflussrichtung vom Bruchrand weiter, so beobachtet man ein sehr regelmässiges Gefälle des abfliessenden losen Geschiebes und der verwitterten Schiefermassen, in welche, in einer Höhe von 890 M. über dem Meere, eine grössere aufgeweichte Talkschieferschichte eingebettet ist. Gegen das Ende des Profils tritt dann ein grösserer Bruch in den Gefällsverhältnissen ein, welcher jedenfalls in Folge der Ablagerung grösserer Findlinge und Felstrümmer gebildet wurde, während die leichteren beweglicheren Massen ihren Weg weiter fortsetzen 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), welchem sich wie dem Theile stromabwärts im Laufe der früheren Jahre grössere Felsmassen vorlagerten, war durch diesen auf natürlichem Wege gebildeten Uferschutz von den weiteren Einflüssen der Salzach geschützt, zur Ruhe gekommen.

Leicht ist auch aus der Vegetation 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 zu einer Seltenheit gehört, einen geraden Stamm zu finden; an den festeren Felsschuttmassen und Felsrippen finden wir vorherrschend die Fichte vertreten.

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

Das Flussbett zeigt im Bereiche der Embacher Plaicke 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 Embacher Plaicke von Berggrath 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 Embacher Plaicke befinden sich westlich von demselben noch zwei  $\beta$  und  $\gamma$ , die jedenfalls einer älteren Epoche, als die der Embacher Plaicke, 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, sowie einen für die Umstände

ziemlich entwickelten Pflanzenwuchs zeigt. 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 durch den bereits früher erwähnten Dioritklotz gebildet wird, welcher den grösseren Vertiefungen der Sohle entgegentritt.

Auf das eigentlich zu charakterisirende Object, den Tunnel am Unterstein, übergehend, lasse ich in Kürze zur Vervollständigkeit die in baulicher Beziehung erwähnenswerthen Daten folgen.

Man begann im Monate März 1874 mit dem Vortrieb des Sohlenstollens (6 Qu.-M. Querschnittsfläche), von welchem Aufbrüche zur Treibung der Firststollen (35 Qu.-M. Querschnittsfläche) angelegt wurden, zu dessen Forcierung noch weiters ein Seitenstollen nach der Tunnelachse unter der Strasse im Niveau des Firststollens getrieben wurde. Am Tunnelausgange wurde dann auch später noch, vom Sohlenstollen 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 Vollaussbruch der einzelnen Ringe.

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

Die Anlage des Tunnels wurde wie alle der Salzburg-Tiroler Bahn für zwei Geleise ausgeführt, und zwar mit einer Lichtfläche von 47'00 Qu.-M.

Wie aus dem Schichtenplan (Taf. 2) 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 kristallinischen Schiefen gebildet und herrschen in dem durchtunnelten Theil Talkschiefer vor, welche theilweise Übergänge in Thonschiefer zeigen.

Die Ausbruchslänge der Ringe variierte Anfangs zwischen 8—9 M., später, wie noch unten erwähnt werden wird, überschritt man diese Grenze und ging in einem Falle bis zu 15 M. Ausbruchlänge.

Die Auszimmerung bildete mehr weniger nur eine Abstreifung des Firstes, um ein Losewerden und Herabfallen einzelner Schichtenfragmente zu verhindern. (Taf. 3, Fig. 1—6.)

Die Gesperrdistanz variierte zwischen 2—2'5 M. und es wurden erst später, als Druckerscheinungen in grösserem Maasstabe auftraten, Bockgestelle mit Gesperren und Brustriegeln (Bölung nach dem englischen Tunnelbausystem) 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,

welche je nach den Verhältnissen mittelst zwei oder vier Unterzügen unterstützt wurden.

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—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, im Übrigen findet sich im grossen Ganzen die Geschichte der Ringe auf Taf. 4 und 5 verzeichnet.

Der Ring II (Taf. 6, Fig. 4), welcher im September 1874 mit einer Länge von 8 M. im Vollaussbruche 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 Gesteins-Auslösung ca. 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 Gewölbsteine am Scheitel und im wasserseitigen Gewölbsviertel. Obwohl die zerdrückten Steine ausgewechselt wurden, so war an denselben bald wieder 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 Rauchwacke \*) verwendete. Die Auswechslungen erfolgten mit Granit, dessen Unterliegen zur Genüge den bereits aufgetretenen starken Gebirgsdruck verrieth.

Der zu gleicher Zeit mit dem Ring II in Mauerung begriffene Ring III (Taf. 7, Fig. 1), 7'25 M. lang, welcher unter der Reichsstrasse am Tunneleingange 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 die an der rechten Thalwand zwischen Lend und Bruck an drei mir bekannten Punkten auftretende Rauchwacke als Tuff (Tuffstein) in Verwendung gebracht. Es scheint diess in einer ursprünglich verfehlten Bezeichnung zu liegen, da auch in dem mit dem Subunternehmern abgeschlossenen Verträge, unter andern auch Tuffstein als für die Mauerung zulässig genannt wird. Meines Wissens kommen Tuffbildungen im grösseren Maasstabe daselbst nirgends vor und es ist bei dem in einiger Beziehung ähnlichen Äusseren der Gesteinsgattungen nur diese Rauchwacke auch im Verträge gemeint. Sie erscheint von erdigem Bruch, grauer oder gelblicher Farbe, in ihrem Innern mit vielen kleinen Höhlungen, die mit feinkörnigem zu Sand- oder Asche zersetzten Dolomit ausgefüllt sind oder zum grossen Theil durch eindringende Wasser ausgewaschen erscheinen, wodurch das Gestein eine poröse schwammige Masse darstellt. Nach dem Innern der zum Zwecke von Steinbrüchanlagen aufgeschlossenen Felspartien zeigte sich das Gestein weniger zersetzt, oft von ziemlicher Festigkeit, nach aussen, durch die Zersetzung jedoch auch öfters einen erdigen Sand bildend.



Es wurde in diesem Ringe ein etwas stärkerer Einbau gegeben, da man durch die oberhalb dem Scheitel ca. 2 M. gelegene Reichsstrasse eine sehr geringe Gebirgshöhe hatte.

Nach Schluss des Gewölbes, erst gegen Mitte April 1875, zeigte sich eine Veränderung, die auf bedeutende Druckercheinungen 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 Gewölbhälfte wahrnehmen. In diesem Ringe kam auch die erste Tunnelnische am bergseitigen Widerlager zu liegen und war gerade am Ende des Ringes in dem druckreichen Gebirgsteil situiert.

Bald nach dem Gewölbsschluss, der am 9. Februar 1875 erfolgte, liess sich ein Anreissen der Steine in den zwischen Nische und Ringende gelegenen, 1 M. breiten Widerlagsteil beobachten, was constant zunahm.

Die rückwärtige Wand der Nische, welche vorerst nicht verkleidet war, zeigte bald ein Ausschalen des Gesteins, 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, die theilweise ausgewechselt wurden, bald aber wieder neu angerissen erschienen.

Im Monat Jänner, in welchem gleichzeitig die Ringe VI (Taf. 6, Fig. 1) 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 Trennungsfächen selbe wechselnd.

In Folge dieser Erscheinung erwartete man eine grössere Druckäusserung und da die gemachten Erfahrungen etwas schärfer in's Auge gefasst wurden, führte man eine stärkere Böhlung durch, nebst einer Verstärkung des wasserseitigen Widerlagers.

Es zeigte sich während des Ausbruches keine besondere Druckercheinung, 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 Druckercheinung auftrat, wurde das Gestein noch erweichter und wasserhaltiger vorgefunden.

Am Scheitel war schon während des Ausbruches eine bedeutende Druckercheinung zu beobachten, die eine Firstsenkung von 0·25 M. zur Folge hatte und äusserte sich nach Schluss des Gewölbes noch weiter durch ein baldiges Ausschalen und Anreissen der Gewölbsteine.

Ende Mai ward mit der Auswechslung der zerdrückten Steine begonnen, es war aber erfolglos, da die Bewegung im Gebirge bereits zu weit gegriffen hatte und durch die angewendeten Gewölbdimensionen dem bereits 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. Erst Ende Mai 1875 begann ein Anreissen der Steine im bergseitigen Widerlager und im wasserseitigen Gewölbtheil, wobei die in diesem Ringe sich am wasserseitigen Widerlager befindende Nische, wie jene im Ring IV, bedeutend alterirt, gleichfalls aber erst Anfangs Juni zur Sicherung des Ringes voll ausgemauert wurde.

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

In dem gegen Lend gelegenen Theil, im Ring XI a, fand auch wasserseits eine bedeutende Ausschaltung vom Scheitel gegen Kämpfer statt.

Es wurde in beiden Ringtheilen zu gleicher Zeit mit der Mauerung, unter ausschliesslicher Verwendung von Granit und Gneis, begonnen, war aber, da im Ring XI b die Druckercheinungen in constanter Zunahme begriffen waren, gezwungen, denselben thünlichst zu forciren und wurde der Ring 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 liess sich ein Anreissen der Steine wahrnehmen, was sich successive im bergseitigen Theile zu zwei durchlaufenden Rissen vereinigte.

In den Monat März 1875 fällt auch die am Tunnelausgang erfolgte Strassenabsatzung durch den Ausbruch des Ringes XIV (Taf. 3, Fig. 6). Es wurde der Ausbruch des Ringes XIV zu Tag ausgeführt, in Folge dessen die Strasse etwas gegen Berg corrigirt unterfahren werden musste. Nachdem der Ausbruch in den aus Fig. 6 ersichtlich gemachten Linien gediehen war, erfolgte der Absturz des Gebirges zwischen Tunnelachse und der Strassenmitte, wodurch der noch in der Sohle stehende Stollen zerdrückt wurde. Wie aus dem Profile zu ersehen, war die Felsgrenze, wie sie vor der Absatzung 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 Absatzung ganz deutlich, dass es wieder jene unbeachteten Trennungsflächen waren, deren Lage, gegen die Schichtung des Gesteines gerichtet, jene Abtrennung der Masse verursachte.

An den angrenzenden Ringen, Portalring am Tunnelausgang und dem Ring III, war Anfangs keine Alterierung durch die Absatzung 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 Laasschubes 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 fassenden Vorkopfes, in welchem ein alter Schürfstollen zu liegen kam.

Um einen Einblick in die gesammte Arbeitsleistung zu geben, führe ich an, dass am Ende des Monates Februar 1875 insgesamt von 163·6 M. Tunnel (Taf. 4) 64·25 M. in der Mauerung vollendet, 15·2 M. in der Auswölbung begriffen, 25·35 M. im Ausbruch und 58·8 M. noch im Gebirge standen; somit die Zeit für obgenannte noch zu leistende Länge mit drei Monaten bestimmt wurde.

Im Monat 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 Firststollens aufgeschlossenen besseren Schiefergesteinsgattungen.

So wurde am 10. März zu gleicher Zeit mit der Ausweitung der später mit XIIa und b und XIII bezeichneten nebeneinander liegenden Ringe, welche eine Gesammtlänge von 15·0 M. repräsentirten, weiters mit dem 13·2 M. langen Ringe XV (später XVa und b) und am 20. März mit Ring XVI, 10·5 M. lang (später XVIa und b) begonnen.

Das Gestein zeigte sich in den Ringen XII und XIII mehrweniger als eine Mittelstufe zwischen Talk und Thonschiefer von ziemlicher Festigkeit und trocken. Gegen Eingang im Ringe XIa und b liessen sich, wie schon vorhin erwähnt, grössere Druckerscheinungen wahrnehmen, im Gestein fand sich eine zwischenlagernde Talklage, welche die hinterliegenden Schiefermassen vor weiteren Umwandlungen schützte, während die vordern im Hangenden der Talkschichte gelegenen Schieferschichten sehr erweicht und umgesetzt aufgedeckt wurden.

In den Ringen XII und XIII (Taf. 8) zeigte sich 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 Schieferschichten erfolgte, wodurch die Gebirgswässer ihren Lauf nach der neuen Trennungsfläche genommen haben.

Die derartig nach einer Seite eingespannten Schieferschichten, welche vermöge ihrer eigenen Schwere und der zu geringen Widerstandsfähigkeit der Bölzung abrisen, verursachten durch die momentane Übertragung ihres ganzen Gewichtes vorerst den Bruch einiger Longrinen, nach welchen erst die vollkommene Zerdrückung und der 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 Kbm. über dem Gewölbsraum.

Dieses unerwartete Ereigniss, welches glücklicher Weise ohne Verletzung von Menschen abließ, da die in diesem

Ring e 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 angewendete Vorsichtsmaassregel bildete. Der Tunnelbetrieb war durch diesen Firstverbruch einer vollkommenen Umformung unterworfen, es musste um die Gebirgsmasse 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 Abbözung des Hohlraumes zuerst die Gewölbskappe 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. (Taf. 9.)

Während der Auszimmerung zeigte sich in dem Hohlraume keine Wahrnehmung mehr, welche auf eine grössere Inanspruchnahme der Bölzung schliessen liess.

Nach Vollendung des Ausbaues wurde sogleich zur Herstellung des für den Gewölbeansatz 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 ca. 1½ Meile vom Unterstein-Tunnel 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 XIVa und b, XVIa und b und XVa im Monate April zur Mauerung.

Die Ringe XVIa 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. ausgeführt und nach Schluss von Kämpfer bis Scheitel mit einer Hintermauerung versehen.

Gleich nach dem Schluss der Gewölbe, welche in dem Ringe XIVa am 26. Mai, in XIVb am 3. Juni erfolgte, zeigte sich eine bedeutende Fugenöffnung bergseits im Gewölbe und wasserseits im Widerlager, gleichzeitig 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 Unterzüge und durch Abstempelung der Widerlager unterstützt.

Im Ring XVIb, welcher am Eingange unter die Reichsstrasse zu liegen kam, wurde wegen der geringen Fleischstärke des Gebirges ein ziemlicher Druck beobachtet.

Der Ring XV, der nach erfolgtem Firstverbruch in den Ringen XII und XIII bereits auf seine ganze Länge von 13·2 M. vom Sohlen- bis Firststollen durchgeschlitzt war, wurde noch im Ausbruch in zwei Ringe, XVa von

6.2 M. und XV<sup>b</sup> von 7 M. Länge geteilt und vorerst mit dem Vollausschub und der Mauerung von XV<sup>a</sup> begonnen.

Im Ringe XV<sup>a</sup> zeigte sich das Gebirge während des Vollausschubes ziemlich stark zerklüftet, aber trocken und druckfrei. Der Ring XV<sup>b</sup> (Taf. 6, Fig. 3), welcher acht Tage vor dem Schluss des Ringes *a* im Monate Mai wieder in Arbeit genommen wurde, zeigt ebenfalls eine starke Zerklüftung im Gebirge, aber bereits mit zunehmenden Druckäusserungen während der Gewölbemauerung. Das Gewölbe des Ringes XV<sup>b</sup> 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 demselben meist nur das 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 war, nebstdem von denselben die für das stärkste Mauerwerksprofil nöthigen Steindimensionen sehr schwer zu beschaffen gewesen wären.

Es wurde zuerst der Ring XII geschlossen und mit der Hintermauerung begonnen und beabsichtigt, 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 übrigen hiedurch entstandenen Hohlräume sollten trocken ausgeschlichtet werden, was aber nicht mehr zur Durchführung kam, da der Ring XIII *b*, 4.5 M. offen, Ring XIII bis auf zwei Steine geschlossen 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 geteilt wurden, behalf man sich mit einer Combination von englischen und belgischen Tunnelsystemen, um so eine weitere Forcirung der Arbeiten vorzunehmen.

Es wurde, ohne den Schluss der Verbruchringe (Taf. 5) 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<sup>a</sup> zeigte sich das Gebirge durch die bereits in Lockerung und Bewegung gebrachte Umgebung sehr zerklüftet, feucht, mit zunehmendem Drucke, so dass sich trotz des starken Einbaues eine Senkung der Scheitels um 0.50 ergab. Nach Schluss des Ringes, welcher in Granit durchgeführt wurde, machten sich sogleich Risse im Mauerwerk bemerkbar.

Nach Schluss des Ringes XVII<sup>a</sup> wurde sofort mit der Unterfangung der Widerlager desselben Ringes begonnen und ebenso mit der Ausweitung des anschliessenden Ringes XVII<sup>b</sup> von 5 M. Länge, in welchem es nur mehr gelang, die zwei ersten Gewölbschaaren 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 (Taf. 10) ausser dem Tunnelausgang (gegen Taxenbach) war bereits eine be-

deutende, es erweiterten sich auch die schon früher genannten Trennungen von Schichtungsflächen an der Strassenböschung. Gleiche Erscheinungen traten zur selben Zeit im Tunnel auf und man konnte deutlich den Fortschritt der Druckäusserungen nach den vorhandenen Beobachtungen, von zwei Punkten ausgehend, welche in den Ringen II und gegen XIV liegen, beobachten, durch deren successives Vorgehen die Vereinigung derselben am 8. Juni 1875 stattfand.

Die Druckäusserungen, zum Schluss richtiger Schubäusserungen, zeigten sich durchgehends gleich in ihren hervorgebrachten Erscheinungen, je nach dem grösseren oder geringeren Widerstand wasserseits, was durch die Fleischstärke des Gebirges und Stärke des Mauerwerkes bedingt war, in einer grösseren oder geringeren Pressung der Gewölbesteine, nahezu in der Mitte des wasserseitigen Quadranten, was sich je nach der Intensität des Schubes zu meist 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 Öffnen der Fugen nach aussen, respective innen. Die Grenzen der Druckerscheinungen gegen die Sohle des Tunnels variirten 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, resp. Schubes in dem successiven Nachsitzen der einzelnen Schichten, welche ihre erste Lockerung an der Ausbruchprofilgrenze am Firste empfangen, zu liegen, wodurch nach und nach die Trennungslinien der Lockerung bis an die Oberfläche des Gebirges weitergegriffen, hiedurch die hinterliegenden Massen ihres Gleichgewichts-Zustandes beraubt, in den in Taf. 11 angedeuteten Trennungslinien zum Abbruch gelangten.

Diese Erklärung dürfte wohl den Verhältnissen am nächsten kommen und wurde auch durch die von mir vorgenommenen, unten 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 Aufmerk-

samkeit 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 Dimensionierung des Mauerwerkes etc. die Schuld von den Druckäusserungen, resp. 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, warum es so kommen musste. Ich erwähnte schon früher einigemale der in diesen Schiefergesteinen auftretenden älteren Trennungsflächen, welche meist eine, seltener mehrere Schichtungsglieder durchsetzen, so dass man in kleinen Aufbrüchen des Gebirges sich momentan oft im Zweifel über die Lagerungsverhältnisse befand.

Diese Trennungsflächen, welche wie die Schichtungsflächen vollkommen glatte Ebenen bildeten, konnten vermöge dieser Eigenschaft und der hieraus resultirenden leichten Lockerung der Schichtungsglieder, bei einem Gewölbs-Ausbruch von 9 M. Durchmesser, 9 M. Länge und der verhältnissmässig geringen Fleischstärke des Gebirges, bei solcher Forcirung 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 weitem Verlaufe wurden in den einzelnen Ringen die Deformirungs-Erscheinungen an der Gewölbsflucht bald mit freiem Auge ersichtlich und es nahmen selbe derart rapid zu, dass man am 9. Juni 1875 Abends sich vollkommen bewusst war, dass keine Hoffnung mehr vorhanden sei, das Object zu retten, so, dass man bereits eine Studie über die Verlegung der Trace an demselben Abend noch begann.

Die Feldarbeiten konnten am 10. Juni 1875 nicht mehr durchgeführt werden, da die Gesteinsablösungen an der Oberfläche des Gebirges in steter Zunahme begriffen waren. Die Reichsstrasse wurde ebenfalls abgesperrt, nachdem eine vorhergegangene Untersuchung derselben nebst der vollkommenen Zerklüftung der Strassenböschungen gegen Taxenbach, auch einen Längsrisss entlang dem bergseitigen Wasserabzugsgraben des Strassenplateau's und Querrisse in demselben ergab.

Das Gebirge selbst zeigte an seiner Oberfläche eine successive 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 Mauerungs-Arbeiten wurden noch forcirt, um die noch ungeschlossenen Ringe zu vollenden.

Am 10. Juni gegen  $\frac{1}{2}$  9 Uhr Morgens mussten die Arbeiten eingestellt werden, da die Bewegung von Stunde zu Stunde sichtlich wuchs.

Das Abkollern der Gesteinsmassen an der Oberfläche des Gebirges mehrte sich nun auch ober dem Tunnel-

eingang, wo wegen der Unterfahrung der Reichsstrasse eine Correction bergseits nothwendig wurde, die später auch als Steinbruch ausgenützt noch in Arbeit stand. Kurz nach dem Rückzuge 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 Portaleinganges entstanden.

Um 9 Uhr wurde nochmals der Versuch gemacht, die Schienenlage und sonstigen Arbeitsgeräte aus dem Tunnel zu schaffen, bald musste man aber jeden weiteren Versuch aufgeben, da ein wahrer Steinregen im Tunnel durch das Ausschalen und Ausbeissen der Steine begann, ebenso liess sich eine Über-Inanspruchnahme der im Tunnel befindlichen Bölungshölzer wahrnehmen, da die Gewölbe der meisten Ringe entweder blos auf Lehrbögen oder auf in den letzten Tagen vorgenommenen provisorischen Unterstützungen ruhten. Die gegen die Widerlager vorgenommene Abstempelung, die meist in Kämpferhöhe angebracht wurde, 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 ober dem Tunnelausgang, das Abstürzen der Massen griff fortschreitend bis zu dem höchsten Punkt des Grades vor, die Strasse war bereits theilweise verschüttet, die Abtrennungslinien stiegen bis circa 120 M. über die Thalsohle.

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. (Taf. 7, Fig. 4.) Der nebenan liegende Ring III, welcher nach dem Einsturz der Ringe XIV noch theilweise gesehen werden konnte, wurde nach kurzer Zeit ebenfalls zerdrückt und verschüttet. Die Ablösungen an der Gebirgs-Oberfläche erfolgten immer in kürzeren Zwischenräumen, so dass schon 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 vom höchsten Punkte der Abtrennung, welche in einer Höhe und Entfernung von 110 M. von der Bahnachse gelegen war, 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 (Taf. 2), 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, welcher sie sich durch neue Abstürze entledigte, wodurch die noch mehr erhaltenen hinterliegenden Gebirgsteile dem Auge des Beobachters zugänglich wurden, welche nach und nach demselben Schicksale entgegengingen.

Die colossale Pressung und Zerdrückung der Gesteinsmassen an der Oberfläche kennzeichnete die gewaltige Bewegung im Innern, die sich auch an der damaligen Grenze der Absitzung am Gebirgskamm durch die bedeutende Senkung von bereits 25 M. kundgab. Um nur den Verkehr für Fussgänger vorläufig zu eröffnen, da die von Pongau in's Pinzgau führende Reichsstrasse durch den Felssturz unterbrochen wurde, gelangte ein Fussweg für die Passagiere über die Gebirgsnase zur Ausführung. Mit der Herstellung eines Strassen-Provisoriums am rechten Salzachufer wurde ebenfalls sogleich begonnen, dieselbe bedingte eine zweimalige Übersetzung der Salzach, wobei ein Theil der alten Landesstrasse, welche in den Fünfziger-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 Tunnelachse 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 Trennungsfläche, deren Absitzungshöhe vom 12. bis 23. Juni mit 12-3 M. gemessen wurde und gegen den Tunnelausgang zu fortschritt, wobei nur der über die noch stehende Strassenböschung liegende Gebirgsteil ober den Ringen XII im grossen Ganzen erhalten blieb und die in der Situation ersichtlichen Querriesse 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, andererseits es gelingen werde, mit der Abräumung der gefährlichsten Partien beginnen zu können. Während dieser Zeit der Abnahme grösserer Felsabstürze 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 Überwucherung befreit, um hiedurch jede neue Bewegungsausserung an der Oberfläche leichter beobachten zu können, andererseits 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 Umlegung trotz der äusserst ungünstigen Richtungsverhältnisse 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 über den oberen Theil des Gebirgsrückens ein Netz durch Visuren fest (Taf. 2 und 12), welche, von sicheren Standpunkten aus gegeben, an die gegenüber liegenden 1 bis 3 Meilen entfernten Gebirgsrücken durch natürliche Signale versichert waren.

Diese Beobachtungen, welche auch zur Auffindung der später zu besprechenden Trennungsflächen 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 (siehe folgende Zusammenstellung und Taf. 12) 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.

Auf Taf. 12, Fig. 1 ist das Profil des obersten Theiles des Gebirgskammes wiedergegeben, und zwar mit Rücksicht auf die charakteristischen beobachteten Punkte  $u$ ,  $v$ ,  $y$  und  $z$ . Der obere Theil der Figur stellt die Situation dieser vier charakteristischen Punkte dar, und ist deren Weg, welchen sie im Verlaufe der Zeit durchgemacht haben, punkirt gezogen, während die Gratlinie vollgezogen erscheint. Man sieht, wie die einzelnen Theile nach Senkung ihrer vorderen Partien sich einmal nach links oder rechts, dann wieder in entgegengesetzter Richtung bewegten.

**Zusammenstellung der am Unterstein vorgenommenen Beobachtungen über die stattgefundenen Terrainbewegungen.**

Bewegung in der Richtung des Grades gegen die Salzach + gegen den Gebirgsstock —, in Millimeter																		Bewegung senkrecht zur Richtung des Gebirgsgrades, gegen Lend l, gegen Taxenbach r								Senkung des oberen Theiles in Millimeter			Anmerkung																																																																																				
Visur	1			2			3			4			5			6			7		8		Visur	9	10	11	12	13		14	15	16	Punkt	Z	Y	W																																																																													
	Punkt	Z	Y	X	α	W	β	V	u	R	y	T	S	δ	m	n	o	P	J	K	Punkt	Z															Y	W	u	X	Y	R	F	Punkt	Z	Y	W																																																																		
1875																																			1875																																																																														
21/6																																			21/6																																																																														
25/6	40	160	130	10	35	20	20	45	105	25	30	80	60	0	15	10	38	25	20	25/6	0	15	30	25	5	1	4	1	5	15	27/6	50	90	60																																																																															
27/6	50	180	150	10	45	25	15	70	160	30	15	130	105	50	50	25	30	—	—	27/6	10	0	33	40	5	1	8	22	30	28/6	60	110	40																																																																																
3/7	50	180	150	10	—	—	—	70	195	25	20	145	105	—	—	—	—	—	—	3/7	62	55	10	70	50	35	25	30	3/7	130	180	100																																																																																	
8/7	95	225	205	30	110	70	18	185	300	25	35	260	225	105	15	10	10	50	50	8/7	90	75	20	100	65	30	25	83	8/7	160	210	160																																																																																	
20/7	135	145	105	97	143	115	18	233	245	20	35	415	350	173	153	35	30	93	55	20/7	206	145	76	255	90	57	15	245	20/7	410	360	320																																																																																	
31/7	220	300	255	15	220	135	5	300	720	10	20	555	435	260	235	63	60	115	115	31/7	255	195	70	325	110	60	20	210	31/7	520	470	460																																																																																	
10/8	300	890	385	30	360	193	40	405	915	33	65	695	595	300	305	95	90	135	125	10/8	275	195	118	370	125	38	65	285	10/8	610	560	550																																																																																	
25/8	335	428	376	32	395	225	27	487	1100	15	115	855	720	—	—	—	—	—	—	25/8	392	283	73	490	197	90	105	385	25/8	770	710	750																																																																																	
4/9	375	443	385	32	454	250	32	535	1205	0	—	990	803	465	472	115	120	23	150	4/9	420	333	135	583	197	108	125	370	4/9	870	810	910																																																																																	
14/9	560	585	490	30	635	345	70	700	1900	25	140	1300	1100	595	605	350	490	33	73	14/9	515	388	260	750	215	70	95	515	14/9	1090	1040	1210																																																																																	
27/9	915	650	540	40	670	360	70	830	1900	34	180	1550	1350	645	670	140	160	85	20	27/9	225	460	305	865	280	95	160	540	27/9	1590	1150	1370																																																																																	
27/10	2315	1252	660	60	1370	721	110	1230	2870	55	480	2420	2110	1340	1170	275	305	285	433	27/10	70	232	468	958	210	100	182	630	27/10	4190	4000	2410																																																																																	
Punkt	I	II	III																																			Punkt	I	II	III																																			Punkt	I	II	III																																		
1876																																			1876																																																																														
12/1																																			12/1																																																																														
25/1	15	8	25																																			25/1																																																																											
25/2	120	95	50																																			25/2	100	1	155																																			25/2	1530	1940	1420																																		
25/3	500	697	205																																			25/3	365	64	695																																			25/3	2010	3790	2350																																		
25/4	535	1015	295																																			25/4	335	1	965																																			25/4	2170	4660	3760																																		

Visur 1, 2, 3, 4, 5 von a aus; 6, 7 von B, 8 von c, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 von d und 16 von e aus beobachtet.

nach der vorgenommenen Entlastung.

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 (Taf. 12, Fig. 2) weiter fort, deren Resultate auch aus der vorhergehenden Zusammenstellung zu entnehmen sind.

Wie schon vorhin erwähnt, wurden durch die Lage des projectirten Provisoriums am rechten Salzachufer zwei Flusscorrectionen nothwendig, deren erste gegenüber dem Tunneleingange liegt. Die Anschneidung des Terrains erfolgte an einem ausgeflossenen Kegel der Embacher Plaicke 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 (Taf. 13, Fig. 1), welcher sich gegen die Salzach zu, während seines Abflusses und Nachbewegung, grössere Gesteinsmassen vorschob, die für den Kegel eine bleibende Stütze, einen natürlichen Uferschutz bildeten. Dieser grösseren Felsmassen gedachte auch Berg-rath Schroll in seiner Beschreibung, indem er sagt, dass Hunderte von Jahren vorübergehen müssen, bis die Salzach selbe neuerdings untergraben und hierdurch eine neue Bewegung der hinterliegenden Massen verursachen wird.

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

Die vorgelagerten Felsmassen waren durch die auszuführende Correction theilweise zu beseitigen. Hierdurch eines grossen Theiles seines natürlich gebildeten Fusses beraubt, welcher durch einen Uferschutzbau (Taf. 13, Fig. 2a und 2b) ersetzt werden sollte. Gleich nach dem Anschneiden der Masse hatten sich geringe Bewegungen gezeigt, nach Vollendung der Correction machte sich ein Vorschieben 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 ein mehrmaliges Absitzen der auf diesem Schuttkegel angelegten Kehre der provisorischen Strassenumlage, welche in Folge dessen immer 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 Salzachuferes gegenüber dem Unterstein, kann noch angegeben werden, dass sich überall, wo durch die Reconstruction der alten Landstrasse nur geringe Anschüttungen oder Anschnitte vor-

genommen 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 Dioritklotz. Obwohl die Mächtigkeit desselben nicht eruir 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 wurden.

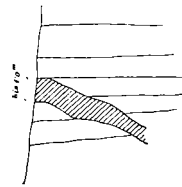
Der Anschnitt der ersten Correction war am Fuss an der grössten Stelle horizontal gemessen 15 M., während bei der zweiten dieselbe Distanz nur 10 M. betrug.

Das Bahnprovisorium wurde nebst den nothwendigen Zubauten mit der möglichsten Force betrieben und gelang es, dasselbe 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 vertrauenerweckendes, so zeigten doch die von mir gemachten Beobachtungen nicht dasselbe, da das Gebirge noch immer eine ziemlich gleichmässige fortschreitende Bewegung, ohne besonderen Einfluss der Witterungsverhältnisse, wahrnehmen liess.

Nachdem die Bahn eröffnet, wurde bald wieder ein neues Anreisen der von Schutt gesäuberten oberen Felspartien bemerkbar, ebenso ein langsames Vorwärtsschreiten der Lockerung der Gebirgsmassen ober der Tunnelachse, vom Portal-Eingang 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. 47). Diese Bewegung, welche ausschliess-

Fig. 47.



lich auf den successiveren 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 gegen die Salzach zu erhaltenen Gebirgtheil und wurde durch die auf circa 10 M. Länge noch stehende Strassenböschung gestützt. Ober dem Böschungsrand zeigten sich die Massen gelockert, auch etwas vorgeschoben und von den im Früheren genannten Spalten durchzogen.

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.

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 die auf Taf. 11 verzeichnete allgemeine für diesen Fall anzunehmende Lage der Trennungsfächen.

Die erste Alterirung des Gebirges, welche theilweise durch die am Tunnel-Ein- und Ausgange anschliessenden Anschnitte, sowie durch den zu grossen Gebirgsaufschlusse erfolgte, bildete ein Abtrennen, eine Lockerung der ersten berührten Schichten, wonach dieselbe weitergriff, bis über dem Tunnel ein förmliches Prisma im Gebirge sich ablöste.

Die Bewegung erweiterte sich nun auf die angrenzenden Gebiete, soweit selbe in ihrem Gleichgewichts-Zustande gestört wurden, wobei sie von den älteren Trennungsfächen unterstützt, den im grossen Ganzen auf Taf. 11, Fig. 1, 2, 3 und 4 skizzirten Linien folgte.

Diese getrennten hinterliegenden Massen bewirkten nun ein langsames Vorschieben in der Richtung gegen die Salzach, welche Bewegung nebst der directen Beobachtung auch durch Senkung der obersten Theile zu beobachten war, durch welche Äusserung die constante Zerdrückung und Verschiebung der in der Mitte des vorderen Theiles gelegenen Felsmassen zu erklären ist.

Die Verschiebung in der mittleren Höhe der Gebirgsmasse war 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 hinten liegenden 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 Grantringen (XI a und b). Die Zerklüftung stets in Zunahme, bedingte am 17. Februar 1876 einen abermaligen grösseren Absturz von circa 1000 Kbm. auf der Taxenbacher Seite, 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 Gebirgsflächen immer im Zunehmen begriffen waren, alterirte im bedeutendem Maasse die unter derselben, zur Gewinnung von mehr Plateaufäche gegen das Bahnprovisorium, angelegte Stützmauer und schob dieselbe in der Nähe des Schienen-Niveaus in kurzer Zeit um einen halben Meter vor.

Um den Umsturz der Mauer zu verhüten, wurde mit dem Versetzen 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 vorgesezte Mauer zeigte sich aber auch bald für den Druck des oberhalb gelegenen bedeutenden Schutt-

kegels als zu wenig widerstandsfähig und es wurde dieselbe in dem Theile, wo der grösste Schuttkegel der Taxenbacher Seite die Krone der Mauer berührte, neuerdings deformirt.

Obwohl die Verschiebung eine sehr langsame war, so erschien doch die Beseitigung der Schutthalde 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 Vortreten der Mauern das Planum der Bahn auf's Äusserste verringert wurde, andererseits bei neuen Abstürzen durch diese Beengung die Sicherheit des Betriebes sowie der Erhaltungsarbeiten noch mehr gefährdet erschien, entschliessen, an die sofortige Inangriffnahme einer neuen Umlage zu gehen.

Es war durch die obwaltenden Verhältnisse nur möglich, eine Verrückung der Achse des Provisoriums an der Taxenbacher Seite vorzunehmen, da gegen Lend die Linie vollkommen gebunden war, indem der Einbau gegenüber der Salzach-Correction am ehemaligen Tunneleingang, nicht weiter flusswärts gerückt werden konnte, andererseits als Verbindung der Contracurven bei der ersten Anlage nur eine Zwischengerade von 20 M. 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 hauptsächlich die Ursache der Betriebsstörung war.

Während der weiteren Verhandlungen wurde in der alten Achse vom Tunneleingange aus ein Versuchstollen getrieben, um sich über den factischen Stand der Dinge in dem alten Tunnel zu überzeugen und Rückschlüsse auf das herzustellen Definitivum zu ziehen.

Von dem Versuchstollen, welcher in der Achse 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 nach Umständen auch gegen den First des Gewölbes fortgesetzt wurden. Es zeigte sich als Resultat dieser sehr mühevollen Arbeit, dass die Trennungsfäche im Gebirge durchgehends über der Sohle des Tunnels gelegen war, fand somit nahezu überall die bergseitigen Widerlager mehr-weniger intact, mindestens die beiden untersten Fusssteine unversehrt im Fundamente, welches im Fels gesprengt wurde.

Besonders in den ersten Ringen am Tunneleingang (Taf. 14 und 15) waren die bergseitigen Quadranten des Gewölbes noch theilweise intact. Gegen innen zu fand man wohl nurmehr die Fusssteine 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 Stollens von 73.8 M., da man von dem Tunnel noch eine ziemlich lange Deponie zu durchsetzen hatte, wurde Gerüstholz in grösserer Menge angefahren, in einer Länge von 77.6 M. ein Hohlraum von 6 M. Länge wasserseits aufgedeckt, welcher dem bei dem Eintritt



der Katastrophe noch unvollendeten, im Schluss begriffenen Ringe XV *b* angehörte.

Es zeigte sich deutlich, wie durch den bergseits aufgetretenen Druck die ganze Gerüstbölung wasserseits geworfen wurde.

Da die Holzdimensionen in diesem Ringe bedeutende waren, indem dessen Ausführung schon in jene Periode fällt, wo die Druckerscheinungen als solche schon ganz erkannt, so war es möglich, dass die Ständer meist dem gewaltigen Druck und Stoss, welchem selbe ausgesetzt, widerstehen konnten, und durch deren Verschiebung nach dem Widerlager eine vollkommen sichere Decke für diesen Hohlraum bildeten.

Es war eine förmliche Verwebung der ziemlich bedeutenden, in diesem Ringe vorhandenen Holzmassen zu beobachten, über welche sich die Gewölbesteine in losen, meist ganzen Stücken befanden, da selbe durch den Umstand, dass das Gewölbe noch ungeschlossen war, keiner bedeutenden Inanspruchnahme unterzogen werden konnten. Der Einsturz selbst musste somit rasch erfolgt sein.

Unangenehmer verlief die Arbeit in den anschliessenden, bergseits aufgedeckten Hohlräumen, da deren Ausbeugung nicht ohne Gefahr ausgeführt werden konnte, indem eine Bölung, wegen der sehr beengten Zugänge, äusserst schwierig durchzuführen und die Ausschlichtung der Hohlräume rasch erfolgen musste.

Gleich am Anfange des Ringes XV *b* zeigte sich auch bergseits ein Hohlraum, nach welchem später ein Querschlag getrieben wurde, man fand die Ständer der Lehrbögen noch theils stehend, das Mauerwerk selbst circa 0·5 M. unter Kämpferhöhe abgescheert. Wasserseits reichte der Hohlraum im Ringe XV *b* etwa 2 M. über die Kämpferhöhe, die Lehrbögen standen bis zur Hohlraumsgrenze unversehrt, ebenso das Mauerwerk nahe vollkommen intact, in den obersten Schichten waren jedoch ziemliche Ausschalungen der Gewölbesteine zu beobachten.

Die Lage des verstärzten Gerüstholzes erschien für die Unterfahrung mittelst des Stollens ziemlich günstig, es wurde eine geringe Schwenkung der Stollenachse notwendig, welche Schwenkung zugleich mit einer Senkung der Stollensole verbunden war, um im grossen Ganzen das vorhandene Gehölze so wenig als möglich zu alteriren. Einige Verbruchsständer mussten zwar beseitigt werden, es wurde aber die Übertragung mit der grössten Sorgfalt durchgeführt und der ganze Stollen im Hohlraume gegen das noch intact gebliebene linke Widerlager abgebölt.

Durch die Einziehung der Querriegeln wurde zwar die Lichthöhe des Stollens bedeutend verringert, und musste man sich mit einer Lichthöhe von 1·2 M. 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 M. festgesetzt, um bei eventuellen weiteren Hohlräumen den Transport von Langholz ohne Anstand vornehmen zu können.

Nach Vollendung der Bölung des Stollens im Ring XV *b* 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 XV *b* 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—XI *a* war überhaupt wenig Ganzes mehr von Mauersteinen zu finden, die Conglomerate, welche zur Gewölbsmauerung verwendet wurden, waren vollkommen zerdrückt, so dass sie sich nur als Schotternester, welche in den Schieferschuttmassen eingeschlossen waren, erkennen liessen.

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

Mit der Länge von 101 M. des Hauptstollens berührte man mit der rechten Wand das vorgelegte Widerlager-Mauerwerk 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 Gewölbdurchbruch 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 weitem 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 Quarzlinsen, 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 M. des Hauptstollens wurde noch das Mauerwerk des rechten Widerlagers des Granitringes XI *a* angefahren, es zeigte sich nach links umgeschoben, die Steine noch regelmässig übereinander gelagert.

Da von einer Seite auf den Bestand der mit Mauersteinen von Granit ausgeführten Ringe XI (daher sogenannte „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 M. gegen den Stoss der Ringe VII und XI *a* nach links ein Querschlag angelegt und deckte in einer Länge von 4·3 M. vom Hauptstollen das Widerlager auf. Das Mauerwerk war auf 2 M. Höhe von der Sole ziemlich erhalten, nur war das Profil am Kämpfer um 0·25 M. nach aussen gedrückt; über dem Kämpfer zeigte sich das Mauerwerk mehr angegriffen.

Vom dem Ringe XI *a* bis zur Stollenlänge von 131·3 M. 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 Druckerscheinung 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 M. und Lichtweite von 1·2 M. ausgeführt. Die Gesperre wurden von theilweise behauenen, im Minimum 0·25 M. starkem Holze zusammengesetzt und unter dem Kappbaume beiderseits Wandruthen mit Sprengriegel eingezogen.

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

Nach den von mir gemachten genauen Aufzeichnungen der Lage des Schuttes, und der darin befindlichen Überreste von der Tunnelmauerung etc., in den 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 Tunnelleingang und erdrückte fortlaufend die Ringe IV, X, XV<sup>b</sup> und XV<sup>a</sup>. Die Granitringe scheinen am längsten Widerstand gehalten zu haben, wurden aber ebenfalls gegen den Eingang vorgedrückt, da ich Gelegenheit hatte, bei der genauen Constatirung der verschiedenen Stollen-Elemente das im Stollen angefahrne rechte Widerlager des Ringes um 0·3 M. weiter vorwärts zu finden, als es nach der Ringstationirung sein sollte.

Die Ringe XVII<sup>a</sup> und XVII<sup>b</sup> mussten wohl gleich am Anfang der Katastrophe erdrückt worden sein, da in diesen beiden Ringen der Arbeitsstand ein sehr ungünstiger war, die Druckerscheinungen vor dem Einsturz der Ein- und Ausgänge bereits einen sehr bedeutenden Grad erreicht hatten. 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 Tunnelleingang 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 Resultate 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 bergwärts steil ansteigt und in Bruchlinien sich bis zum Ende der untersten Etage des Gebirgskrückens 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 Gebirgsmasse zum Programme hatten, einer Expertise zur Begutachtung vor, indem über die zukünftige Lage der Linie die divergirenden Ansichten vorhanden waren, was wohl durch den Kostenpunkt der neuen Anlage andererseits 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 Untersteines mit einer mehr bergwärts gelegenen Trace entschied.

Der neue Tunnel, welcher bedeutend tiefer im Gebirge zu liegen kommt, wurde, um die Kosten derselben zu verringern, nur einleisig projectirt, nach diesem Antrage auch von der hohen Regierung genehmigt und 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 vollkommen bestätigt, wie auch die gemachten Erfahrungen verwerthet.

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

Im Mai 1878 wurde der neuhergestellte, über 400 M. lange Tunnel dem Verkehre übergeben.

#### **Abstutzungen und Rutschungen an Schutthaldden von Gesteinen älterer Formation. \*)**

Wenn durch die geologische Construction die eventuelle Bewegung ausgesprochen erscheint, wenn sogenannte Rutschflächen vorhanden sind, die durch Schichten von verschiedenartig abgesonderten, gleichförmigeres Gefüge besitzenden Gesteinsgattungen gebildet sind, wie selbe häufig in den Känozoischen Formationen zu beobachten sind, so ist die Beurtheilung der Sachlage eine leichtere.

Anders ist es jedoch, wenn man gezuungen ist, Schutthaldden zu berühren. Da diese von einem wirren Durcheinander von Felstrümmergestein, Geschieben und den Verwitterungs-Producten der hinterliegenden Gebirgsmassen gebildet sind, somit eine Masse von sehr ungleicher Dichte bilden, so ist es schwierig, ihr Inneres maassgebend aus wenigen Sondirungen zu eruiren.

Durch die immer wiederkehrenden Abstürze und die Angriffe des Wassers, befinden sich diese Schuttmassen stets in einem labilen Gleichgewichtszustande. Das Innere dieser Schutthaldden wandelt sich durch die Verwitterung der weicheren Schieferbruchstücke rasch um, da Luft und Wasser zur Genüge Zutritt haben. Es wird dann die ganze Masse in ihren unteren Lagen dichter, da in dieser schwimmen-

\*) Abstutzungen und Rutschungen an Schutthaldden von Gesteinen älterer Formationen, von C. J. Wagner. „Allgemeine Bauzeitung“, H. 3—4, 1861.

den Masse die schwereren, weniger verwitterbaren Gesteinsmassen sich zu Boden setzen. So bildet sich aus diesem Schutte eine Masse von sehr ungleichem Gefüge, die bei grösseren atmosphärischen Niederschlägen, sowie im Frühjahr bei dem Abgehen des Schnees, immer neuen Umbildungen ausgesetzt ist, wodurch grössere oder kleinere Bewegungen in derselben hervorgerufen werden, welche in trockenen Jahreszeiten oft ganz und gar zum Stillstande kommen.

So wie diese Bildungen in der Thalsole auftreten, findet man selbe auch in höheren Etagen ausgebildet, welche schiebend auf die unterhalb liegenden Massen wirken. Diese Umbildungen, welche derzeit noch in kleinerem Maasse häufig zu beobachten sind, lassen uns klar in die Vergangenheit blicken und erleichtern die Beurtheilung so mancher Erscheinungen an diesen Gebilden.

Ich führe nun im Folgenden mehrere specielle Fälle an und beginne mit dem auf Taf. 16, Fig. 1 skizzirten, zwischen Lend und Taxenbach bei Profil 627/8 gelegenen.

Die Bahn berührt daselbst mit geringen Anschnitten die Schutthalde einer grossen Mulde an ihrem Fusse, welche ausser einigen kleinen Quellen kein anderes Wassergerinne führt. Schon beim Beginn der Bahnarbeiten zeigte sich an der oberhalb gelegenen Reichsstrasse an der kleinen rechtsseitig gelegenen Stützmauer eine geringe Bewegung, welche Anfangs ausser Acht gelassen wurde, da sie sich nur in Rissen in den mit Mörtel verschmierten Fugen der Aussen-seite bemerkbar machte.

Erst als der Anschnitt ziemlich vorgeschritten, zeigten sich grössere Bewegungen, welche den in der Skizze angedeuteten Bruch im Terrain hervorriefen, nebst der hiemit verbundenen Senkung. Man suchte Anfangs diese Bewegung auf das Gebirgswasser zurückzuführen und trieb unter der Strasse einen Stollen zur Eruirung und Ableitung desselben, ebenso versuchte man auch später am Fusse durch Einlegen von Steinrippen eine Versicherung desselben herbeizuführen. Es gelang aber nicht, durch diese Arbeiten der Sache Herr zu werden, da nach Eintritt des nächsten grösseren Regens eine neue bedeutend grössere Absatzung hervorgerufen wurde, welche nahezu alle vorher gemachten Arbeiten vernichtete und die Strasse selbst auf kurze Zeit unfahrbar machte.

Am meisten beruhigte, dass der Fuss unter dem Niveau der Bahn vollkommen in Ruhe sich befand, es war somit die Absatzung nur durch die durch den Abschnitt hervorgerufene Gleichgewichtsstörung verursacht.

Durch ein Hinausrücken der Linie in den Fluss war nicht mehr abzuhelfen, da die Uferschutzbauten in der Nähe bereits vollendet waren, an eine radicale Entwässerung der Lehne konnte ebenfalls nicht gedacht werden, da eine systemmässige Abführung der Gebirgswässer in einer derartig verworrenen Masse zu Kosten Veranlassung geben würde, die im Vergleich zu anderen Hilfsmitteln in keinem Verhältnisse stehen. Man musste sich daher darauf beschränken, die Abböschung so lange fortzusetzen, bis unter Mitwirkung der gleichzeitig eingeleiteten Entlastungsarbeiten im oberen Theile das Gleichgewicht wieder hergestellt war, was durch die am Fusse der Absatzung angebrachte Fussmauer noch unterstützt wurde.

Auf Taf. 16, Fig. 2 finden wir einen ähnlichen Fall skizzirt, wobei aber schon eine gleichmässiger Ablagerung der Gesteinsmassen, in Bezug auf ihre äussere Form, auftritt, da unterhalb, also unmittelbar auf dem anstehenden Fels, die grösseren Gesteinsblöcke liegen, während selbe in ihren oberen Lagen immer an Grösse abnehmen und von den thonigen Verwitterungs-Producten, die mit kleineren Gesteinsmassen gemengt sind, überdeckt werden.

Die Mulde selbst hat ein ziemlich grosses Niederschlagsgebiet und führt nebst mehreren Quellabflüssen, bei grösseren atmosphärischen Niederschlägen, einen Bach, der in Folge des starken Gefälles und leichten Untergrundes, auf welchem er sich bewegt, sehr viele Geschiebe, Schlamm und vegetabilische Überreste mit sich führt, wodurch sein Lauf häufig verlegt wird, in Folge dessen er sich dann über die ganze Mulde ergiesst.

Bei der Bahnanlage wurden durch den Bahneinschnitt nur die grösseren Felsblöcke der unteren Lage bergseits berührt, durch die Strassen-Correction oberhalb des Bahneinschnittes aber die überlagernde Schichte von Verwitterungs-Producten stark angeschnitten.

Es zeigte sich bei dem ersten grösseren Regen, der die Oberfläche stark aufweichte, bald die Neigung zum Abrutschen der oberen Schichte, was einige Male bedeutende Dimensionen annahm, obwohl in diesem Falle durch eine gleich von vornherein angelegte sorgfältige Versicherung der Tagwässer und durch die in Folge der gleichmässiger Ablagerung der Massen ermöglichte bergmännische Entwässerung die Mulde vollkommen festzubauen möglich gewesen wäre, war man doch leider durch die nothwendige Forcirung verhindert, diesen Vorgang einzuhalten und musste sich mit der Anlage von Böschungsrinnen begnügen, wobei der Umstand erschwerend eintrat, dass man die Correction und Versicherung des Bachgerinnes erst nach Schluss der Böschungsanlage ausführte.

Es drückte sich bald nach dem nächsten Regen die ganze Masse wieder hervor, was sich natürlich stets ungünstiger gestaltete, da die überlagernde Schichte immer mehr ihren Zusammenhang verlor und die äusseren Einflüsse um so rascher zur Wirkung gelangten.

Es wurde zwar später das Mittel ergriffen, durch eine radicale bergmännische Entwässerung das Übel zu beheben; der Effect in Bezug auf die Kosten wurde aber bedeutend abgeschwächt, da die zur Aufrechthaltung der Strasse nothwendig gewordenen constanten Abräumungsarbeiten bis zur Vollendung der Entwässerungsarbeiten bedeutende Geldsummen verschlungen hatten.

Ich habe in dem eben Besprochenen einen Fall vorgeführt, wo die Schutthalde zwar am Fusse vom Wasser bespült wird, durch die vorgeschobenen grösseren Blöcke sich jedoch ein natürlicher Uferschutz gebildet hat, der den weiteren Angriffen des Wassers Stand hält.

In diesen Fällen erscheint es leichter, durch bergmännische Entwässerung Abhilfe zu schaffen, weil die Sickerschlitze nicht in übermässiger Tiefe auszuführen sind, indem die hier herzustellende Entwässerung sich auf die oberhalb der Felsblöcke liegende Verwitterungs-Productenschichte allein beschränkt, da ferner in den unteren Lagen

eine bedeutende Verkeilung der einzelnen Felstrümmen vorhanden ist, und da die mit Thon etc. ausgefüllten Zwischenräume selten Wasser durchlassen, wobei man mittelst eines Sohlenpflasters in hydraulischen Kalk in ungünstigeren Fällen noch nachhelfen kann.

Weniger leicht zu bewältigen sind Fälle, wo die Schuttmassen über steile und in Etagen aufsteigende Felswände lagern.

Eine Art dieser Kategorie ist auf Taf. 17, Fig. 3 u. 4 skizzirt.

Derselbe liegt unterhalb der Ortschaft Eschenau, an der der Bahn gegenüberliegenden Lehne und wurde durch den Bau der Reichsstrasse hervorgerufen. Man nennt sie Eschenauer Plaicke. Es bildete nämlich der am linken Ufer steil anstehende Felskopf eine scheinbar günstige Stelle für die in der Nähe nothwendige Salzach-Übersetzung der Reichsstrasse. Man benützte den gegen Taxenbach gelegenen Auslauf dieser vorspringenden Felsrippe als Widerlager, in Folge dessen ein ziemlicher Anschnitt des Felskopfes nothwendig wurde. Die in der ganzen Mulde eingezwängten und auch über den Felskopf sich lagernden Gebirgsschuttmassen, welche durch den oberhalb gelegenen Bach vollkommen mit Wasser geschwängert waren, bedurften nur der geringsten Alterirung, um in Bewegung zu kommen, was auch durch den Anschnitt sofort erfolgte.

Die ganze Masse von dem Bruchrand bis zum Strassen-Niveau kam in Bewegung und riss den vorne noch durch die Correction stehengebliebenen Felstheil mit.

Es wurden von Seite des Strassenärars keine weiteren Anlagen hergestellt, als der oberhalb gelegene Bach in ein Holzgerinne gefasst, um das Einsickern des Wassers in den Boden möglichst zu verhindern und eine Böschung gezogen, die natürlicher Weise eine ziemlich kostspielige fortlauende Erhaltung gibt, da die Bewegungen, respective der Abfluss der Schuttmassen noch fortwährend so bedeutend ist, dass bei länger anhaltendem Regen, oder im Frühjahr beim Schnee-Abgange, die Offenhaltung der Strasse oft nur auf 2—3 M. Breite möglich wird.

Ein noch in diese Kategorie gehörender Fall ist der auf Taf. 18, Fig. 5 verzeichnete, der seinerzeit in der „Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines“ in anderer Richtung beschrieben wurde, und zwar unter dem Titel: „Ein Versuch zur Bestimmung des Reibungs-Coëfficienten von Lehm auf Tegelschichten“ (I. Jahrg., Nr. 44).

Es ist dies ein Fall, wo die Schutthalde, bestehend aus grünen dolomitischen Kalkstücken mit deren Verwitterungs-Producten, auf einer Schieferletten-schichte fusst.

Dass durch die constante Tieferlegung der Flusssohle an der einen Stelle andererseits wieder Erhöhungen derselben vorkommen, ist begreiflich, da ja oft Stauwehren durch härtere abgestürzte Gesteinsmassen gebildet wurden, deren Rückstau die Ablagerungen der Schwemmproducte aller in dem oberen Salzachbette gelegenen Gesteinsmassen (vorherrschend im mittleren Laufe Thon-, Chlorit- und Talk-schiefer) begünstigte.

Diese Ablagerungen der Salzach bilden eine sehr elastische Masse, welche z. B. bei den Fundirungen der

Brücken bei der Ortschaft Bruck in sehr grosser Ausdehnung aufgedeckt wurde.

Alle diese älteren Lettenablagerungen des unteren Salzachthales sind übrigens heutigen Tages mit Geschiebe oder Schutt überlagert.

Es ist nach Möglichkeit bei der Legung der Linie zwischen der zweiten Salzachklamm und Lend dem Anschneiden oder Belasten dieser Schutthalden ausgewichen worden, auch hat man später, nachdem die Linie zum grossen Theil schon im Bau war, noch bedeutende Rückungen vorgenommen, da sich während desselben gar manches zu erkennen gab, was man durch das Studium der Oberfläche allein nie hätte entzäheln können.

Der skizzirte Fall (Taf. 18, Fig. 5) zeigt, wie complicirt oft die innere Structure einer derartigen Lehne ist, wenn auch die Oberfläche in keiner Weise eine besondere Erscheinung darbietet, die auf derartige Dinge schliessen liesse.

Ein weiteres sehr interessantes Vorkommen bildet der Einschnitt bei Profil 908/9 im Fritzhthal (Linie Bischofshofener-Selzthal). Es war ursprünglich projectirt, an dieser Stelle die ziemlich schmale vorspringende Gebirgsnase zu durchtunneln.

Der Angriff mit dem Stollen erfolgte von der Bischofshofener Seite, welcher mit einer Ausbruchsstärke von 12 Q.-M. hergestellt wurde; die Zimmerung hatte man sehr stark gehalten (Fig. 48), da man voraussichtlich durch die ungünstige Anfahrung des Gebirges, andererseits durch die vorgelagerten Schuttmassen an den Tunnelmündungen Druckäusserungen zu erwarten hatte.

Die Gebirgsnase, wie aus Taf. 18, Fig. 6 zu ersehen, ist aus Grauwackenschiefer gebildet, welcher von einer bedeutenden Schutthalde desselben überlagert ist.

Als der Sohlenstollen auf 12 M. vorgetrieben war, äusserte sich der erste starke Druck bergwärts, so dass vier Thürstücke gebogen und abgebrochen wurden, nach deren Auswechslung wurden noch Hilfsesperre mit Unterzügen eingestellt und der weitere Vortrieb des Sohlenstollens sistirt.

Man begann mit dem Firststollen, welcher mit einem Ausbruchprofil von 7.25 Q.-M. angelegt wurde (Fig. 49), während dieser Zeit traten neuerdings grössere Druckerscheinungen im Sohlenstollen auf, besonders ein starker Sohlenantrieb, der den Bruch einer Sohlenschwelle hervorgerufen hatte.

Nachdem die nothwendig gewordenen Auswechslungen und Verstärkungen vorgenommen waren, wurde neuerdings der weitere Vortrieb in beiden Stollen begonnen und man stellte hinter dem zehnten Zimmer des Sohlstollens einen Aufbruch zum Firststollen her. Nachdem

Fig. 48.

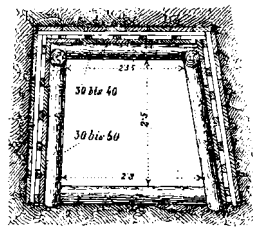
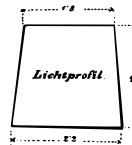


Fig. 49.



der Firststollen auf 14, der Sohlstollen auf 21 M. vorge-  
trieben war, trat ein erneuerter verstärkter Druck im  
Sohlstollen auf, wodurch sämtliche Sohlswellen deformirt  
wurden.

Diese letzte Druckercheinung stand mit einem sich  
oberhalb der Stollenmündung zeigenden circa 20 M. langen  
Spalt im Terrain im Zusammenhang.

Man befand sich mit beiden Stollen noch immer in  
stark umgesetztem Grauwackenschiefer. Nachdem die  
Druckercheinungen immer weiter griffen, auch ober der  
Achse der Spalt sich erweiterte, gab man jeden Versuch,  
die Stollen weiter vorzutreiben, also den Tunnelbau auf,  
da die Arbeit sehr gefährlich wurde, und entschloss sich,  
einen Einschnitt derart durchzuführen, dass man ihn ent-  
weder als solchen belassen könnte, oder für den Fall, als  
sich dieses als nicht möglich herausstellt, dass man ihn als  
gewölbten Einschnitt durchführen würde.

Um den Einschnitt zu verringern, wurde nach Mög-  
lichkeit die Linie noch thalseits gerückt, welche Verschie-  
bung circa 4 M. betrug.

Nach den bereits wahrgenommenen Erscheinungen  
war es natürlich nothwendig, mit der grössten Vorsicht vor-  
zugehen.

Man begann daher sogleich mit der Entlastung der  
oberen Gebirgtheile und der Verlegung der abfliessenden  
Tagwässer aus dem Bereiche der Gebirgsmase.

Nebst diesem wurden auch einige während der Her-  
stellung des Einschnittes aufgedeckte Quellen mit Sicker-  
schlitzen, so weit es möglich war, gefasst und hinter der  
obersten Etage, eine sehr stark versumpfte Stelle durch  
einen Stollen entwässert, durch welchen die ganze obere  
Partie trocken gelegt wurde.

Im Einschnitte konnte man drei Schichten beobachten,  
zu oberst eine Schichte Humus, welche nach unten in Berg-  
schutt bestehend aus Grauwackenschiefer und dessen Ver-  
witterungsproducte übergeht, unter denselben liegen dann  
die Grauwackenschiefer fallend gegen Berg geschichtet,  
welche in ihren oberen Lagen stark umgesetzt, daher sehr  
weich erscheinen.

Es wurden wohl während der Herstellung des Ein-  
schnittes, Absatzungen in grösserem und kleinerem Maasse  
beobachtet, die dann der Hauptsache nach als maassgebend  
für die Anlage der Etagen benützt wurden. Es waren ur-  
sprünglich nur drei Etagen durchgeführt, es zeigte sich aber  
nahe am Schlusse der Arbeit die unterste Böschungslinie  
als zu hoch hinaufgreifend und musste daselbst eine vierte  
Etage eingeschaltet werden.

Die fertigen Böschungsfächen wurden dann sogleich  
mit keimfähigem Flechtwerk in parallelen Reihen versichert,  
um den Abfluss der Tagwässer zu verlangsamen und um die  
Humusbekleidung bis zur vollkommenen Verwurzelung  
leichter erhalten zu können.

Obgleich die Witterungsverhältnisse kurz nach der  
vollkommenen Vollendung sehr ungünstige waren und vom  
Herbst bis zum Frühjahr andauerten, zeigten sich ausser  
einer kleinen Ausschalung keine Anstände.

Ein weiterer Fall, dessen Behebung als Reconstruction  
einer bereits bestandenen Bahnanlage aufzufassen ist, ereig-

nete sich auf der Strecke Einöd-Friesach der k. k. priv.  
Kronprinz Rudolf-Bahn.

Das Olsabachthal, an dessen rechter Thalwand die  
Trace der Bahn sich entwickelt, ist der Hauptsache nach  
in seinem unteren Laufe in Glimmerschiefer eingeschnitten,  
welche der Glimmerschiefer-Formation als Unterabtheilung  
der Primärformation angehören.

An diese Glimmerschiefer schliessen sich in nicht zu  
ausgedehntem Maasse körnige Kalke, in grösserer Aus-  
dehnung, Übergänge von Glimmerschiefer in Kalk als Kalk-  
glimmerschiefer und Thonschiefer, mit an.

Obgleich das Thal eine ziemliche Entwicklung in Hin-  
sicht der Sohle selbst zeigt, so kann das Gleiche nicht von  
den Thalgehängen gesagt werden, indem dieselben meist von  
steilen Schieferschutthalden gebildet sind, die den eigent-  
lichen Gebirgsstock hoch hinauf überlagern und nahezu  
immer steil ansteigend auftreten.

Diese Schutthalden bestehen aus dem Schutte der hinter-  
liegenden anstehenden Felsmassen und deren Verwitterungs-  
Producte, sporadisch fand ich jedoch auch Gneis, Granit,  
Porphyr, welche letztere jedenfalls durch Gletscher, auf  
das Plateau des Glimmerschiefergebirges gelangten und von  
dort durch spätere Abstürze in diese Schutthalden.

Die Lagerungsverhältnisse der Schuttmassen ent-  
sprechen dem zweiten auf der Salzburg-Tiroler Bahn be-  
sprochenen Fall, woselbst zu unterst die grösseren Fels-  
strümmer, zu oberst die mehr gelösten Verwitterungs-Producte  
liegen.

Die Umwandlung der Gebilde dieser Schutthalde ist  
nun nicht allein auf die Zuführung von Wasser durch die  
Niederschläge in ihrem Gebiete allein zurückzuführen, son-  
dern wie später angeführt werden wird, durch Zuführung  
von Wasser aus dem hinterliegenden höheren Thalboden.

Um die Umbildung der hier vorliegenden krystallini-  
schen Schiefergesteine nur theilweise zu beleuchten, führe  
ich beispielsweise die des Glimmerschiefers vor.

Der Glimmerschiefer ist wie bekannt ein Gemenge  
von Quarz und Glimmer, von schiefriger Structur, theilweise  
mit mehr-weniger vorherrschenden Accessorien von Chlorit,  
Talk etc., so dass Übergänge in Chloritschiefer, Talkschiefer  
oder Thonschiefer zu beobachten sind; auch Feldspath,  
Granat und Erze kommen nicht selten als Accessorien im  
Glimmerschiefer vor.

Es sind daher die chemischen Bestandtheile haupt-  
sächlich Kieselsäure, Thonerde, Magnesia, Wasser- und Eisen-  
oxyde, welch Letztere das färbende Mittel bilden.

Die Einwirkung auf die Gesteine erfolgt durch den  
Sauerstoff und die Kohlensäure der Luft, welche in umso  
grösserem Grade stattfindet, wenn die Gesteinsmassen mit  
Wasser geschwängert sind.

Der Sauerstoff wirkt oxydirend, während die Kohlen-  
säure zersetzend oder auflösend wirkt.

Die erste Wirkung der chemischen Veränderung zeigt  
sich in der Farbe des Gesteines, dann durch das Trennen  
der einzelnen Aggregate. Die Zersetzung erfolgt wie an den  
Felswänden, so auch im Innern der Schutthalden, da durch  
die circulirenden Wässer, sowohl Kohlensäure als Sauerstoff  
in absorbirtem Zustande den Gesteinsmassen zugeführt wird.

Nebst diesen muss dann den mechanischen Veränderungen durch das Eindringen der Wässer in die Gesteinsmassen bei dem nachherigen Eintritte des Frierens gedacht werden, welche Einwirkung an der Oberfläche bedeutende Formveränderungen hervorzurufen im Stande ist, sowie jener, welche in Folge der Abstürze oder durch die Bewegungen in den Schutthalden selbst entstehen.

Der einzige Quarz besitzt eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen alle Einflüsse.

Das Gebirge, in welchem die Absitzung liegt, ist wie aus dem Thalschnitte (Taf. 19) zu entnehmen, eine im Vorigen schon allgemein präcisirte Schutthalde, welche sich an einen an wenigen Stellen von Schutt freien Glimmerschieferstock anlehnt. Wenn auch die Vorgänge, nämlich die Bildung der Schutthalden dem jüngsten geologischen Zeitabschnitte angehören, so reihte ich dieselben doch in die Gruppe der Vorkommnisse in den älteren Formationen, da ihre Zusammensetzung, sowie Lagerung in enger Beziehung zu den anstehenden Gebilden stehen, aus welchen sie hervorgegangen sind.

Die Lage der Schichten des anstossenden Felsens ist sowohl am Kamm, wie an den von der Bahn gegen Friesach zu blossgelegten Felspartien 21 das Fallen gegen Nord und zwar sehr gering.

Es ergibt sich somit eine sehr flache Neigung der Schichten fallend gegen das Olsathal, was voraussetzen lässt, dass durch die oft mächtigen Gänge und Klüfte in diesen älteren Gesteinen, eine Wasserzuführung aus dem oberen Schratzbachtale nach dem Olsathale stattfindet, da der später noch zu erwähnende ausserordentliche Wasserandrang, der in dem Absitzungsbereiche constatirt wurde, nicht von den Niederschlägen des Gebirgsrückens allein herühren kann.

An dem ganzen Rücken vom Schratzbachtale, bis zum Fusse der bewegten Masse im Olsathale, ist die Oberfläche nahezu vollkommen von Schuttmassen gebildet, über welche sich in den oberen Partien, wo der Kern des Gebirges der Oberfläche näher rückt oder blossgelegt ist, Nadelhölzer finden, während die tieferen Lagen, wo der Fels zurückzutreten scheint, somit die Schutthalde an Mächtigkeit zunimmt, noch keine vollkommene Ruhe eingetreten, nur von Gras oder Gesträuchern überwuchert werden.

Der Boden ist besonders in den in der Situation ersichtlich gemachten Partien von Quellen, welche theils direct als Strom sich ergiessen oder grössere Terrain-Erweichungen hervorrufen, durchzogen und bezeichnet ich bei jeder Stelle, wo eine Messung möglich war, die am 1. December 1878 sich ergebenden Quantitäten, wobei noch bemerkt werden muss, dass der obigen Messung keine ungünstigen Niederschläge vorangingen.

Es ergibt sich somit pro 24 Stunden an den dem Auge sichtbaren und messbaren Quellen ein Wasserabfluss von 34.000 Liter in dem Bereiche der Absitzung.

Das Profil der Lehne ist aus den Schnitten ersichtlich und suchte ich nach den gemachten Beobachtungen, sowie vorgenommenen Bohrungen, das Bild zu vervollständigen.

Nach diesen Profilen ist die oberhalb gelegene Schichte 8 bis 15 M. stark und wurde dieselbe durch die grösseren

Umwandlungen der Gebirgswässer im Innern, sowie der äussern Einflüsse durch die niederschlagsreichen Jahre zum Absitzen gebracht, und ist die in Bewegung gesetzte und alterirte Masse auf 250.000 Kbm. berechnet worden.

Durch diesen immensen Abgang der oberen Schichte wurden auch die, dieselben unterlagernden Massen theilweise alterirt, was sich auch durch die in den unteren Partien der Schuttmassen aufgedeckten oft sehr mächtigen Felstrümmer ergibt.

Der Kopf der in Bewegung gerathenen Schuttmasse gegen Friesach zu, obgleich schon sehr stark durch die Beraubung seiner seitlichen Stütze angegriffen, liess aber andererseits voraussetzen, dass er, durch die grössere Steilheit, welche er besass, mehr von Trümmergestein als von dessen Verwitterungs-Producten gebildet wurde, da letztere auch durch den seitwärts ausgesprochenen älteren Wasserlauf beseitigt sein mussten.

Obgleich dieser Kopf damals den anscheinend besten Theil der alterirten Gebirgsmasse bildete, so war nach den vorgefundenen Trennungslinien, sowie den Erweichungen bei den nächsten starken Niederschlägen zu erwarten, dass er die im Untergrunde noch bestehenden Widerstände überwindet und zum Abgange gelangt, was von grossem Einflusse auf die Lage der zuerst errichteten provisorischen Bahntrasse war, nachdem dieselbe durch das an demselben liegende Object gebunden, nicht leicht weiter thalwärts verlegt werden konnte, um rasch den Betrieb wieder zu eröffnen.

Desgleichen zeigten auch die hinter dem Bruchrande gegen Einöd zunehmenden Trennungen und Senkungen der Oberfläche, bis gegen die Mulde in der Nähe des Wächterhauses, eine weitere mögliche Ausdehnung der Absitzung in dieser Richtung.

Ausser dem raschen Fortschreiten des Abflusses der ganzen Masse war noch die Jahreszeit, in welche diese Katastrophe fällt, eine sehr ungünstige, man stand im Winter, vor einer Zeit, welche für derartige Behebungsarbeiten, sowie den Beobachtungen, welche vorausgeschickt werden sollten, nicht günstig zu nennen ist.

Um den gestörten Verkehr so rasch wie möglich wieder zu eröffnen, wurde eine provisorische Verlegung der Bahntrasse theilseits vorgenommen, die einerseits auf die durch die Beseitigung der abgestürzten Schuttmassen gebildete Anschüttung, zum Theil auf ein Holzprovisorium gelegt wurde, nachdem die Partie zwischen Wächterhaus und der Absitzung stark aufgeweicht erschien und auch einige Quellen sich an dem alten Dammfusse ergossen.

Gleichzeitig wurden die Studien über die definitive Reconstruction der Bahn in Angriff genommen, vor Allem eine Aufnahme des ganzen Terrains veranlasst, um eine Basis für alles Weitere zu besitzen und die Quell- sowie Bodenverhältnisse durch Bohrungen untersucht. Desgleichen wurden sofort alle zu Tage tretenden Quellen in Holzgerinne gefasst und deren Wässer so rasch als möglich ausser den Bereich der Absitzung geleitet.

Nach einigen Wochen war das Geleise unter Durchführung von Bögen mit dem möglichst kleinsten Durchmesser für langsam verkehrende Züge wieder eröffnet.

Um so rasch als möglich dem Provisorium einen sicheren Charakter zu verleihen, wurden durch energisch fortgesetzte Entlastungs- sowie Abräumungsarbeiten einerseits die gefährlichsten vorgeschobenen Massen beseitigt, anderseits durch Einlegung von Sickerschlitz in das natürliche Terrain die neuen durch die Abräumung gewonnenen Anschüttungen thalseits gesichert, da auch das geschaffene Holzprovisorium für die Bahnanlage nur von sehr kurzer Dauer sein konnte, indem die Mulde, über welche dasselbe führte, sehr erweicht, die Piloten, auf welche dasselbe basirte, in Folge des ungleichförmigen Gefüges des Untergrundes nicht auf jene Tiefe geschlagen werden konnten, welche wünschenswerth gewesen wäre.

Das Resultat der gemachten Studien über die Ursache der Absitzung hatte ergeben, das grössere Quellen, welche in den tieferen mehr von Felstrümmern gebildeten Schichten ihren Lauf besitzen, durch Bewegungen in der Schutthalde ihren Auslauf verloren, somit rückgestaut, die Schutthalde in ihrem abgesessenen Theile nach aussen hin vollkommen erweicht und zum Absitzen brachte.

Um nun nicht durch zu weit verzweigte einzelne Anlagen zu einem Resultate zu gelangen, wurde der Bereich, in welcher in den unteren Partien die Quellen zu Tage gelangten, in drei Netze getheilt und mit dem Netz I, als das vorerst wichtigste, dann sogleich mit dem Netz II und erst später, den Erfolg der beiden ersten Entwässerungen abwartend, das Netz III in Angriff genommen. Da die Lehne ziemlich steil ist, so wurde zur Sicherung der Eingänge der weiteren Anlagen, von unten aus vorerst eine 2 M. breite und 25 M. tiefe Steinrippe eingelegt, die auch gleichzeitig zur Abführung des Wassers diente. Dieser Vorbau durch die Steinrippen wurde nothwendig, um, für alle weiteren Bewegungen, welche ja voraussichtlich noch eintreten mussten, den Mündungen der bergmännischen Arbeiten einen sicheren Stützpunkt zu geben.

Bei einer Tiefe der Schlitz von circa 4—8 M. ergab sich gewöhnlich schon die Höhengote für die Anfahrung mit dem Stollen und wurde dann den Quellen, mit denselben nachgegangen, unter steter Vornahme von Sondirungen mittelst Bohrungen während des Vortriebes.

In Stollentheilen, wo blos durch Feuchte die Nähe eines Seitenlaufes einer Quelle angedeutet wurde, ist stets mit Erfolg dieselbe durch Bohrungen zugezogen worden, nur muss hiebei mit Vorsicht vorgegangen werden, um nicht zu rapide Wassereinbrüche hervorzurufen, welche für die Erhaltung des Stollens gefährlich werden können. Dass der Vortrieb unter solchen Verhältnissen ein sehr schwieriger, ist nicht zu vergessen, somit alle Vorsicht zu gebrauchen und man soll stets trachten den grösseren Theil des Stollenprofils in den noch nicht vollkommen von Wasser erreichten Theil zu legen.

Es trifft sich hiebei wohl auch, dass man sich mit dem Stollen sehr leicht verfährt und trockene Partien aufschliesst, da, wie schon mehrmals erwähnt, in diesen verworrenen Massen mit Bohrungen von der Oberfläche aus die Lage nicht immer vollkommen sicher zu bestimmen ist, die Quelle, wenn sie nicht an ihrem Ursprunge in den tieferen Partien schon gefasst wird, leicht eine Veränderung des Laufes in sehr kurzer Zeit zeigen kann.

Es wurde durch diese drei Systeme der Fuss der Absitzung gesichert, indem die grossen Quellen zur Abführung, somit die Massen zur Trockene gelangten.

Unter Einem wurde auch der ober dem Bruchrande mehr ebene, stark mit Wasser geschwängerte Boden zum Theil durch eine Drainage, zum Theil durch offene Gräben einer Entwässerung unterzogen und die Quellen, welche unter dem Bruchrande zu Tage führten, durch einen kleinen Einbau in ihrem Auslaufe gesichert, nachdem vorher die Böschungsverhältnisse des Bruchrandes nach Möglichkeit regulirt wurden.

Die Fassung dieser Quellen ist in der Weise angeordnet, dass ein kleiner Schlitz in der Richtung des Ergiessens der Quelle vorgetrieben wurde, sonach gelangte auf Schlitzbreite ein entsprechendes, jedoch offenes Gerinne zur Einlegung, um eine wasserdichte Sohle zu erhalten. Der Schlitz wurde sodann mit Stein ausgeschlichtet und an dem offenen Umfang mit Reisig oder Rasen abgedeckt. Das eingelegte Gerinne erscheint an der Mündung etwas eingezogen und es ergiesst sich das so gesammelte Wasser in offene Holzgerinne, welche dasselbe ausser den Bereich der Absitzung führen.

Für den raschen Abfluss der Tagwässer wurde gleichfalls durch Anlage von offenen Gräben vorgesorgt. Dieser Regelung des ganzen abgesessenen Erdkörpers in Beziehung seiner Berg- wie Tagwässer folgte eine Bepflanzung mit Flechtwerk aus Weiden und Erlen.

Der Fuss der neuen Anschnittsböschung wurde gleich von vorneher mit einer niederen, ziemlich breiten Stützmauer versichert und von derselben noch eine Berme stehen gelassen, damit bis zur vollen Austrocknung eine eventuell noch mögliche Verschiebung keinen weiteren Einfluss ausüben konnte.

Ich habe die Absitzung nach zwei Jahren, nachdem diese Reconstructionsbauten vollendet waren, wieder gesehen und selbe vollkommen vernarbt gefunden, nur möge auch weiterhin die genaue Überwachung derartiger Lehnen nie unterbleiben und man soll sich stets in Kenntniss über die richtige Function aller der hergestellten Kunstbauten erhalten. Dort, wo eine Störung in der Ableitung der Wässer eingetreten, wäre sofort nachzuhelfen, da die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass durch später nachfolgende partielle Bewegungen, Störungen in der Wasserabführung eintreten, welche den Werth der ganzen Anlage von Neuem gefährden könnten.

Inwieweit die geologischen Verhältnisse bei Tunnelbauten von Einfluss sind, will ich anschliessend an die Beschreibung des Tunnel am Unterstein, durch einige weitere Studien vorführen.

Das erste Beispiel, welches ich in dieser Richtung anführe, ist der

#### **Tunnel bei Bischofshofen** auf der Salzburg-Tiroler Bahn.\*)

\*) Bau-Ausführung des Tunnels bei Bischofshofen auf der Salzburg-Tiroler Bahn von C. J. Wagner, „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines“, XI. Heft vom Jahre 1879.

Ich führe dieses Object vor, um hiedurch klar zu stellen, von welcher Bedeutung die vorherige Kenntniss des Baues, sowie der Beschaffenheit des Gebirges ist und wie hievon die Wahl des betreffenden Betriebssystemes und als-Folgerung die Solidität und der finanzielle Effect abhängt.

Von der Linie Salzburg-Wörgl zweigt vom Bahnhofe Bischofshofen die Seitenlinie nach Selzthal zum Anschlusse an die k. k. priv. Kronprinz Rudolfbahn ab.

Zur Erreichung des Ennstales entwickelt sich die Linie in Fritzthale, einem Seitenthale des Salzachgebietes. Das Fritzthal ist in seiner untersten Partie, bevor der Fritzbach in die Salzach mündet, eine enge Schlucht, welche in Werfner Schiefer eingeschnitten, eine ausserordentlich schwierige Bahnanlage bedingt und für den Betrieb stete Gefahren geboten hätte. Um diese Schwierigkeiten zu umgehen, wurde durch den Kreuzberg, welcher die Trennung zwischen dem Salzach-Thalbecken bei Bischofshofen und der Fritzschlucht bildet, ein Tunnel in der Länge von 708 M. hergestellt.

Das vom Tunnel durchsetzte Gestein gehört dem Werfner Schiefer an.

Das Gestein im Tunnel wechselt und zwar in der Art, dass von der Fritzthalseite her zuerst die oberen Schichtungsglieder des Werfner Schiefers (sandige Schiefer) durchsetzt werden, welche sich in der Richtung gegen Bischofshofen in ihrer Qualität bessern und als Übergang in bunten Sandstein angesehen werden können.

In dem sandigen Schiefer, welcher Farbenvariationen von roth bis in das Violette und von grau bis in das Grünliche zeigt, finden sich eigenartige Übergänge in Letten, sowie dünne Schichten desselben eingelagert. Das Auftreten von grösseren Quarztheilchen im Schiefer, geht mit der zunehmenden Festigkeit des Gebirges in der Richtung gegen Bischofshofen Hand in Hand. Auch zeigen sich in diesen Theilen Schichten von grösserer Mächtigkeit und das Korn des Gesteines ist ein gleichmässig feines.

Die Schichtung ist eine stark wellenförmige (Taf. 19, Fig. 2), wodurch in den festen Gebirgspartien starke Zerklüftungen und Risse erzeugt wurden, welche Hohlräume zum Theil von Kalkspath oder Spatheisenstein überzogen sind. Der Kalkspath fand sich zumeist in Drusenansätzen, ausserdem fand man noch häufig Einschlüsse von Arragonit, seltener von Eisenglimmer, sowie Spuren von Steinsalz.

An den beiden Tunnelmündungen sind die Sandschiefer-schichten durch vorlagernde grössere, theils gebundene Schottermassen überdeckt, die einige zwischenlagernde Conglomeratbänke in sich schliessen.

Der Wasserandrang war ziemlich wechselnd, was wohl durch die Zerklüftung des Gesteines begründet war, jedoch im Ganzen ein geringer.

Wäre es nicht möglich gewesen die Verhältnisse von vornherein so präcise zu beurtheilen, so würde man, mit Rücksicht auf die doch ziemlich bedeutende Länge des Objectes, jedenfalls nicht das belgische Tunnelbausystem zur Anwendung gebracht haben, was sich anderseits jedoch in diesem Falle in jeder Hinsicht bewährte.

Der Baurtermin für dieses Object war durch einen zweiten auf der Strecke Salzburg-Bischofshofen gelegenen über 1000 M. langen Tunnel gegeben, die Beschaffenheit des Gesteins war gleichfalls nicht ungünstig, ein zu grosser Wasserandrang war auch nicht zu befürchten, somit war kein Grund vorhanden, den Betrieb nach belgischem System nicht zu gestatten. Die Wahl dieses Systemes ermöglichte einen Unternehmer zu finden, der dadurch in der Lage war, ein möglichst billiges Offert zu stellen, da ihm ein auf dieses System geschultes Arbeitspersonale zur Verfügung stand.

Ich möchte hiebei auch einer Specialität erwähnen, welche bei diesem Tunnel durch die in Verwendung stehenden piemontesischen Mineurs zur Anwendung gelangte, nämlich des Hantirens mit einmännigen Bohrern. Die Verwendung von ein- und zweimännigen Bohrern zum Ausbruche, sowie die richtige Situirung und Grösse der Schüsse erzielte eine grosse Schonung der Profilsflächen und eine Ersparung an unnötigem Mehrausbruche.

Wenn daher keine ausserordentliche Force in der Arbeit notwendig ist, so soll man stets an der Grenze des Profiles diese Methode zur Anwendung kommen lassen und es wird sich nebst der grösseren Solidität, welche hiedurch erzielt wird, auch keine ungunstige finanzielle Rechnung ergeben. Was dieser Arbeitsvorgang momentan an grösseren Auslagen hervorruft, wird weit eingebracht bei Gebirge, welches rein im Fels stehen gelassen werden kann, durch die geringeren späteren Abräumungsarbeiten, bei dem, welches mit Mauerung zur Verkleidung gelangt, durch die eliminirten Mehrausbrüche, sowie der hiedurch zum Theil notwendigen geringeren Stützungen des Gebirges.

Der Charakter des Gebirges forderte zum grossen Theil nur eine Verkleidung mit einer Mauerstärke von 0.5 M. am Scheitel und 0.65 M. am Widerlager (Taf. 19, Fig. 3) und wurden auf ganz kurze Strecken, welche sich mehr als Übergang in Letten zeigten, sowie an den Portalen stärkere Profile angewendet, welche für das zweigeleisige Profil am Scheitel 0.65 M., am Kämpfer 0.80 M. Stärke hatten (Taf. 19, Fig. 4).

#### Das Gebiet des Sonnstein am Traunsee.

Complicirter als in dem vorher angeführten Beispiele erscheinen die geologischen Verhältnisse der Bahnanlage von Ebensee nach Traunkirchen im Salzkammergute,\* in welcher ausser den sonst sehr schwierigen Bauten mehr als 2000 M. Tunnel notwendig wurden.

Die Bahntrace tritt bei Ebensee (Taf. 20) aus dem diluvialen Becken des Traunfusses die Traun selbst übersetzend nach der linken Thalwand und zieht sich an dem steilen Ufer oberhalb der Strasse, die daselbst aufgedeckten Dolomite anscheidend, hin, durchfährt den Sonnstein in einer Länge von 1428 M. und tritt gegen Ende desselben in jüngere jurassische Gebilde. Im Weitern durchsetzt die Bahn noch vier kleinere Gebirgsmassen der Kalkzone und gelangt vor der Station Traunkirchen in das tertiäre Becken

\*) Der Sonnsteintunnel am Traunsee, von C. J. Wagner. „Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt“, 28. Band, 2. Heft.



von Oberösterreich, welches sie bis an ihr Ende nicht mehr verlässt.

Die allgemeinen geologischen Verhältnisse ergeben sich aus Folgendem :

Beide Ufer des oberen Traunsee's sind sehr steil abfallend und es erhebt sich, vom Langbatthale und dem linken Seeufer begrenzt, ein gewaltiger Dolomitstock, dessen Schichten gegen die Sonnstainspitze zu aufgerichtet sind.

Aus der lichten Färbung des Gesteines, dessen feinkörnigem, krystallinischem Gefüge, sowie dessen starken, durch die Umsetzung gebildeten feinen Rissen und deutlichen Schichtung geht hervor, dass er bei der Ausdehnung, in welcher er vorkommt, als Hauptdolomit zu betrachten ist, obgleich in demselben keine Spur von Megalodonten sich vorfand, deren Erkennung leicht gewesen wäre, wenn gleich selbe schlecht erhalten vorkommen sollten, indem sich doch Reste an den sehr häufig auftretenden, ganz glatt geschliffenen Trennungsfächen hätten zeigen müssen.

In diesem Dolomit eingelagert erscheinen hin und wieder dünnere Schichten von grauen, dichteren, dolomitischen Kalken.

Diese Dolomite wurden an dem südlichen Ende des Sonnstain-Tunnels und in dessen Mitte von dem Tunnel durchfahren und stellt sich der ganze Verlauf der Schichten als eine Welle von bedeutender Hebung heraus, wobei das nördliche Ende der oberen Dolomitschichte gebrochen erscheint.

Diese beiden sehr mächtigen Dolomitlagen schliessen eine etwa 150 M. mächtige dolomitische Kalkschichte in sich, welche im Hangenden durch eine circa 8 M. mächtige, schwarze, glänzende Kalkmergelschichte mit eingelagerten grauen, dünnen Kalken von demselben scharf getrennt ist.

In Beziehung der Schichtung zeigt zwar der weisse Kalk am Sonnstain mehr Regelmässigkeit; derselbe ist sehr häufig von Trennungsfächen durchzogen, wie auch die denselben einschliessenden Dolomite, sonst dürften jedoch beide Gesteinsgattungen sich ziemlich nahe kommen.

Betrachtet man nun diese beiden Gesteine im Profile (Taf. 20, Fig. 1), so stellen selbe eine stark nach aufwärts geschobene Welle dar, an deren nördlichem Ende discordant jüngere Gebilde, welche dem Jura angehören, sich anschliessen.

Diese gewaltige in dem Profil skizzirte Hebung blieb nicht ohne Einfluss auf die gehobene Masse selbst, denn sowohl die Dolomite, wie die in selbe eingeschlossene Kalkschichte zeigen eine Unzahl von älteren Trennungsfächen, welche in Hinsicht ihrer Lage und Ausdehnung in keiner Weise zu bestimmen waren. Es traten selbe oft in gar unliebsamer Art dem Eisenbahnbaue, durch grössere Felsabstürze sich offenbarend, entgegen, und es ist deren Ausdehnung in grösserem Maasstabe an der Ebenseer Lehne zur Genüge gekennzeichnet. Es bilden selbe vollkommen glatte, bei frischer Abdeckung ganz glänzende, nahezu ebene Flächen, welche die Kräfte kennzeichnen, die die Hebung dieses gewaltigen Gebirgsstockes verursachten.

Durch diese vielen Trennungen im Innern des Gesteines ist es natürlich, dass Klüftungen, welche meist Wasser führend sind, nicht zu den Seltenheiten gehörten

und es wurden auch solche bei der Ausführung des Sonnstain-Tunnels oft durchschnitten, welche je nach den atmosphärischen Niederschlägen an der Oberfläche des Gebirges mehr oder weniger Wasser führten.

Der Sonnstain, welcher von Dolomit und dem dolomitischen Kalke gebildet ist, zeigt an der Oberfläche nur einen sehr spärlichen Waldwuchs, da derselbe drei in kurzen Perioden aufeinander folgenden Waldbränden unterlag.

Die gemachten Anstrengungen von Seite des k. k. Forstärars, den Sonnstain wieder einer Waldcultur zugänglich zu machen, werden noch viele Jahre mit grossem Eifer betrieben werden müssen, um so weit nachzuhelfen, dass wenigstens die unteren flacheren Partien einen kräftigeren Baumwuchs entwickeln, um so die Reichsstrasse gegen Lawinen und Steinabgänge mehr zu schützen, den Verkehr auf denselben zu sichern, welcher im Frühjahr als ein höchst gefährlicher bezeichnet werden muss.

Es kommt nicht selten vor, dass die Parapetmauern von grösseren abgestürzten Steinen durchrissen, die zwei, wegen Lawinen angelegten Schutzdächer durchschlagen wurden. Diese Vorkommnisse, sowie die häufigen Lawinengänge waren auch die maassgebenden Momente, warum der Sonnstain in einer Länge von 1428 M. durchtunnelt wurde, um so wenigstens die gefährlichsten Partien zu unterfahren.

Wie schon erwähnt, schliessen sich an die triasischen Gebilde jüngere Kalke an, welche gegen erstere discordant gelagert sind. Zu unterm liegt ein grauer geschichteter Kalk, welcher, wie der folgende rothe Kalk, Hornstein führt. Beide diese Kalke besitzen ganz die gleichen Eigenschaften, treten theils dünngeschichtet, theils in grösseren Bänken auf und führen öfter an ihren Schichtungsfächen Kalkmergel-Einlagerungen, von der Farbe des betreffenden Kalkes. Es dürften beide Kalke, welche am nördlichen Ende des Sonnstain-Tunnels auftreten, wohl ganz gleichen Alters sein, da der Habitus und das Vorkommen so übereinstimmend ist, anderseits beide die Hornsteinführung in gleichem Grade gemein haben.

Diese Kalkschichte tritt am Siegesbache und Calvarienberg bei Traunkirchen in dem Längenprofil der Bahn nochmals zu Tage und zwar am Siegesbache nur die oberen rothen Schichten, welche auch einen etwas veränderten Charakter in der Weise zeigen, dass dieser Kalk in grösseren Schichten und weniger Hornstein führend auftritt, während am Calvarienberg die aufgeschlossenen Partien ganz denselben Charakter wie am nördlichen Ende des Sonnstains besitzen und daselbst sowohl die graue tiefere als die höher gelegene rothe Schichte blossgelegt wurde. In den grauen Kalken fanden sich nur geringe Spuren von Versteinerungen vor, welche keine Bestimmung zulassen.

Wohl fand ich in dem rothen Kalke am Siegesbach und Calvarienberg Reste von Belemniten und ausser dem Calvarienberg-Tunnel an dem Lehenanschnitt Ammoniten, die aber sämmtlich nur als Steinkerne erhalten vorkommen und keiner näheren Bestimmung zugänglich waren.

Diese wenigen vorgefundenen Reste gaben leider keine Anhaltspunkte zur näheren Präcisirung und ich glaube daher, der Hornsteinführung nach, diese Kalke entschieden dem Jura zuweisen zu müssen, was auch durch das Vor-

kommen der Belemniten, als häufigst vorkommender thierischer Überrest unterstützt wird.

Ich erwähnte schon vorhin, dass dieser Kalk am Siegesbach in einiger Beziehung eine Verschiedenheit von den beiden anderen Localitäten zeigt und es tritt dieser Charakter besonders an der Verschneidung dieses Gesteines an der Oberfläche links der Bahn, an dem südlichen Ende des Forst-Tunnels auf. Es wurde an dieser Stelle links oberhalb der Bahn ein Steinbruch eröffnet, woselbst derselbe rothe Kalk in einigen Partien als Crinoidenkalk sich zeigte; ausser diesem fanden sich noch in diesem Steinbruche beide oben angeführte Belemnitenarten und eine nicht näher bestimmbare Terebratula vor.

Nach diesem letzteren Vorkommen und der auch ziemlich eisenhaltigen Beschaffenheit dieser Partien dürfte ein Vergleich dieses Kalkes mit den Klausschichten erlaubt sein und würde somit diese Schichte der oberen Abtheilung des Dogger angehören.

Ob die im Obigen gemachte Annahme richtig ist, dass sowohl die am nördlichen Ende des Sonnstein- wie Siegesbach- und Kalvarienberg-Tunnels auftretenden rothen, in den tieferen Lagen grauen Kalke, alle derselben Schichte angehören, kann bei dem Mangel an genügenden Funden von thierischen Überresten nicht mit vollkommener Bestimmtheit angenommen werden, so viel ist aber sicher, dass die Schichten am Sonnstein denen am Kalvarienberg vollkommen in Beziehung ihres Habitus gleich sind und nur die mittlere am Siegesbach, Abweichungen von beiden vorgenannten zeigt. Die Annahme des gleichen Alters wird aber noch weiter dadurch bestärkt, dass diese Kalke von einer Schichte von grünlichgrauem, sandigem, kalkigem Mergelschiefer überdeckt werden, welche ziemlich regulär über die ersten der beiden rothen Kalkschichten von Sonnstein und Siegesbach wellenförmig verlaufen. Diese grünlichgraue, sandig-kalkige Mergelschieferschichte wurde im Sonnstein geschichtet, in den einzelnen Schichten mehrmassig vorgefunden und führte partiell eine ziemliche Menge von Belemniten-Bruchstücken zweier Arten, worunter eine als *Belemnites subelevatus* bestimmt wurde.

Dieselbe Schichte tritt an der Reichsstrasse am Sonnstein vor dem Strassen-Tunnel am Teufelsgraben auf, woselbe durch eine Stützmauer unterfangen ist, und wurden ebenfalls dieselben Belemnitenreste sehr häufig ausgewittert vorgefunden. Nebst dem fanden sich auch daselbst viele Ammonitenreste, welche letztere aber sehr schlecht erhalten waren, so dass man überhaupt nach den vorgefundenen Exemplaren mehr weniger nur von dem Dasein von Ammoniten in dieser Schichte unterrichtet ist.

Diese Mergelschichte wurde auch im Siegesbach-Tunnel angetroffen, wo das Gestein schon mehr durch die atmosphärischen Einflüsse angegriffen auftritt. Es besitzt diese Mergelschichte daselbst eine mehr schiefrige Structur, behält aber sonst den früher gegebenen Charakter in Beziehung der Zusammensetzung bei. Gleich ausser dem Siegesbach-Tunnel erscheint selbe nochmals und wurde sowohl bei den Objectsfundungen in der Nähe wie durch den Bahnanschnitt ziemlich aufgedeckt. Der Verlauf der tieferen Partien konnte ebenfalls durch einen zum Zwecke der Ent-

wässerung angelegten Stollen am Fusse der Lehne näher beobachtet werden.

An dieser letzten Stelle wurden auch ziemlich viele thierische Überreste vorgefunden und zwar *Belemnites subelevatus*, Bruchstücke von Ammoniten, die den *Herpoceras Murchisonae* angehören dürften, ein Gasteropode, eine nicht näher zu bestimmende Terebratula, ein *Pentacrinus*-Stielglied und ein Echinodermenstachel (*Cidaris*).

Auch habe ich nicht selten in diesem sandigen, kalkigen Mergel Überreste beobachtet, die von Pflanzen herrühren dürften, aber ebenfalls nur sehr unvollkommen erhalten waren.

Die einzigen Belemniten bildeten wieder die best erhaltenen Stücke, bei den Ammoniten sowie bei den vorgefundenen Terebrateln waren die Schalen nicht mehr vorhanden.

Obgleich diese Altersbestimmungen nicht mit voller Sicherheit gemacht wurden, wie ja auch aus dem ganzen Verlaufe der Studie zu entnehmen ist, so war gerade diese Schichte, wenn auch unter allen bis jetzt besprochenen die reichste an versteinerten Resten, jene, welche die meisten Deutungen zuließ.

Der Gesteins-Charakter soll grosse Verwandtschaft mit den *Murchisonae*-Schichten zeigen, wie selbe bei Waidhofen und im Pechgraben vorkommen, was anderseits auch durch den *Belemnites subelevatus* Qu. und *Herpoceras Murchisonae* unterstützt wird.

Von den im Liegenden dieser Schichte auftretenden rothen Kalken konnte aber nicht erwiesen werden, obgleich ich sehr andauernde Untersuchungen anstellte, dass man selbe zum Lias zählen könne und es musste der vorwiegende Hornsteingehalt als Führung angenommen werden, der diese beiden Schichten in den Dogger einreihen lässt.

Ich will nur noch kurz einer Beobachtung gedenken, welche beim Baue des Siegesbach-Tunnels gemacht wurde und demselben eine unerwartete Erschwerung bot. Bei der Durchfahrung der Gebirgspasse am Siegesbach zeigte sich in dem durchsetzten nördlichen rothen Kalke eine grössere bis zur Tunnelsohle herabgehende Spalte mit Schotter angefüllt, welche im Längenprofil mit der oberhalb über den Tunnel wegführenden Holzriesen correspondirte. Eine weitere Untersuchung erklärte diese Spalte als den älteren Siegesbachlauf, welcher derzeit die weicheren Mergelschichten aufsuchte und seinen Lauf ca. 40 M. nördlich vom alten Bette einnimmt.

Über diesen sandig-kalkigen, grünlichgrauen Mergelschiefer liegt nun ein lichtgelblichgrauer, schön geschichteter Kalk mit zwischenlagernden, oft mehr mergeligen, dunkleren gelblichgrauen Kalken. Diese Schichte wurde dreimal durch die Bahnbauten berührt, nämlich zwischen Sonnstein- und Siegesbach-Tunnel, vom Forst-Tunnel bis nahezu zum Kalvarienberg-Tunnel und am Stein-Tunnel bei Winkel. Die ersteren beiden Aufdeckungen, obgleich selbe in sehr grossem Maassstabe vorgenommen werden mussten, boten wenig Aufklärung in Beziehung ihres Alters. Es wurden nur einige Fischmalzmähne gefunden und in einem Findlinge dieses Gesteines eine Terebratula. Vollkommene Klarheit brachte erst die Aufdeckung am Stein-Tunnel, wo im Anschluss dieser Kalk von einem dünn geschichteten

rothen Kalke von geringerer Mächtigkeit, mit zwischenlagernden sehr dünnen Schichten von Kalkmergel überdeckt wird, in welchem sich nicht selten der *Aptychus lamellosus* vorfindet.

Ausser diesen in dem Vorigen erwähnten Jura-Ablagerungen habe ich noch eines Kalkes zu erwähnen, der mit den Vilserschichten verglichen werden kann. Es wurde diese Schichte nicht direct durch die Bahn berührt, es fanden sich aber häufig grosse Felsblöcke in dem Einschnitte bei Kilometer 85. Es ist daselbst das Terrain von einer Schuttmasse mit grossen Felstrümmern gebildet, welche, wie aus der Situationsskizze (Taf. 20) zu entnehmen ist, von einem gewaltigen Bergsturze von der linken Thalwand herrührte, die hauptsächlich von diesen Vilserkalken gebildet wird. Die Kalke, welche theils weiss, theils blassröthlich erscheinen, sind ungemein reich an Brachiopoden und theilweise als Crinoidenkalke ausgebildet, welche dann blassroth erscheinen. Unter den aufgesammelten Petrefacten wurden näher bestimmt:

*Terebratula Ewaldi* Oppl.  
*Terebratula pala* Buch.  
*Rhynchonella Guembeli* Opp.

Diese Kalke wurden in diesem Bergschutt oft in so mächtigen Klötzen vorgefunden, dass an einer Stelle ein derartiger Block durch Anlage eines Steinbruches ausgebeutet wurde. Es konnte auch über dem Kalvarienberg-Tunnel an einer Stelle dieser Fels durch einen Steinbruch aufgeschlossen werden, woselbst er nur als Crinoidenkalk aufgedeckt wurde, er zeigte sich hier mehr weich, somit nicht von jener grossen Festigkeit, wie im vorigen Falle.

Unter diesen Felstrümmern ist auch eine Mergelschichte vollkommen verworren und verdrückt aufgedeckt, welche im nächsten Einschnitte von dem Stein-Tunnel im Grossen eröffnet wurde. Am Stein-Tunnel anschliessend an die obere Jurakalke erscheint nochmals eine sandige Mergelschieferschichte. Diese Schichte, welche nur in sehr geringer Masse aufgeschlossen ist, hat bis jetzt kein leitendes Moment zu Tage gefördert, um selbe mit den im Einschnitt nach Kilometer 85 auftretenden Mergeln vollkommen in Einklang zu bringen. Der Lage nach würde sie den Mergeln am Sonnstein näher kommen und bezeichnete ich sie daher im Profile als letztere.

Die in dem Einschnitte nach Kilometer 85 aufgedeckte Schichte, ein dunkelgrauer oft grünlichgrau gefärbter Mergel, dessen Liegendes leider nicht erschlossen wurde, repräsentirt die sogenannten Rossfelder Schichten.

Die Schichte wurde ziemlich reich an versteinerten Resten vorgefunden, obgleich selbe selten gut erhalten auftreten. Die vorgefundenen Ammoniten waren meist, besonders die kleineren Arten, ziemlich platt gedrückt. Einer wurde näher als *Ammonites consobrinus* bestimmt, von dem ich leider nur einige grössere Bruchstücke erhielt, da er beim Sprengen zertrümmert wurde, er dürfte im unversehrten Zustande ca. 35 Cm. im Durchmesser gehabt haben. Weiters wurden auch *Crioceras*, *Belemniten* und einige vollkommen zusammengequetschte Echinidenreste vorgefunden.

Besser entwickelt tritt am nördlichen Ende des Stein-Tunnels ein Neocommergel auf, welcher sich an den früher

erwähnten jurassischen Aptychenkalk anschliesst. Es erscheint derselbe in seinen unteren Lagen mehr lichtgelbgrau, kalkig und schön geschichtet. Hier zeigte er nur Spuren von Aptychen, während seine oberen Lagen mehr mergelig werden und eine sehr reiche Fauna führen.

Es wurden unter vielen andern weniger erkenntlichen Fossilien sehr schön erhalten vorgefunden:

*Lytoceras Julieti* d'Orb. sp.  
*Lytoceras quadrisulcatum* d'Orb. sp.  
*Olcostephanus* cf. *Milletianus* d'Orb. sp.  
*Olcostephanus Astierianus* d'Orb.  
*Phylloceras Rouganum* d'Orb.  
*Plicatula* sp.

Mir war es leider erst gegönnt, diese Studie während des Baues zu machen, dieselbe besass jedoch auch zu jener Zeit noch Werth genug, um nicht unvorbereitet dem nach Kommenden gegenüberzustehen.

Es gab mir das Studium der Charaktere der einzelnen Schichtungsglieder zu Tage, sowie die durch sie gebildeten Terrainformen, genügend Orientirung über die für den Bahnbau nothwendigen Vorkehrungen.

Wenn ich gleichzeitig in dieser Studie den Standpunkt des Geologen vorherrschend liess, so wollte ich nur damit hervorheben, dass es dem Techniker auch nicht sonderlich schwer fällt, derartige Aufschlüsse, welche ja bei allen Bauten in überaus reichlichem Maasse gemacht werden, für die Wissenschaft nutzbringend zu beobachten, umso mehr, da sich durch die wahren Vertreter der Geologie Stützen finden, welche demjenigen, der danach strebt, sich als Jünger der Wissenschaft zu betrachten, an die Hand zu gehen, ihm den Weg zu weisen, den die strenge Wissenschaft fordert.

Bevor ich von diesem Gebiete scheidete, möchte ich noch einige Daten über das Verhalten der einzelnen Gebirgsarten, rücksichtlich der nothwendigen Verkleidung, sowie Stützung in den Tunnels, anführen.

Das Verhältniss des Vortriebes der Sohlenstollen konnte nicht in diese Studie einbezogen werden, da die Bedingungen, unter denen sie ausgeführt wurden, zu verschieden sind.

Einerseits wurde ein Theil sehr forcirt betrieben, ein anderer wieder weniger, weiter waren auch die Lichtprofile, wie die Art des Angriffes, verschieden.

Würde man daher versuchen, diese Resultate gegenseitig gegenüberzustellen, so müsste man sich auf so viele Annahmen stützen, die das Resultat vollkommen unsicher machen würden.

Die Typen, welche für die Mauerung in Stein vorgesehen waren, ergeben sich aus Fig. 50 und der angeschlossenen Tabelle.

Fig. 50.

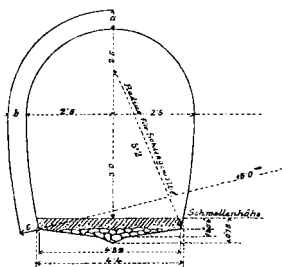


Tabelle der Mauerstärken (für Stein als Baumateriale).

Type	In Metern			Anmerkung
	a	b	c	
3	0·40	0·55	0·55	Widerlager in "Bruchstein, Gewölbe in Haustein mit 0·15 M. Stossfische.
4	0·55	0·70	1·09	
5	0·70	0·85	1·24	Im Sohlengewölbe 0·45 M. stark.
6	0·70	0·85	1·24	

Wenn eine Entwässerung der Tunnelsohle nothwendig, ist die Tunnelsohle mit 0·3 auf 0·3 M. Lichtraum vorgesehen.

Der triasische Dolomit des Sonnsteines erforderte zum grossen Theil eine Verkleidung nach Type 3 und nach dem Eingange auch eine Stütze nach Type 4 und nur jene Partien, welche von den älteren Bewegungen weniger alterirt erschienen, somit keine Ablösungen befürchten liessen, wurden im Felsenprofil belassen.

Die gleiche Charakteristik gilt nahezu auch von den dolomitischen Kalken. Ich möchte hier hervorheben, dass man bei der Bestimmung der Mauerungsprofile neben der Gesteinsbeschaffenheit vorherrschend die Lagerungs- und Wasserverhältnisse im Auge haben muss, denn es kann das beste Gestein als solches durch Alteration in seiner Lagerung sogar einer ganz kräftigen Stützung bedürfen.

Jeder, der längere Zeit Felsarbeiten zu Tage oder unterirdisch zu beobachten in der Lage war, wird wissen, wie schwer es oft fällt, Auskeilungen von Schichten richtig und rechtzeitig zu erkennen. Es ist daher von grossem Werthe, wenn sich derjenige, der sich mit einer derartigen Arbeit zu beschäftigen hat, nach Möglichkeit zu Tage über die auftretenden Gebilde orientirt, es ist ohnedem noch Vieles, was seinem Auge zu beobachten entrückt bleibt.

Der Hornsteinkalk, sowie auch die kalkig-sandigen Mergelschiefer und anschliessenden Aptychenkalke am Ausgange des Sonnsteines mussten durchgehends verkleidet, der Ausgang selbst nach Type 4 und 5 durchgeführt werden, da nebst einer starken Alteration der Schichten auch ein ziemlicher Wasserandrang vorhanden war. Der kalkig-sandige Mergelschiefer wurde vollkommen trocken und schön geschichtet angefahren, wodurch er keiner Stützung bedurfte, somit das Verkleidungsprofil Type 3 genügt.

Im Siegesbach-Tunnel stellten sich die Verhältnisse dagegen bei Weitem ungünstiger.

Der Eingang liegt auf ein kurzes Stück noch in dem Aptychenkalk, an welchen sich, eine grössere Mulde bildend, der kalkig-sandige Mergelschiefer anschliesst, dessen Liegendes von dem Hornsteinkalk gebildet wird.

Der Aptychenkalk verhielt sich wie im Sonnstein und machte nur eine Verkleidung nothwendig, die kalkig-sandigen Mergelschiefer aber erforderten bei ihrer Durchföhrung besondere Vorkehrungen, nachdem dieselben gegen die oberen Partien sehr stark von den atmosphärischen Einflüssen angegriffen, vom Wasser stark infiltrirt waren, anderseits auch der Tunnel zum Theil sehr seicht an der Oberfläche liegt.

Es wurde daher vor der Inangriffnahme der Tunnelbauarbeiten in diesem Bereiche eine Entwässerung der bergseitigen Partie nach beigegebener Taf. 20, Fig. 2 vorgenommen und sonach die Mulde in der Mitte nach Type 6 mit Sohlengewölbe anschliessend an die Kalke mit Type 4 und Sohlenpflaster unterfahren.

Der Hornsteinkalk, in welchem nahezu die zweite Hälfte des Tunnels liegt, erforderte nur beim Anschlusse an den kalkig-sandigen Mergelschiefer eine Verkleidung, und an der Stelle, wo, wie schon früher erwähnt, das alte Siegesbachbett unterfahren wurde, zwei abnormale Ringanlagen, deren Construction auf Taf. 20, Fig. 3 ersichtlich ist.

Im Übrigen konnte der Hornsteinkalk ohne Verkleidung im reinen Felsenprofil belassen werden.

Der hierauf folgende Forsttunnel ist ganz in den Aptychenkalk zu liegen gekommen und zeigte sich derselbe ziemlich wechselnd. Am Eingange trat er lichtgelblichgrau und dolomitisch auf, weiter nach innen mehr gelblichgrau und thonig. Der Ausgang kam in eine stark thonige, dunkelgraue Kalkschichte, mit graphitischem Kalkmergel wechselndernd, zu liegen, welche Partie von der vorhergehenden ziemlich scharf getrennt war. Die Eingangspartie bedurfte nur am Eingange selbst einer Verkleidung und einiger geringer Unterfangungen einzelner Lassen, dagegen musste der Ausgang nach Type 4 und der Portalring nach Type 5 ausgeführt werden.

Wie schon im Vorhergehenden bemerkt, besitzen die Hornsteinkalke des Sonnstein und des Kalvarienberg-Tunnels vollkommen gleichen Habitus, nur ist die Lagerung im Allgemeinen im letzteren günstiger, durch welche Umstände es ermöglicht wurde, dass nur die Mündungen verkleidet werden mussten. Am Ausgange wurde durch Übergänge in rothe, eisenhaltige, thonige Kalkmergel auf zwei Ringe, incl. des Portals, auch eine Stützung durch Type 5 nothwendig.

Im Stein-Tunnel erscheint das letzte Glied der jurassischen Ablagerungen, der Aptychenkalk, durchfahren. Derselbe zeigte sich am Tunnelleingange gelblichgrau, nach innen von Kalkspath häufig durchzogen und gegen den Ausgang zu stark eisenhaltig. Im Ganzen trat der Kalk ziemlich stark thonhaltig auf, jedoch günstig gelagert und erforderte nur an den Portalen eine Stützung nach Type 4, im Übrigen anschliessend an dieselben, nur eine kurze Strecke Verkleidungsmauerwerk Type 3 nach Innen.

Gleichfalls ein sehr interessantes Beispiel über die Beziehung der Geologie zu den Ingenieurwissenschaften bildet

### Das Hausruckgebirge.

Wie schon vorhin erwähnt, gelangt die Salzkammergutbahn hinter Traunkirchen bei Gmunden in tertiäre Gebilde \*) und berührt ausser jüngeren Gebilden, dieselben ausschliesslich bis zu ihrem nördlichen Ende.

Von Attnang, 414 M. über dem Meeresspiegel (Kreuzungspunkt der Elisabeth- und Salzkammergutbahn),

\*) Geologische Skizze des Hausruckgebirges, von C. J. Wagner. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt Nr. 2, 1878.

ersteigt die Bahn, um die am Hausruck gelegenen Kohlenwerke einzubeziehen, die Wasserscheide bei Holzleithen und durchtunnelt selbe in einer Länge von 700 M. und Höhe von 612 M. über dem Meeresspiegel, fällt dann von hier bis Ried bis zur Höhe von 488 M.

Die Bahn bewegt sich somit von Attnang bis zur Tunnelmitte in einer Länge von 19.236 M. und der Ersteinigung von 198 M., von hier weiter bis Ried in einer Länge von 14.400 M. und Erreichung einer Tiefe von 124 M., wodurch die ganzen unteren Gebilde so ziemlich blossgelegt wurden; nebstdem repräsentirt der Aufschluss durch die von der Station Holzleithen nach Thomasroith abzweigende Flügelbahn eine Länge von 5817 M.

Ogleich die durch die Bahn nothwendig gewordenen An- und Einschnitte nicht immer anstehende Gebilde aufdeckten, so wurden doch anderseits durch grössere Erd- und Fundirungsarbeiten dieselben insoferne blossgelegt, um sich eine bessere Charakteristik, besonders des Liegenden vom letzten Kohlenflötz, zu verschaffen.

Wie aus den Terrainformen (Taf. 21, Fig. 1) zu entnehmen ist, verräth das Gebirge schon an seiner Oberfläche den tertiären Charakter seines Innern, an seinem Fusse überdeckt von den Abflüssen der höher gelegenen Schichten.

In den oberen Partien ist das Gebirge nahezu durchgehends noch stark bewaldet, in den unteren flacheren gibt es den Feld- und Wiesengewächsen einen sehr stoffreichen Boden, obgleich die eigentliche Humusschichte an den meisten Stellen eine ziemlich spärliche in Beziehung ihrer Höhe genannt werden kann.

Der Wasserreichthum des Gebirges ist nach unten gross, die Lehnen oft sehr aufgeweicht, was sich meist auf die dem eigentlichen Gebirgsstock vorgelagerten abgestürzten, oder vielleicht besser gesagt, abgeflossenen Gebirgtheile beschränkt, welche das Wasser von den durch sie gedeckten Kohlenschichten zugeführt erhalten.

Von der letzten Kohlenschichte nach oben ist eine rasche und bedeutende Wasserabnahme zu constatiren.

Auf die das Gebirge bildenden Massen selbst eingehend, glaube ich am besten zu thun, der Einfachheit wegen die ganzen bis jetzt bekannten Vorkommnisse im Hausruckgebirge in drei Gruppen zu theilen, und zwar in die oberste, die schotterigen Gebilde, in die mittlere oder Lignit führende und untere oder thonigsandige Gruppe (Schlier).

Die oberste, die Schotterschichte, besitzt eine ziemlich mächtige Entwicklung und zeigt nur geringe Spuren von Übergängen in mehr gebundenem Schotter, Conglomeratbänke scheinen in derselben sehr spärlich vertreten zu sein und sind von minderer Qualität. Die einzelnen Schotterfragmente bestehen vorwiegend aus Quarz, Gneis, Granit, Kalk, und besitzen nahezu durchgehends eine geringe Grösse, was als Charakteristik dieser Geschiebsablagerungen dienen kann, nebst ihrer starken Abrundung der Flächen. Beide Momente lassen diese Schottergebilde als tertiär erkennen.

Diese Schotterablagerungen sind dann meist durch Infiltration von eisenhaltigen Wässern bräunlich oder gelb gefärbt. Das Liegende dieser Schotterschichten im Haupt-rücken bildet nun die eigentlich Lignit führende Schichte. Zu

oberst liegt ein blauer Thon von geringer Mächtigkeit, der zugleich das Hangende des ersten Lignitflötzes ist, welches oft bis zu 0.5 M. Mächtigkeit besitzt und von demselben Thon nach unten abgeschlossen wird. Unter diesem von blauem Thon eingeschlossenen ersten Lignitflötz liegen dann entweder mehr schotterige oder wellsandartige Gebilde in dünnen Lagen wechselnd, in einer Gesammtmächtigkeit von ca. 12 M. und darüber und schliesst nach unten eine Lage von gelbem Lehm an, der von blauem Thon unterlagert wird, welcher das Hangende des zweiten Lignitflötzes bildet. Die Mächtigkeit des zweiten Flötzes beträgt oft mehr als 4 M. und wird im Liegenden wieder von einem blauen Thon abgeschlossen, in welchem das dritte, letzte Kohlenflötz liegt, welches auch oft eine Mächtigkeit von 3 M. erreicht. Die Grenze zwischen den Lignit führenden und den unteren thonig-sandigen Gebilden wird dann durch eine ziemlich mächtige gelbe oder weisgraue Thonschichte gebildet.

Die Lignite wechseln in Beziehung ihrer Farbe zwischen lichtbraun bis schwarz, der Bruch ist faserig, in den lichter Partien muschelig, ebenso erscheint oft die Structur vollkommen und lassen sich Stammquerschnitte erkennen, welche linsenartige Verdrückungen zeigen.

Öfters erscheinen auch dünne Lagen von mehr blättrigen und stengeligen Pflanzenüberresten, welche vollkommen in Harzgruss eingebettet sind, in welchen wohl auch Harz selbst, aber seltener in grösseren Stücken eingeschlossen ist. Bei Verlust der Bruchfeuchte und unter Einwirkung von Frost zerfällt die Kohle vollkommen in kleine Stücke, ebenso bei trockener Desillation derselben.

Die Lignitflötze bilden auch nach ihrer Lage die wasserführende Schichte, da sie beiderseits von Thonen eingeschlossen sind, welche durch die Thalbildungs-Bewegungen unterbrochen, theils untereinander, theils mit den Schottergebilden in Verbindung stehen, daher die Lignite im Gebirge einen grossen Feuchtigkeitsgrad besitzen.

Nach unten, sowie oben bilden diese Lignitflötze ein mehr thonhaltiges, zäheres, aber weniger verwendbares Material, was wohl den Einflüssen der im Hangenden und Liegenden befindlichen Thone bei der Ablagerung zuzuschreiben ist. Unter dieser Lignit führenden Schichte treten dann die früheren Schichten an Mächtigkeit weit überreichenden thonigsandigen Gebilde auf, die oft dünne Einlagerungen von rein thonigen Substanzen besitzen. Zu unterst, als Abschluss, erscheint eine festere, stark thonige Schichte, der eigentliche Schlier. Es sind somit alle Gemengtheile der Ablagerungsproducte der unteren dritten Schichte als gleich anzusehen und ist der Unterschied nur in der Vertheilung derselben in Beziehung ihrer Quantität zu suchen.

Alle diese Gebilde von der dritten bis zur ersten, obersten Schichte, zeichnen sich durch eine vorherrschend horizontale Ablagerung aus und es erscheinen oft nur geringe wellenartige Neigungen, welche aber schon späteren Einflüssen zuzuschreiben sind.

Ich will somit nach dem Vorhergegangenen versuchen, den charakteristischen Schnitt des Hausruckgebirges in Fig. 51 zu geben:

Diese Schichten kommen in grosser Ausdehnung vor, das vollkommene Profil jedoch nur am Hausruckgebirge, während in der Umgebung desselben als oberste Lage der Schlier allein erscheint, die übrigen beiden Schichten 1 und 2 entfernt sind, ohne aber die Höhe von 618 M. zu erreichen. Es sind somit die Gebilde der dritten Schichte auf ein bedeutendes Gebiet ausgedehnt, während die erste und zweite speciell über jene Theile des Hausruckgebirges ausgebreitet vorkommen, welche die Höhe von 618 M. überdem Meeresspiegel überschreiten und beträgt zu unterst circa eine Quadratmeile.

Es lässt sich daher aus diesem Becken das ganze Becken als zusammenhängend erkennen, und das Hausruckgebirge als vollkommener Rest der an dieser Stelle entwickelten Neogenformation ansehen.

Diese in der Natur an der Oberfläche der Erde bestätigte Annahme wird aber durch einen die Thalbildung charakterisirenden Schnitt ebenfalls vollkommen unterstützt. Werfen wir einen Blick auf das bei Thomasroith aufgedeckte Profil (Taf. 22, Fig. 1) des Hausruckgebirges, so werden die später stattgehabten Bewegungen, resp. Abführungen der Schichten 1 und 2, bei dem Rücktritt der Gewässer vollkommen klar.

Es können daher nach diesen, auch in tieferen Lagen als 618 M. Fragmente der Schichte 1 und 2 erscheinen, jedenfalls aber nur als abgeflossene und nicht an dieser Stelle vom Wasser abgelagerte Massen.

Die Art und Weise der Ablagerungen, sowie deren Perioden, sind auch noch durch eine weitere Aufdeckung, welche durch den Bahnbau erfolgte, erklärbar.

In der Strecke Kilometer 123—130 wurde eine horizontale Schichte im Schlier aufgedeckt, in welcher Meeresthiere abgelagert wurden.

Ich fand zuerst die Schichte bei Racking Kilometer 12<sup>3</sup>/<sub>4</sub>, aus welcher ich leider nur wenig erhaltene Reste erhielt, da vorzüglich zu oberst viele Gastropoden vorhanden waren, welche aber alle wegen ihrer zu dünnen, sehr weichen, nahezu vollkommen aufgelösten Kalkschalen, keine kenntlichen Reste lieferten. Besser erhalten fand ich speciell in einer dünnen, mehr sandigen Schichte *Pecten denudatus* und kleine *Haizähne*.

Durch dieses Vorkommen aufmerksam gemacht, suchte ich über der Wasserscheide nördlich von derselben in der gleichen Höhe 570—576 M. und fand selbe bei Wappelsham, Kilometer 130, wieder, was die horizontale Ablagerung noch präciser nachweist, als die Lignitflöze, da in letzteren durch

jüngere Bewegungen, gerade am Austritt aus dem Gebirgsstocke, viele Unregelmässigkeiten vorkommen.

In dieser correspondirenden, mehr sandigen Schichte, welche auch in Beziehung ihrer Gemengtheile mit der von Racking vollkommen gleich erscheint, fand ich ebenfalls *Haizähne*, *Pelina ottnangensis*, *Pecten denudatus* etc.

Es ist somit diese Schichte in der Höhe von 570 bis 576 M. als die einer grösseren Pause der Ablagerungen zu betrachten, worauf ein erneuerter Schlierabsatz erfolgte.

Dass eine gewaltige Bewegung und Strömung des Wassers mit Ausnahme der Zeit des Entstehens der versteinierungsführenden Schichte stattgefunden hat, ist aus den gleichförmigen, sehr feinen Gemengtheilen des Schliers zu ersehen. Es ist nur der Quarz vorhanden, welcher der Strömung der Wogen und der Brandung insoweit Stand hielt, dass er sich in Form von Körnern erhielt, alle übrigen Bestandtheile, wie Glimmer, talkige und thonige Gesteine etc., sind nur in ganz feiner Pulverform erhalten.

Erst gegen Ende der Schlierablagerung, resp. mit Beginn der Ablagerung der Schichte 1 und 2, scheint eine mehr ruhige Bewegung, vielleicht nur mehr Strömung, vorhanden gewesen zu sein, was auch im Rücktritt der Wassertiefe zu suchen sein wird, da daselbst auch Kalke und weichere Gesteins-Gattungen, zwar selten, aber doch als Geschiebe erhalten sind.

Im Übrigen herrschen auch im Geschiebe der Schichte 1 Quarz, Granit und Gneis vor.

Nach dieser gegebenen allgemeinen Charakteristik des Hausruckgebirges will ich auf die Durchtunnelung desselben näher eingehen.

Die Bahntrasse liegt unmittelbar unter dem letzten Lignitflötz und die verticalen Abstiche von demselben bis zur Firste des Gewölbes der Tunnelausmündung betragen ca. 4—6 M.

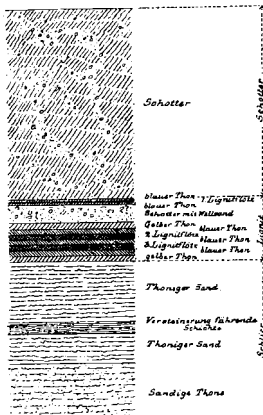
Da nun das ganze Vorkommen von Kohle am Hausruck im Besitze der Traunthaler Kohlegewerks-Gesellschaft sich befindet, so musste die Einlösung desjenigen Theiles des Flötzes in der Umgebung des Tunnels erfolgen, welcher zur Sicherung des Objectes unbenutzt stehen gelassen werden musste.

Die politische Begehungs-Commission bestimmte einen Schutzstreifen von 20 M., somit beiderseits der Achse 10 M., welche in das Eigenthum der Bahngesellschaft übergang, ohne jedoch auf die Frage der üblichen Betriebsführung der Gewerksschaft näher einzugehen.

Der Tunnel wurde begonnen und etwas später eröffnete auch die Gewerksschaft unmittelbar in der Nähe des Einganges neue Abbaufelder durch Vortrieb von Ausrichtstollen, welche in der Karte (Taf. 21, Fig. 1) als Segengottes- und Arco-Stollen bezeichnet sind.

Der Betrieb des Tunnels war nach dem belgischen System eingeleitet, man führte aber dasselbe nicht rein durch, indem man den Sohlenstollen nachtrieb, um für den Fall der Aufdeckung einer grösseren Beeinflussung des Gebirges durch Wasser auf ein anderes Betriebs-System übergehen zu können, andererseits um eine günstigere Materialförderung zu erzielen, indem in diesem Falle die Kosten eines Stollens in dem sandig-thonigen, leicht zu gewinnenden Materiale, sich auf ganz geringe Summen reducirten.

Fig. 1.



Zu dem Zwecke einer rascheren Inangriffnahme, nachdem beiderseits an den Tunnelmündungen ziemlich lange Voreinschnitte notwendig, wurden an beiden Portalen Schächte abgeteuft.

Die Gebirgsverhältnisse zeigten sich bei dem Vordringen des Firststollens als überaus günstige, indem man mit demselben zwar die in unmittelbarer Nähe, der zum Theil aufgeweichten, den Lignit einschliessenden Thone unterfuhr, dieselben direct aber mit dem Stollen nicht berührte. Ein weiteres Hauptmoment, welches schon durch den Firststollen constatirt wurde, und was auch sehr beruhigend für die Bauausführung, war, dass durchgehends das Gebirge, mit Ausnahme der Mündungen, ganz trocken vorgefunden wurde. Es ist hiemit auch constatirt, dass in der unterfahrenen Strecke das Lignitflötz nicht alterirt war, somit sich in einem continuirlichen Zusammenhang befand.

Bei genauer Untersuchung der einzelnen Gebilde, welche durchfahren wurden, zeigte sich, dass man kein vollkommen gleiches Material der ganzen Länge des Stollens nach aufgedeckt hatte, besonders nach Aufschluss des Sohlenstollens.

Wie aus dem geologischen Längenprofil (Taf. 23) zu ersehen, ist in dem festen grünen Schlier eine ziemlich mächtig thonige Sandschichte, welche von reinen Thonadern durchzogen ist, eingelagert. Im nördlichen Tunneltheile berührte man an der Firste noch eine dritte Schichte von blauem festen Schlier.

Der ganze Betrieb für den Tunnel war ein sehr einfacher. In den mehr sandigen Schichten wurde das Material mit der Haue gewonnen und verlangte nur eine ganz einfache Abböschung. Im Schlier benützte man für den Stollenvortrieb das Schremmverfahren, indem man beiderseits an der Stollenwand möglichst dünne Schlitzvortriebe, zwei bis drei Bohrlöcher mittelst eines gewöhnlichen Holzbohrers in den Kern abbohrte, welche nach Abspregung den ganzen Kern lösten.

Die Ausweitung der Calotte wurde in Längen von 6 M. durchgeführt und die Materialförderung nach dem Sohlenstollen durch ein Schuttlloch in der Aufbruchstrecke eingeleitet. Der weitere Ausbruch und die Unterfangung der Widerlager folgt in entsprechender Entfernung nach, so dass dem Gewölbe eine gewisse Zeit zur Consolidirung blieb. Die Unterfangung der Widerlager wurde nur auf Strecken von 3 M. Länge vorgenommen.

Nach den gestellten allgemeinen Bedingungen für den Bau der Salzkammergutbahn, konnten in vollkommen trockenen Tunnelstrecken Ziegel von vorzüglicher Qualität in Verwendung kommen, da in Beziehung der Stipulirung dieser Bedingungen, schon auf den gänzlichen Mangel an bauwürdigen Steinen am Haysruckgebirge und der nächsten Umgebung Rücksicht genommen wurde.

Die beobachtete Trockenheit des Gebirges, wie selbe im Firststollen aufzutreten, änderte sich auch während des Vollausbruches nicht, und erst nach Vollendung der Mauerung zeigte sich an einigen Ringen gegen das südliche Portal zu, ein grösserer Feuchtigkeitsgrad, ein Zuzug geringer Wasseradern.

Es gelangte somit das Mauerwerk für den ganzen Tunnel, mit Ausschluss der Portale und einiger Ringe am

nördlichen Ende, anschliessend an das Portal, wo gleich von vorneherein ein grösserer Wasserzuzug beobachtet wurde, in Ziegeln zur Ausführung. Man hatte auch in unmittelbarer Nähe des Objectes grosse Thonlager von vorzüglicher Qualität für die Ziegelfabrikation, nur fehlte es an der richtigen Abwicklung der Fabrikation für einen so grossen Bedarf, um dem raschen Fortschritt nachzukommen.

Es genügten somit, aus vorher angegebenem Grunde, die in unmittelbarer Nähe gelegenen Bezugsquellen an Baumaterial nicht, und mussten aus einem ziemlich weiten Bereiche alle bestehenden Bezugsorte in Verwendung gezogen werden. Die Arbeiten im Tunnel verliefen ungemein rasch, ohne gerade forcirt zu werden, und wäre das Object weit früher seiner Vollendung entgegengeführt worden, wenn nicht der stete Mangel an geeigneten Ziegeln auf den Fortschritt hemmend eingewirkt hätte.

Der rasche Fortschritt im Stollen, welcher als Monatsleistung im Durchnitte pro Tag als Maximum 4.41 M. betrug, der ohne besonderen Einbau vorzunehmende Ausbruch und die erleichterte Mauerung durch die Verwendung von Ziegel als Baustein, ebenso das combinirte Betriebs-System, welches in dem Falle nicht ohne besonderen Vortheil angewendet wurde, ermöglichten eine ungemein leichte und billige Arbeit. Es war zwar die ursprüngliche Idee, die Anwendung des reinen belgischen Systems für diesen Fall eine sehr gewagte, da im Vorhinein mit Bestimmtheit diese überaus günstigen Momente, welche eingetreten sind, nicht für die Bauausführung angenommen werden konnten und man sich auf schwierigere Verhältnisse gefasst machen musste; man zögerte somit auch nicht lange, den Sohlenstollen baldigs nachzutreiben, um für alle Fälle gesichert zu sein.

Die Beschaffenheit der einzelnen aufgefahrenen Schichten gegenüber der Bauausführung äusserte sich nun verschieden.

In dem Schlier zeigte sich während der Berührung mit der Luft nur ein Ausschälen, was wohl in der Veränderung des Grades der Bruchfeuchte seine Ursache hat, es war jedoch selbst diese Erscheinung eine sehr geringe und nur dann zu beobachten, wenn das Gebirge sehr lange ohne Abschluss stand.

Anders verhielt sich der Sand mit den eingelagerten Thonlamellen, indem an einigen Stellen, als der Sohlstollen vorgetrieben war, ein Auftrieb der Sohle im Firststollen stattfand. Es dürfte dieser Auftrieb jedoch nicht allein in einer Blähung des Thones in den Lamellen zu suchen sein, sondern auch in dem Einsinken des Stollens selbst durch den Druck von oben, indem die Sohlenschwellen schwach gehalten waren.

Um diesen Erscheinungen, welche, wie bemerkt werden muss, nur in ganz geringem Grade sowie Ausdehnung aufgetreten waren, Rechnung zu tragen, wurde in diesen Partien die Type 4 angewendet, im Übrigen gelangte ausser an den Tunnelmündungen, wo gleichfalls Type 4 in Anwendung kam, nur Type 3 zur Durchführung.

Die Mauerstärken für die Anwendung von Ziegel sind aus folgender Tabelle zu entnehmen, unter Beibehaltung der Skizze Fig. 50.

Tabelle der Mauerstärken (für Ziegel als Baumaterialie).

Type	In Metern			Anmerkung
	a	b	c	
3	0.60	0.60	0.60	
4	0.75	0.75	1.14	
5	0.75	0.90	1.29	mit Gewölbsabsatz unt. 45°.
6	0.80	0.90	1.04	Sohlengewölbe 0.45 stark.

Später beobachtete man in den in dem Längenprofile angedeuteten Strecken gleichfalls in der Schichte vom thonigen Sand mit Thonadern gelegen, ein geringes Hereinschieben des Fusses der Widerlager, sowie ein geringes Einsinken derselben, was hauptsächlich der schmalen Dimension des Fusses des Profiles zuzuschreiben war. Um diesem Übelstande, der auch einige geringe Auswechslungen der Widerlager bedingte, ein Mittel entgegenzusetzen, wurde in den schwächeren Mauerungstypen eine Sohlengurte nach Fig. 52 eingezogen. In diese letzteren Verhältnisse konnte wohl keine vollkommene Klarheit gebracht werden, da ein Theil dieser Verengungen des Lichtprofils, wie erwiesen, in ursprünglich schlechter Anlage seinen Grund findet, es ist somit die Grenze des einen und des anderen schwer zu ziehen.

In den Ringen, wo die Mauerungstyp 4 zur Anwendung gelangte, wurde die Sohlengurte entsprechend der Type 6 mit 0.45 M. Stärke durchgeführt.

Die Ausmauerung der Tunnelröhre, welche in den angewandten Dimensionen die grösste Sparsamkeit zeigt, wird nun für normale Zwecke ausreichen, besonders wenn etwa kein Übersehen über eine weitere Veränderung im obigen Sinne eintritt und denselben rechtzeitig entgegenwirkt wird.

Um dieses zu erhärten, erwähne ich nur, dass der Schlier eine grosse Beständigkeit an der Luft zeigt, sobald er von einer directen Berührung mit Wasser geschützt ist. Man hat das beste Beispiel an den von der Kohlegewerkschaft zwischen der Kohlengrube bei Wolfsegg nach Breiten-schützing führenden Kohlenbahn ausgeführten Tunnel. Es liegt derselbe in den tieferen Schlierschichten gegen 100 M. unter dem Lignitflötz und ist im Innern desselben in den mittleren Theilen nur die Kappe verkleidet. Die Widerlager aus Schlier, mit wenig zwischenlagernden Thonschichten, sind seit ihrem 25jährigen Bestand ziemlich gut erhalten gewesen, als ich das Object besichtigte. Anders ist es jedoch, wenn die in unmittelbarer Nähe liegenden Lignitflätze zum Abbau gelangen.

Wie bereits erwähnt, wurde bei der Begehung der Trace von der Commission ein Schutzstreifen von 20 M. angeordnet und ergibt sich hieraus, wie aus der Fig. 53 hervorgeht, eine Entfernung von 6.9 M. vom äusseren Profile des Tunnels bis zu der Abbaugrenze.

Entwickelt man sich aber die ganze Sachlage mit Rücksicht auf die gewohnte Abbaumethode der Gewerkschaftsgesellschaft, so werden diesbezüglich Bedenken über die künftige rationelle Lösung nicht unbegründet sein, wenn

alle Verhältnisse genau in Erwägung gezogen werden.

Um nun diess zu ermöglichen, führe ich vorerst die Art des Abbaues, sowie die dabei gewonnenen Erfahrungen über die Einflussnahme derselben auf die nächste Umgebung in den Kohlenbergbauten an.

Die Eröffnung eines Feldes erfolgt durch eine Hauptstrecke (Hauptstollen), von welcher aus eine Gliederung des Flötzes bis zu Pfeilern von 3—5 M. Seitenlänge (Fig. 54)

vorgenommen wird. Nach Vollendung der Gliederung wird Pfeiler für Pfeiler herausgenommen und bedient man sich hierbei der in Fig. 55 dargestellten Abbaumethode. Wäre in Fig. 55, c ein derartiger Pfeiler, so beginnt man von einer Ecke aus, in der Diagonale fortschreitend, zuerst mit dem Abbau der V. und VII. Leg, successive nachgehend mit der Bodenfussleg.

Der Bergmann theilt nämlich das ganze Flötz in die aus dem Diagonalschnitt ersichtlichen und mit römischen Ziffern bezeichneten Legen ein. Eine Leg besitzt je nach der Mächtigkeit des Flötzes ca. 15—20 Cm. Stärke, dies gilt für die im Hangenden gelegenen, von Stollen aus werden sie in mächtigere Schichten getheilt. Die arabischen Ziffern bezeichnen den successiven weiteren Fortgang der Arbeit.

Man geht dann am Ende in's Hangende über und keilt eine Leg (IX, X, XI, XII) nach der andern, je nach dem Losreissen und Öffnen der Schichten, von einer oder der anderen Seite ab.

Wie dann die örtlichen Verhältnisse ergeben, wird gleich beim Beginne des Abbaues oder erst bei der Abnahme der oberen Legen eine Abbölung nothwendig und man bedient sich hiezu verticaler Stempeln (Orgeln). Ist das

Fig. 53.

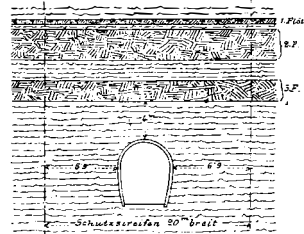


Fig. 52.

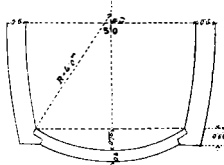


Fig. 54.

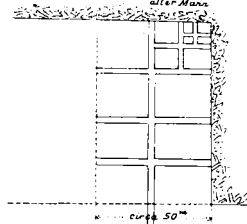
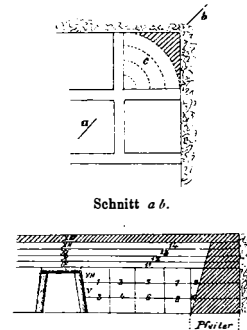


Fig. 55.





Gebirge unruhig, so gelingt es dem Bergmann nicht, die ganze Kohle auszubeuten und ist selber gezwungen, an dem entgegengesetzten Ende gegen den alten Mann (bereits abgebautes und zum Verbruche gekommenes Gebirge) einen Pfeiler von ca. 2 M. Seitenlänge stehen zu lassen.

Die XIII. Leg wird aber immer belassen und dient zur Übertragung des Firstdruckes auf die Orgeln.

Nachdem die XII. Leg abgebaut ist, werden die seitlichen Stempeln (Orgeln) nach Thunlichkeit rückgewonnen und so der Druck im Hangenden auf einzelne wenige übertragen, die dann bei festerem Gebirge umgeschlagen, bei wenig festerem zuerst gelockert und dann mittelst angelegtem Seile umgerissen werden.

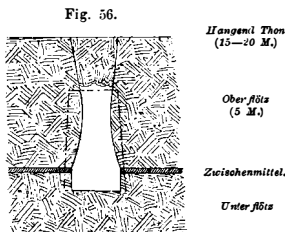
Bald nach Entfernung der Orgeln verbricht der First, das ganze Hangende stürzt ein, erfüllt den abgebauten Raum und es tritt in 1—3 Tagen, je nach den localen Verhältnissen, eine vollkommene Comprimirung der verstürzten Masse (alter Mann) ein, so zwar, dass schon in den nächsten Tagen oder folgenden zwei Tagen die Arbeit in dem anschliessenden Pfeiler wieder in Angriff genommen werden kann. Diess der allgemeine Vorgang bei dem Abbaue der Flötze im Hausruckgebirge.

Um einen Einblick in die Verhältnisse der Einwirkung des verbrochenen Gebirges (todten Mann) auf einen Streifen, ähnlich den zukünftigen Schutzstreifen für den Tunnel, zu erhalten, besuchte ich die Abbaue des Vizenzi-Stollen in Thomasroith, da in der zweiten Parallele ein schmaler, prismatisch vorgeschobener Theil in bereits abgebautem Gebirge eingriff. Der genannte Pfeiler, ca. 50 M. breit, ist in dessen Mitte von einem Förderstollen durchsetzt, von welchem die Abbauten geführt werden.

Ich erwähne hiebei, dass die Einflussnahme der Kräfte auf diesen Pfeiler eine grössere ist, als sie in den Schutzstreifen auftreten können, indem die Gliederung durch die Stollen jedenfalls auch einbezogen werden muss. Jedoch wird sich so Manches hieraus für den vorliegenden Fall entnehmen lassen.

Auch rührt dieser noch unabgebaute Theil von einem früher unrationell eingerichteten Betrieb her, indem man später gleichmässig in einer Parallelen vorwärts ging, um sich keinen unnötigen Druckäusserungen auszusetzen. Die Einwirkungen des alten Mannes auf diesen vorgestreckten Kohlenpfeiler waren nun sehr starke und nehmen gegen das Ende desselben riesig zu.

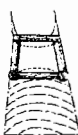
Es zeigt sich in den vorderen Theilen eine starke Beeinflussung des Flötzes durch Auftreten von grossen Spalten, später ein Zusammenschieben des Stollens in Beziehung seiner Breite (Fig. 56), ein Abtrennen des Firstes und ein Auftreiben der im Liegenden des Flötzes befindlichen Thone, wenn die schützende Schichte des Unterflötzes von geringerer Mächtigkeit ist.



Eine weitere Skizze über die Grösse der Einflussnahme des alten Mannes führe ich in Fig. 57 vor.

Zuerst stand der Stollen rein in Kohle ohne Bölzung, dann wurde durch den Sohltrieb der halbe Stollen ausgefüllt, und nach Einziehung der Bölzung war selber kaum mehr zu erhalten.

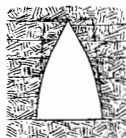
Fig. 57.



Die zweite Einfahrt, welche ich von Thomasroith aus machte, war vom Josefa-Stollen nach dem Josefa- und Johanni-Verbindungsstollen zu den südlichen Ausbissen und führte ebenfalls durch einige sehr druckreiche Stollen, welche als Förderstollen und recht erhalten werden mussten. Die einzelnen Strecken sind trotz ziemlicher Entfernung vom verstürzten Gebirge mit Gesperren Mann an Mann gezimmert und einer constanten Auswechslung unterworfen, um die bedeutende Beeinflussung zu paralyisiren.

Im Johanni-Hauptstollen fand sich noch eine erwähnenswerthe Verdrückung des Stollens vor, welche ich in Fig. 58 skizzire.

Fig. 58.



Es liegt daselbst der Stollen ganz in Kohle ohne Bölzung und zeigte sich bald durch ein Ausbeissen am First ein Ausbröckeln, später ein Zusammengehen des Firstes.

Der Abbaue der Ausbisse des Lignitflötzes nach aussen ist natürlicher Weise noch schwierigeren Verhältnissen unterworfen, da daselbst das Flötz ohne Zusammenhang, und mehr taubes Gestein führend, auftritt.

Im Übrigen kann noch bemerkt werden, dass die Gebirgswässer sehr wechselnd auftreten und es nicht zu Seltenheiten gehört, dass grössere Wasserbecken aufgeschlossen werden, die momentan sogar ausgedehntere Grubentheile überschwemmen.

Ich fand theilweise Spuren von solchen Verschlämmungen, die bis 0.60 M. über die Stollensohle reichten.

Bevor ich die Beobachtungen, welche ich in den Werksanlagen zu Thomasroith machte, abschliesse, möchte ich noch jene Erscheinungen berühren, welche durch den Abbaue des Flötzes, gegenüber der Oberfläche des Gebirges daselbst zur Äusserung gekommen sind.

Durch das allmähliche Nachsitzen der zu Verbruche gelangten Gebirgsmassen tritt, je nach der Beschaffenheit der über den Flötzen sich lagernden Thone und Schottermassen, sowie der Lage der Verbruchsstelle ein gleichmässiges Einsinken bis an die Oberfläche ein, oder es bilden sich grössere Trennungen, die zu Gebirgsabsitzungen Anlass geben können.

Ein diese Verhältnisse besonders charakterisirender Fall ist auf Taf. 22, Fig. 2 skizzirt, und bildet selber das Resultat von Verbrüchen älterer Abbaue.

Der Gebirgsschnitt ist näherungsweise in der Richtung von Zell nach Thomasroith genommen und entstand die Absitzung hauptsächlich dadurch in dem Maasse, dass man vorerst die Ausbisse abbaute, den Betrieb von aussen nach innen einleitete.

Es wurde durch diesen Vorgang die Bewegung des Gebirges an den Ausbissen erzeugt, durch deren Fortschreiten

die Absitzung mit dem Abbau weitergriff und sich bis an den Gipfel des Gebirgsstockes erstreckte. Die ganze Masse fliesst nun aufgeweicht durch die Tagwässer förmlich als Brei ab, und erstreckt sich schon sehr nahe an das Gehöfte Schwarzland.

So weit ich mich orientiren konnte, geht man derzeit jedoch in der Weise vor, dass man mit dem eigentlichen Abbau im Innern beginnt und dann erst den Abbau gegen die Ausbisse vornimmt, nachdem sich die ganze Arbeit wie auch die Erhaltung der Förderstellen einfacher gestaltet.

Wenn auch dieses Beispiel vereinzelt dasteht, so muss doch daran erinnert werden, dass es ein Resultat der ältesten Abbaue ist, somit die Zeit vorhanden war, sich vollends zu entwickeln, an weiteren Stellen sind, wenn auch nicht so bedeutende, so aber in hohem Grade merkliche Bewegungen an der Oberfläche durch diese Verbrüche zu beobachten.

Ich konnte dann meine Studien noch weiters auf das Werk in der Nähe von Wolfsegg auf die Kohlgrube ausdehnen. Die Flözte zeigen daselbst gegen das südliche Ende des Gebirgsstockes eine mehr wellenartige Ablagerung und eine Zunahme des Zwischenmittels der beiden unteren Flözte.

Wenn auch nicht von bedeutenden Höhenunterschieden der einzelnen Wellen gesprochen werden kann, so bedingten selbe doch eine eigene Anlage für die Entwässerung der Abbaue, um den einbrechenden Wässern einen raschen Abzug zu verschaffen.

Nebst diesem Factor, welcher den Betrieb gegenüber dem nordöstlichen Theile der Ablagerung erschwerte, tritt hier noch der Umstand ein, dass durch das grössere Zwischenmittel der beiden unteren Flözte jedes Flötz für sich abgebaut werden muss.

In den älteren Zeiten dieses Bergbaues wurde nur auf das untere Flötz gebaut, da man erst später durch die Anlage eines Ventilationsschachtes von dem oberen Flözte Kenntniss erhielt, sodann wurde ausschliesslich das obere abgebaut, nachdem es das mächtigere war, anderseits jedoch auch um später das liegende Flötz leichter gewinnen zu können.

Nach den damaligen Bedürfnissen der Grube waren zwei Entwässerungsnetze angelegt, beide liegen im Unterflötz (Fig. 59) und erscheint deren Anlage gleich für eine spätere Ausnützung bei dem Aufschluss des Unterflötzes berechnet.

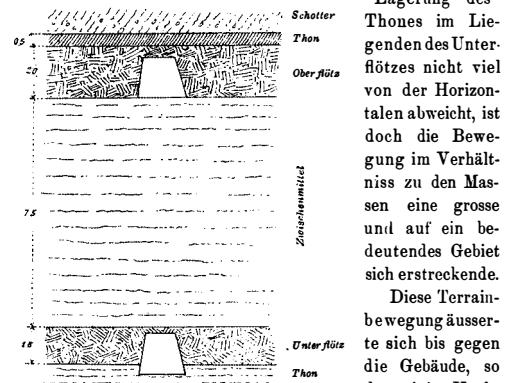
Die Ableitung der Wässer nach dem Entwässerungs-Stollen geschieht dann entweder in eigens angelegten Schächten, meist aber mittelst Bohrlöcher, die mit Holzrohren ausgebücht werden.

Die ältere Entwässerungs-Anlage ist nun in Folge der Abbaue im Hangenden der Gliederung des Gebirges durch die Stollen seitwärts von jeher bedeutenden Druck-äusserungen ausgesetzt gewesen, welche sich in erster Richtung als starker seitlicher Druck äusserten. Erst später, wie es scheint, durch das Fortschreiten des Abbaues nach aussen, zeigte sich auch ein gewaltiger Schub in der Richtung der Achse des Stollens, somit von Berg gegen Thal, der mit Abnahme der Stärke des noch im Gebirge stehenden Oberflötzes zunahm. Es wurde bald die Ursache

dieser momentan eingetretenen Bewegung thalabwärts in einem langsamen Abgehen der ganzen Gebirgsmasse zwischen dem abgebauten Flözte und der Strasse auf der unter dem letzten Flözte gelegenen Thonschichte gefunden.

Um die Gewerksanlage nicht zu gefährden, wurde der weitere Abbau gegen den Ausbiss des Kohlenflötzes eingestellt, trotzdem an dieser Stelle noch ein unberührter Schutzstreifen von 100 M. vorhanden war. Die Offenhaltung des Entwässerungs-Stollens wurde immer ungünstiger und nur mehr mit grossen Kosten möglich, was die Gewerkschaft veranlasste, denselben mit Kohle als Sickermittel auszubauen. Das Mundloch des Stollens wurde bis auf Ausparung eines Wasserabzugs-Canales durch eine starke Mauer abgesperrt.

Fig. 59.



Obleich die Lagerung des Thones im Liegenden des Unterflötzes nicht viel von der Horizontalen abweicht, ist doch die Bewegung im Verhältniss zu den Massen eine grosse und auf ein bedeutendes Gebiet sich erstreckende.

Diese Terrainbewegung äusserte sich bis gegen die Gebäude, so dass einige Hoch-

bau-Objecte stark mitgenommen und auch demolirt werden mussten.

Wenn auch diese Vorkommnisse auf die Verhältnisse des Hausruck-Tunnels nicht direct übertragen werden können, nachdem nebst der theilweise geänderten, für den Hausruck-Tunnel günstigeren Ablagerung der Gebirgsmassen, bedingt durch die geringe Mächtigkeit des Zwischenmittels, des Nichtvorhandenseins einer zur Abschiebung geeigneten Lage von Thon im unteren Flötz, im Ganzen eine bessere Situation vorliegt, so ist doch durch dieses Beispiel weiters constatirt, welche grosse Bewegungen, die selbst für tiefere Lagen noch empfindlich, geschaffen werden können.

Die zweite Entwässerungs-Anlage, die neueren Datums ist, welche die gegen Wolfsegg gelegenen Abbaue entwässert, studirte ich im Lorenz-Unterbaustollen.

Es ist gerade dieser Stollen (Taf. 21, Fig. 2) für den vorliegenden Fall von Werth, da die Lage desselben, wie aus dem Schnitte hervorgeht, die Beurtheilung der Einwirkung des abgebauten Gebirges gegenüber einem im Liegenden befindlichen Hohlraume (Lorenz-Unterbaustollen) erlaubt.

Obleich der Stollen erst sehr kurze Zeit bestand, so waren in einzelnen Partien doch schon an den Gesperren merkliche seitliche Schubäusserungen vorhanden, die meiner Ansicht besonders gegen Eingang von dem oberhalb gelegenen

Lorenz-Stollen herrührten, nachdem ich, der Lage desselben entsprechend, der Hauptsache nach bis zur Kreuzung des Letzteren mit dem Lorenz-Stollen einen Schub von rechts nach links constatiren konnte, während von der Kreuzung der Stollen (in verticaler Richtung) gegen das Gebirgsinnere zu, die theilweise entgegengesetzte Richtung des Schubes zu beobachten war.

Es wird bei weiterem Fortschreiten des Abbau-Feldes ohne Zweifel der Schub desselben alle anderen Kräfte parallelisiren und überwältigen, umsoher, als gegen den Unterbaustollen eine Welle einschlägt. Neben dem seitlichen Schub konnte auch ein ziemlicher Achsenshub in der Richtung gegen Thal constatirt werden.

Wenngleich die damals zu beobachtenden Druckäusserungen im Lorenz-Unterbaustollen noch keinen vollkommen klaren Einblick in die Verhältnisse der Bewegungs-Erscheinungen zuließen, so ist doch die schädliche Einwirkung auf einen Hohlraum mit Rücksicht auf das schon früher Angeführte in einer Tiefenlage von 6—7 M. auf Grund der gemachten Wahrnehmungen, selbst auf grössere Entfernung von den Abbauten, sicher anzunehmen.

Indem ich im Vorhergehenden den Flötz-Abbau mit seinen Consequenzen im Maximum deren Auftreten geschildert habe, führe ich im Weiteren noch das Bild des damaligen Betriebsplanes der Abbaue am Hausruck-Tunnel vor. Der Schutzstreifen soll durch die Gliederung der beiden anschließenden Grubenfelder der ganzen Länge nach mit einer Parallele abgegrenzt werden und sobald die Ausrichtung nach dem gleichen Betriebssystem wie im Werke zu Thomasroith vollendet ist, mit dem Abbau von der Mitte des Gebirgsrückens nach aussen begonnen werden. Führt man sich nun alle einschlägigen Beobachtungen vor Augen, so wird bei Erwägung derselben, sowie des Umstandes, dass die Kohlenflöze zugleich die wasserführenden Schichten sind, sich kein günstiges Zukunftsbild für den Tunnel herausstellen.

Man einigte sich, die ganze Frage einer Commission zu unterbreiten, bestehend aus Sachverständigen und allen sonst dabei Interessirten, welche aber keine endgiltige Entscheidung herbeiführte, indem die Sachverständigen vor Aufschluss des ganzen Gebirges in der Nähe des Schutzfeilers nicht bestimmte Anordnungen treffen wollten.

Es wurde insoweit eine Einschränkung des Bergbaues erzielt, dass die Ausrichtungs-Stollen 10 M. vom Schutzfeiler zurückzutreten haben und auf 20 M. vom Schutzfeiler keine Verritzung des Liegenden unter dem unteren Flötze stattfinden dürfe, sowie dass die Gebirgs-wasser regelrechte Ableitung finden.

Um sich nun über jedwede Einflussnahme der Abbauten gegenüber dem Tunnel sicher zu stellen, wurde jeder Tunnelring auf die Achse durch genaue Messungen (Fig. 60) fixirt und durch periodisch sich wiederholende Beobachtungen untersucht.

Nachdem die Lösung der Frage noch eine offene, will ich dieses Capitel abschliessen, umsoher, als der Stoff,

welcher für die vorliegende Aufgabe zu bearbeiten war, entsprechend ausgenützt sein dürfte.

Es kommt nur noch Einiges über die Entwässerung des nördlichen Voreinschnittes nachzutragen.

Wie bekannt, bilden die Lignitflöze zugleich die wasserführenden Schichten und nachdem dieselben am nördlichen Ende des Tunnels durch den Voreinschnitt direct berührt wurden, musste man, um ein Ergiessen der Wässer in den Voreinschnitt selbst zu vermeiden, eine Entwässerung dieser Ausbisse vornehmen.

Um diess zu bewirken, wurde 50 M. hinter dem Portal in der Achse ein Schacht bis zu dem unteren Flötz abgeteuft und in beiden Flötzen vom Schacht aus nach rechts und links Stollen getrieben, wobei der untere seiner Lage nach gleich so angelegt wurde, dass er als Wasserabfuhrungs-Stollen bis zu Tag, ausser dem Bereiche des Voreinschnittes, dient.

Die Ausschlichtung dieses Entwässerungsnetzes erfolgte vorherrschend mit den aus dem Abbau gewonnenen, noch bruchfeuchten Ligniten.

### Das Mehburger Gebiet.

Der Charakter der in der Umgegend von Mehburg (Wasserscheide der Linie Schässburg-Kronstadt) abgelagerten tertiären Gebilde lässt sich im Allgemeinen dadurch geben, dass man sagt, dass die tieferen Lagen von Tegel, die höheren von Lehm gebildet sind. Diess wäre das Profil, wenn das Becken in der ganzen Mächtigkeit erhalten wäre.

Nun sind aber diese Lagerungs-Verhältnisse durch die Thalbildung gestört und man findet selten mehr ein grösseres zusammenhängendes Gebiet des vollkommenen Profiles.

Das geologische Profil des Mehburger Tunnels (Taf. 24) zeigt bereits eine vollkommene Alteration und muss der

den Tegel überlagernde Lehm als durch spätere Einflüsse in seine jetzige Lage gebracht

erkannt werden. Stellen wir uns das ursprüngliche Becken nach Fig. 61 vor, so kann durch Erosion in den weichen Gebilden die heutige Form leicht entstanden gedacht werden.

Diese Annahme wird auch dadurch erhärtet, dass überall dort, wo der Tegel in seinen tieferen Lagen blossgelegt war, er eine nahezu horizontale Ablagerung zeigte, was somit auch zur Charakteristik dient, ob derselbe einer Alteration unterworfen wurde oder nicht.

Dass unter solchen Verhältnissen noch lange nicht von einer Entwicklung der Gehänge gesprochen werden kann, wird einleuchten, nachdem die den Tegel überlagernden Lehmassen nicht zur Ruhe gekommen sind und wenn sie eingetreten zu sein scheint, so findet diess unter bestimmten Bedingungen statt, die schon durch die atmosphärischen Einflüsse allein wieder aufgehoben werden können.

Es sind nun durch diese Abgänge sowie Bewegungen noch heute Alterationen der tiefer liegenden Tegelbildungen anzunehmen, welche sich auch auf grössere Tiefen erstrecken, besonders wenn man sich die stete Senkung der Bäche, sowie deren leichte Veränderung im Laufe vor Augen hält.

Fig. 60.

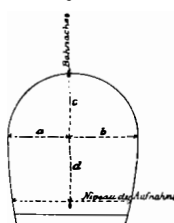


Fig. 61.



Man kann somit hier stets nur einen stabilen Gleichgewichtszustand der Massen, wenn Ruhe eingetreten ist, voraussetzen. Als Folge dieses Abfließens der Massen an den Gehängen war auch die Zusammensetzung der die Oberfläche bildenden Thone eine sehr verschiedene. Zu oberst zeigte sich eine geringe Humusschichte, die auf einer schwarzgelben thonigen, von Vegetabilien stark verunreinigten Schichte ruhte, die in gelben Lehm übergehend, eine Mächtigkeit von 2—14 M. erreichte. Die letztere Lehmschichte war nun sehr häufig von Sand, zum Theil von zerriebenen Tegellmassen durchzogen und bildete somit ein wenig homogenes Gebilde.

In diesem Gebirge wurden in Folge des Bahnbaues zu Anfang der Siebziger-Jahre grössere Versicherungs-Arbeiten nothwendig, welche unter Leitung des Ober-Ingenieurs der ungarischen Ostbahn, Herrn G. Gerstel (derzeit k. k. Ober-Inspector und Vorstand des Oberbahn-Betriebsamtes Salzburg etc.), ausgeführt und in sehr eingehender Weise in der „Allgemeinen Bau-Zeitung“, Jahrgang 1874, von demselben beschrieben wurden.

Als zugetheiltes Organ war mir im reichen Maasse Gelegenheit gegeben, meine ersten Studien über Entwässerungs-Anlagen zu machen, indem nicht nur allein auf der mir zugetheilten Strecke solche zur Ausführung gekommen sind, sondern mir auch ein Einblick in die angrenzenden Bauten der Section gewährt war.

Ich kann somit nur auf das oben angeführte Werk verweisen.

### Schlussbemerkungen.

Nebst den Erd-, Fels- und Tunnelbau-Arbeiten bedingen auch alle übrigen Bahnobjecte eine volle Kenntniss der Bodenbeschaffenheit und es soll dem Ingenieur kein Bahndurchlass, kein Uferschutzbau etc., als zu geringfügig erscheinen, um dessen Basis, auf welche er ihn stellen will, genau zu untersuchen.

Bei der Verschiedenartigkeit der Bildungen, welchen wir in der Natur begegnen, ist es unerlässlich, durch Sondirungen, sowie Orientirung über die in der Nähe auftretenden Vorkommnisse, sich ein vollkommen klares Bild zu schaffen.

Dabei dürfen wir uns nicht allein auf die Vorkommnisse der Gegenwart beschränken, sondern es muss aus dem Bilde der Vergangenheit und der Gegenwart, auch ein Bild der Zukunft geschaffen werden. Das Gesagte dürfte verständlicher werden, wenn man sich z. B. alle Einflüsse vergegenwärtigt, welche auf die Veränderung der Sohle eines Flusses oder Bachlaufes, oder auf dessen Richtung wirken können.

Es möge daher ausser der Erhebung der Bodenbeschaffenheit auch nicht übersehen werden, sich von jenen Wasserläufen, mit denen man directe in Berührung kommt, Längsenprofile von deren Sohle aufzunehmen. Das Bild derselben wird zeigen, inwieweit eine Hebung oder Senkung der Sohle, im Bereiche der betreffenden Objecte, möglich sein kann. Es ist somit für eine Objects- oder Uferschutzfundirung nicht allein die Beschaffenheit des Untergrundes maassgebend, sondern auch das Bild des Verlaufes der Sohle des berührten Wasserlaufes.

Um uns diese Verhältnisse klarer vorstellen zu können, nehmen wir einen Fluss an, der von einem Seitenthale grössere Geschiebmassen, jedoch sporadisch, zugeführt erhält. Er wird selbe zum Theil abführen, zum Theil jedoch zur Ablagerung bringen, und so auf eine grössere Strecke die Flusssohle heben können, nachdem ja auch unter diesen Umständen im oberen Laufe dieselbe Erscheinung auftreten wird.

Diess kann durch viele Jahre anhalten, im Momente einer grösseren Menge von abzuführendem Wasser im Hauptstrome aber auch eine sogleiche Vertiefung des Flussbettes eintreten, da genügende Kraft vorhanden ist, um die Sohlenhebungen wieder zu beseitigen.

Je enger das Hauptthal, je geringer dessen Gefälle, um so grösser können sich diese Contraste zeigen.

Hat man einen Längenschnitt in der Sohle geführt, so ist diese Einflussnahme sofort zu erkennen. Es kann aber auch hieraus sowohl die möglichst tiefste Senkung als Hebung constructiv bestimmt werden, wobei für letztere Erscheinung wohl auch ein eingehendes Studium des bezüglichen Seitenthales nothwendig ist.

Sowie ein Geschiebe führender Seitenbach ein derartiges Spiel hervorrufen kann, so sind in der Natur noch viele andere Vorkommnisse, die das Gleiche bewirken können. Ich erwähne die Hebungen der Fusssohle durch eine in Bewegung befindliche Lehne, der Hebungen durch Felsabstürze, Lawinen etc. und der entgegengesetzten Wirkung, wo solche Stauungen wieder abgetragen werden.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit auch aufmerksam machen, dass bei Lawinen, welche sich bis in die Flusssohle stürzen, durch den gegenseitigen Einfluss, sich zumeist Uferbildungen ergeben, die in die Mächtigkeit derselben einen vollkommen klaren Einblick gewähren. Entweder zeigen sich grössere Uferbrüche, eine Ablenkung des Wasserlaufes oder mehrere Bette, welche je nach der Grösse der Lawine von dem betreffenden Wasserlaufe durchbrochen wurden etc.

Ausser dieser nothwendigen Entwicklung des Längsenprofiles unter voller Berücksichtigung der in der Flusssohle gelegenen Gesteine ist, wie schon aus dem Früheren hervorgeht, die Entwicklung der Gehänge, sowie der einmündenden Seitenbäche, wohl zu beachten.

Aus diesem letzteren Studium wird sich dann auch die richtige Breite der nothwendigen Durchflussprofile ergeben, und man muss hiebei gleichfalls mit grosser Schärfe vorgehen, da von der Wahl derselben der Werth der ganzen Anlage abhängt.

Diess gilt nun nicht nur allein für Brücken und Durchlässe, sondern für jeden Einbau, der in einem Wasserlauf vorgenommen wird, denn der Charakter des Wasserlaufes ist eine Function des denselben gewährten Durchflussprofiles.

Viele Techniker haben sich bis jetzt über diese Frage, besonders dort, wo Strassenanlagen vorhanden waren, leicht hinausgeholfen, indem sie entweder eine möglichst grosse Breite angenommen haben, oder die Weiten direct von der Strassenanlage, wenn selbe vorhanden, copirten.

Ersteres ist nun ebenso unrichtig als Letzteres, indem für einen Wasserlauf ein zu grosses Durchflussprofil ebenso schädlich werden kann, wie ein zu enges.

Durch zu grosse Durchflussprofile wird ein Wasserlauf in Beziehung seiner Richtungs- wie Gefällsverhältnisse einer völligen Willkür ausgesetzt, besonders wenn er viel Geschiebe abzuführen hat. Eine zu grosse Einengung bedingt wieder bedeutende Kolke nach der Tiefe, wodurch das neugeschaffene Object seines Fundamentes beraubt werden kann.

In beiden Fällen wird eine vollkommene Änderung seines Charakters vorgenommen.

Hat man Strassenbauten zur Verfügung, so werden diese bezüglich der Objects- und Correctionsbauten mit grossem Nutzen in die Studien aufgenommen werden müssen, man hat hiebei aber wohl zu erheben, ob die Annahmen, die hiebei gemacht wurden, entsprochen haben.

Auch hier ist wieder das Begegnen beider Wissenschaften so eminent ausgesprochen; nur das Auge eines technisch und geologisch gebildeten Beobachters wird in der Lage sein, alle Vorgänge aufzufassen, wenn Eingriffe in die Natur vorgenommen werden sollen, ohne Schäden hervorzurufen, gegenüber den Grenznachbarn, wie auch für das eigene zu schaffende Object.

Es ist in dieser Richtung wahrlich schon viel gesündigt worden, und erst in jüngster Zeit ist man daran gegangen, die vielen sich leicht zu vereinigenden Bedürfnisse auch wirklich zu vereinigen, indem nur zu häufig unter dem Deckmantel der hohen Wichtigkeit der Anlage eines Verkehrsweges in Form einer Bahn oder Strasse alle anderen Interessen gerne ausser den Bereich der Erörterung gedrängt wurden.

Ich erinnere nur daran, dass es z. B. viele Bahnen gibt, die mit wenig Mehrkosten auf sehr grosse Strecken zugleich eine vollkommene Regulirung der das Thalbett durchziehenden Wässer hätten durchführen können, in manchem Falle jedoch das Gegentheil herbeigeführt wurde. Es gebe hieüber viel zu erörtern, sowie überhaupt über Sonder-Interessen so Manches zu sagen, denen Rechnung getragen werden muss, und über andere, die zwar volkswirtschaftlich, aber denen nicht Rechnung getragen wird, was Alles zum Schluss auf das Sündenregister der Ingenieure geschlagen wird. Sind die im Vorigen gegebenen Fragen behandelt und einer vollkommenen Orientirung unterzogen, so kann man auf die Fundirung der zu erbauenden Objecte und Uferschutzbauten eingehen.

Man wird die notwendigen Sondirungen vornehmen, und wenn dieselben einen zweifelhaften Untergrund ergeben haben, denselben weiters auf seine Dichtheit untersuchen, man bedient sich hiezu einer Probeplote.

Ich erwähne jedoch ausdrücklich, dass die Probeplote nicht als Sondirungsmittel selbst aufgefasst werden darf, sondern man wird sich auch hier über die Lagerung der einzelnen Schichten durch Bohrungen, bei grösseren Objecten durch Schächte, orientiren.

Die Lagerung, die ja verschieden sein kann, muss vor Allem constatirt sein, denn es kann eine Schichte, die mit der zu untersuchenden Plote als vollkommen tragfähig constatirt wurde, derart geneigt sein, dass bei stärkerer Belastung eine Veränderung des Fundamentes eintreten kann, andererseits kann wieder eine minder dichtere Schichte bei horizontaler Ablagerung und bei Anwendung der nöthigen Vorsicht, ein ganz gutes Fundament bilden.

Vernünftigt man sich die Vorgänge, welche bei der Thalbildung vor sich gehen, so wird man auch einsehen, dass das Bild der Construction derselben ein sehr complicirtes sein kann, und man soll daher gleich bei der Projectverfassung sich über das Nöthige orientiren, um bei der Ausführung nicht Vorkommnissen gegenüberzustehen, die nur mit sehr grossen Kosten zu überwinden sind.

Nach den an der Oberfläche zu beobachtenden Verhältnissen lässt sich hier sehr selten urtheilen, weil die Formen der an der Sohle auftretenden Gebilde nicht immer ihre Abstammung von den letzten wahrzunehmenden Erscheinungen haben. Es können Ablagerungen von weit früheren Perioden an der jetzigen Flusssohle auftreten, von denen die heutige Thalbildung nichts mehr verräth, weil auch die Thalgehänge selbst einen andern Charakter angenommen haben.

Nehmen wir ein Beispiel zur Hilfe, welches nicht zu selten auftritt.

Jedermann, der in Gebirgsthalern Gelegenheit hatte, Fundirungen auszuführen, wird keine besondere Verwunderung gefühlt haben, wenn er unter einer Schotterschichte grössere Lettenablagerungen durch Sondirungen aufdeckte, wo nach der nächsten Umgegend oft vielleicht als unmittelbare Unterlage Fels anzunehmen gewesen wäre. Diese Lettenablagerungen finden ihren Ursprung in der Hebung der Flusssohle an irgend einem Orte, der je nach dem Gefälle auch sehr weit von dieser Stelle sein kann, oder in der Ausfüllung grösserer Kolke, deren Entstehung noch in frühere Perioden zurückzuführen sind, wo noch grössere Wassermengen zum Abflusse gelangten.

Wollte man da, wie es hin und wieder noch im Gebrauche ist, mit einem gewöhnlichen Stossbohrer seine Versuche machen, ob das Fundament gut oder schlecht ist, so kann man sich sehr leicht unangenehme Überraschungen im gegebenen Falle bereiten.

Ungleich schwieriger werden nahezu immer die Verhältnisse, wenn Seebuchten durch eine Anlage zu berühren sind. Es finden sich noch bei ziemlich steilen Uferböschungen nahezu immer Schlammablagerungen über festere Gebilde, oder es wechseln selbe, so dass man bei der Belastung von derartigen Partien immer mit der grössten Vorsicht vorgehen muss, wenn es überhaupt kein Mittel gibt, denselben ganz auszuweichen.

Auch bei ganz seichten Ufern und grösseren Belastungen treten oft nicht zu unterschätzende Bewegungen ein, die sich dann durch ein förmliches Ausquetschen der weicheren Schichten unter der neuen Dammanlage wahrnehmen lassen.

Man thut daher gut, wenn man die Terrainprofile so weit als möglich aufnimmt, und sich durch Sondirungen möglichste Klarheit über den Verlauf der Ablagerungen verschafft.

Ich führe zwei Beispiele an, um diese Art der Bewegungen zu charakterisiren.

Das Ufer des Zeller See's,\*) an dessen Rande sich die Bahn entwickelt, ist bei der Ortschaft Zell von dem Schutt-

\*) Uferschutzbauten der Salzburg-Tiroler Bahn, von C. J. Wagner. „Allgemeine Bauzeitung“, Heft 11—12, 1861.

kegel des Schmidtenbaches gebildet. Um einer zu starken Berührung mit der Ortschaft Zell am See auszuweichen, wurde die Bahntrasse nach Möglichkeit gegen das Seeufer gelegt, was die Übersetzung einiger ziemlich bedeutender Buchten erforderte.

Die gemachten Sondirungen deuteten bereits in einer Tiefe von 2 M. unter dem Terrain auf festen Grund, so dass man vollkommen beruhigt die Anschüttung vollführte, die Sicherung gegen den Wellenschlag mittel Steinwürfen und Dampfpflasterungen herzustellen beabsichtigte.

Als die Anschüttung ziemlich vorgeschritten, an einigen Stellen selbst vollendet war, zeigte sich ein Abgehen des ursprünglichen Terrains u. zw. so momentan, dass an mehreren Stellen von der bereits geleisteten Arbeit über Nacht nichts mehr gesehen wurde.

Die nachher erfolgten genaueren Untersuchungen des Untergrundes zeigten, dass das Terrain zu oberst aus Schlamm und sandigem Geschiebe gebildet war, dessen Unterlage aus Schotter mit größerem Geschiebe oder lose Felsmassen der Thalgehänge bestand, was den seinerzeit als fest constatirten Untergrund bildete. (Die erste Untersuchung erfolgte mit Probelotolen.)

Das Absitzen des Untergrundes durch die Belastung mittel der Anschüttung erfolgte an einigen Stellen bis über 6 M. unter die frühere Terrain-Oberfläche und legte theils Fels, theils ein festes comprimirtes Geschiebe bloss. (Fig. 62.)

Um sich vor einem erneuerten Absitzen zu sichern, wurde dort, wo es der Baufortschritt noch erlaubte, eine Landeinwärtsrückung der Bahntrasse, andererseits, wo es die Bodenverhältnisse verlangten, eine Versicherung des Dammfusses durch Pilotagen vorgenommen.

Das zweite Beispiel, welches ich anführe, bezieht sich auf den Hallstätter See der Salzkammergut-Bahn.

Der rechte Theil des Hallstätter See's gegen Obertraun ist von ziemlich steilen Felsenufern (Hallstätter Kalk), die zwei grössere Buchten bilden, begrenzt, welche durch Anschwemmung auf eine grössere Strecke in den See hinaus von Letten erfüllt sind.

Die Bahntrasse zieht sich an der Berglehne fort, berührt jedoch beide Buchten an ihren Grenzen gegen das Ufer. Die bedeutende Belastung durch die die Buchten

Fig. 62.

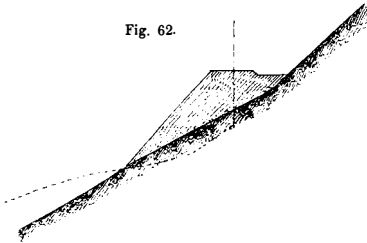
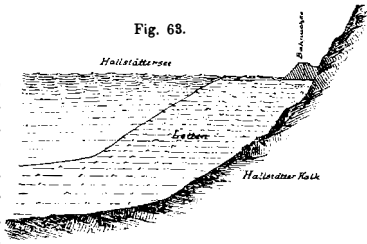


Fig. 63.



übersetzenden Steindämme (Fig. 63) brachte nun einen sehr starken Auftrieb der abgelagerten Schlammschichten in den See hinaus hervor, bis eben durch den Auftrieb und die Comprimierung das Gleichgewicht wieder hergestellt war.

Inwieweit nun das Gleichgewicht ein dauerndes zu nennen ist, konnte ich nicht mehr beobachten, indem jedenfalls die über das Wasser vorragenden Auftriebe durch den Wellenschlag wieder abgenommen wurden, diess ist mir jedoch noch erinnerlich, dass eine grössere Erhaltung des Oberbaues durch stetes Heben der Geleise in den ersten Jahren nach Fertigstellung der Bahn gegenüber anderen Dämmen nothwendig war, was jedoch allein auch mit der weiteren Verdichtung des Untergrundes zusammenhängen kann.

Rücksichtlich der Fundirungen im Allgemeinen muss bemerkt werden, dass, wie schon gesagt, es auch nothwendig erscheint, auf eine gewisse Tiefe die Bodengattungen nicht nur allein ihrer Mächtigkeit, sondern auch ihrer Lagerung nach zu untersuchen. Die Tiefe, bis zu welcher sich die vorzunehmenden Erhebungen zu erstrecken haben, richtet sich nach der zulässigen Inanspruchnahme des Untergrundes, nach dem Gewichte des hierauf zu basirenden Objectes und nach den geologisch möglichen Vorkommen der einzelnen Gebilde selbst.

Bezüglich der Letzteren wird man besonders bei jüngeren Bildungen vorsichtiger sein müssen. Ich erinnere nur an Moorbildungen, welche oft mächtige schwimmende Lettenschichten führen, die durch neue Überfluthungen derselben entstanden sind. Wird eine derartige Schichte gegenüber ihrer Stärke zu sehr belastet, so wird sie durchbrechen und schafft hiedurch eine sehr missliche Situation.

Was die Tragfähigkeit einer Bodengattung anbelangt, so wird man verschiedene Kategorien finden, jedoch immer im gewissen Zusammenhang mit dessen Lagerung. Ein minder guter Baugrund wird, wenn er horizontal gelegen ist, immer noch zulässig sein, und unter gewissen Vor-sichten, wie Erbreiterung der Fundament-Anlage, oder weiters noch durch Einlage eines Pfosten- oder Schwellenrostes, ein ganz entsprechendes Fundament geben. Derselbe Baugrund jedoch kann, geneigt gelagert, ganz entschieden zu verwerfen sein.

Ich erwähne eines Falles, wo auf eine mächtige Lettenbank drei sehr grosse Brücken auf einem einfachen Schwellenrostes, jedoch mit Erbreiterung der Basis, fundirt wurden, ohne jedwede besondere Erscheinung. Es wurde zuerst versucht, den Letten mit Piloten zu durchdringen, diess gelang jedoch nicht. Die Piloten drangen bis zu einer gewissen Tiefe ein, weiters war die Dichte der Letten jedoch so gross, dass wohl ein momentanes Eindringen der Piloten beim Schlag noch zu beobachten war, dieselben gingen aber rasch wieder zurück.

Bei solcher Durchführung ist jedoch vor Allem auch nothwendig, sich vollkommene Sicherheit zu verschaffen, ob keine Tieferlegung der Sohle des Flusses unter die Fundamentsohle möglich ist, des Weiteren, dass eine möglichst gleiche Belastung des betreffenden Pfeilers eintritt.

Es gibt überhaupt im Capitel der Fundirung nur eine geringe Wahl, wenn bis zu möglich erreichbaren Tiefe kein bauwürdiger Grund angetroffen wird.

Entweder sucht man bei günstiger Lagerung des Untergrundes durch Erbreiterung des Fundamentes, eventuell unter Zuhilfenahme eines Rostes, den Druck auf eine grössere Fläche zu übertragen, oder man sucht mit Piloten die ungünstig gelagerten oder weicheren Schichten zu durchfahren, um dieselben in festere fussen zu lassen und setzt auf die Piloten das Object.

Die pneumatische Fundirung ist wohl nahezu für alle Fälle ausreichend, jedoch wegen ihrer Kosten nur bei grossen Objecten anwendbar.

Bei einer Pilotage muss jedoch mit Vorsicht vorgegangen werden, um sicher zu sein, dass man mit der Pilote eine wirklich gute Basis erreicht hat und dass die Piloten genügend in den festen Boden eingreifen.

Es ist auch der Umstand zu berücksichtigen, dass bei Pilotirungen successive durch die verdrängten Massen im Untergrund eine Verdichtung eintritt, man soll daher, da diese Äusserung wohl nicht gleichmässig erfolgt, nach Fertigstellung der Pilotage, immer noch eine Nachpilotirung sämtlicher Piloten vornehmen.

Eine Verdichtung des Grundes durch das Schlagen von Piloten zu erzielen, erachte ich für nicht richtig, weil die erzeugte grössere Dichte keine bleibende, sondern zum grossen Theil nur eine vorübergehende ist, ausser es wäre das Becken, in welche diese weichere Schichte zu liegen kommt, von geringer Dimension und von festen Gebirgsmassen umgeben, was wohl äusserst selten zutreffen wird und sollte diess sein, so wird man trachten, einem derartigen Boden auszuweichen.

Man sieht daher im Ganzen, dass durch die wenigen Mittel, die dem Ingenieur bei Fundirungen im grossen Ganzen zur Verfügung stehen, es bei der Projectsverfassung um so dringender geboten ist, über die Bodenverhältnisse vollkommen klar zu sein, damit nicht unnötige Auslagen oder gar Verhältnisse geschaffen werden, die der ganzen Anlage den soliden Charakter nehmen.

Man kann sich in der Lage befinden, dass bei Fertigstellung einer Baustrecke gewisse Punkte einer besonderen Beobachtung von Seite der erhaltenden Organe bedürfen; diess kann sich z. B. auf Entwässerungen noch nicht vollkommen zur Ruhe gekommener Lehnen, Abräumung von Felsenschnitten, Pflanzungen etc. beschränken, aber die Unterbau-Objecte sollen kein bleibendes Gespenst bilden für Denjenigen, der für den sichern Betrieb sich zu verantworten hat.

Ein weiteres Studium vom geologisch-technischen Standpunkte erfordern alle stark Geschiebe führenden Bäche.

Die Mannigfaltigkeit, welche die Natur auch in dieser Hinsicht bildet, ist sehr gross, es möge daher der Ingenieur sich wohl der Mühe unterziehen, jene Seitenthäler, deren Wasserläufe er zu überbrücken hat, einer eingehenden Studie zu unterziehen.

Die Geschiebeführung eines Baches ist nicht immer an dessen Mündung ausgeprägt, sie kann auch, wie in unseren Gebirgstälern zu beobachten ist, erst im Werden sein.

Es gibt somit strenge genommen mehrere Hauptformen, denen wir gegenüberstehen.

Wir beobachten Gebirgsbäche, wo an deren Ausmündung in das Hauptthal grössere Geschiebmassen in Form

eines Schuttkegels abgelagert sind. Je nachdem dann der Bach noch mehr Geschiebe aus seinem Niederlagsgebiete zu Zeiten grösserer Niederschlagsmengen bringt, werden sich Ausbrüche derselben vorfinden, der Lauf im Ganzen wird ein unregulärer.

Tritt die Eigenschaft der Geschiebeführung mehr zurück, ist somit das Niederschlagsgebiet derselben in Hinsicht seiner Thalformen bereits ein entwickelteres, so kennzeichnet sich diess stets durch ein reguläres, tiefer in den Kegel eingeschnittenes Bachgerinne.

Es kann diese Entwicklung unter günstigen Verhältnissen dann soweit fortschreiten, dass der Bach selbst aus seinem Gebiete ganz geringe Quantitäten von Geschiebe mitführt, und erst an seiner Mündung durch Abtragung des in seinen früheren Perioden abgelagerten Schuttkegels wieder stark Geschiebe führend wird.

Andererseits sind jedoch auch Fälle möglich, wo, trotz grosser Geschiebeführung des Seitenbaches, keine besonderen Spuren an dessen Ausmündung zu erkennen sind, es liegen in diesem Falle günstige Umstände der Wasserführung des den Schutt übernehmenden Wasserlaufes vor, sowie eine spitze Einmündung zur Richtung des Stromstriches des Letzteren als Regel gelten kann.

Im Weiteren kann, wie schon gesagt, auch erst ein Entstehen der Geschiebeführung vorhanden sein, was sich bei näherem Studium der Thalsole wie der Gehänge des betreffenden Wasserlaufes leicht ersehen lassen wird.

Bei dem sehr häufigen Auftretensolcher Erscheinungen befindet sich daher der Ingenieur sehr oft in die Lage versetzt, gegen selbe ankämpfen zu müssen.

Leider sind auch hier die Mittel, besonders wenn man einem bereits geschaffenen Objecte gegenübersteht und wo die Verhältnisse der Geschiebeführung des Bachlaufes durch üble Erfahrungen erst später erkannt wurden, von nicht zu grosser Auswahl.

Das sicherste Mittel wäre, derartige Bäche nahe an ihrer Einmündung in das Hauptthal genügend hoch zu überbrücken, wobei sich die Höhe der Durchflussöffnungen aus dem Längenprofil des Bachlaufes und der Art der Geschiebeablagerung ergeben wird.

Diess gelingt jedoch durch die allgemeinen Verhältnisse der Trace sehr selten, man muss daher das Bachgerinne an seiner Mündung in das Hauptthal sicher fassen und den Bach gleichfalls so hoch als möglich zu überbrücken suchen. Es ist jedoch hiebei wohl Rücksicht darauf zu nehmen, wie das Verhalten der Geschiebmassen am Fusse sich äussert, ob sie weggetragen oder ob sie deponirt werden. Die Trace wäre somit so hoch zu legen, dass sie von dem weiteren Aufbau der Ablagerungen nicht mehr alterirt wird.

Ein weiteres Mittel wäre, den Bach mittelst eines Aquäduces über die Bahntrace zu führen, oder, wenn der Schuttkegel grössere Dimensionen besitzt, dass man durch Durchfahrung desselben mit einem Tunnel der directen Berührung ausweicht. Diess bedingt jedoch gleichfalls eine sichere Fassung des Baches an dessen Mündung in das Hauptthal, um gegen seitliche Ausbrüche geschützt zu sein.

Als letztes Mittel führe ich die Anlage von Thalsperren an, möchte jedoch bemerken, dass nach meiner

Ansicht dieselben nur bei Eintreffen von ganz besonderen Umständen zur Anwendung kommen sollen.

Unter Voraussetzung, dass der Bach aus seinem Niederschlags-Gebiet viel Geschiebe bringt und durch einzelne Thalengen und darauffolgende Erweiterungen zu der Anlage von Thalsperren besondere Eignung zeigen würden, so ist doch die Wirkung derselben eine vorübergehende und muss man sich wohl unter Rücksichtnahme auf den zu erzielenden Fassungsraum, sowie der Geschiebeführung pro Jahr vollkommen klar sein, inwieweit die erste Anlage den Bedürfnissen entspricht; des Weitern ob dann eine neue Anlage geschaffen werden kann, wenn die erste bereits das Ihrige gethan hat.

Auch will ich gleich hier betonen, dass man bei der Anlage von Thalsperren sowohl ihrer sicheren Lage, wie Construction nach sehr auf der Hut sein muss, um nicht durch einen Durchbruch der einen oder anderen Sperre noch grössere Katastrophen herbeizuführen, umso mehr, als derartige Objecte, immer sehr weit von der Trace gelegen, nicht jener Beaufsichtigung unterzogen sind, sogar leicht in Vergessenheit bei einem öfteren Wechsel des betreffenden Personales kommen können.

Diese letztere Bemerkung ist nicht zu weit hergeholt, denn es ist Thatsache, dass bei manchen Bahnen aus lauter Rücksicht für die Erhaltung der Colladirungs- oder Abrechnungspläne, selbe wohlverpackt in Kisten in irgend einem Magazin, oder auf einem Dachboden liegen, während derjenige, der die Bahn zu erhalten hat, keine Ahnung hat von so manchem Bauwerk, welches sich der directen Beobachtung des Auges durch die Art seiner Anlage entzieht.

Im Übrigen ist mir ein Fall aus meiner eigenen Praxis bekannt, wo zwei Thalsperren durchbrochen wurden, welche bedeutende Verheerungen angerichtet hatten, wodurch man sich erst auf deren gewesenes Dasein erinnerte.

Es gibt Fälle, wo Thalsperren sicher mit Effect angewendet werden können, sie gehören aber nicht zu den billigsten Mitteln, weil man sich immer vor Augen halten muss, dass dieselben etwas Ewiges bilden sollen.

Sie werden, wenn auch die Natur für ihre Anlage günstige Formen zeigt, gewöhnlich gross in ihren Dimensionen, was wieder die Sicherheit wie die Kostenfrage beeinflusst.

Meines Erachtens sind Thalsperren von besonderem Vortheile, wenn in einem Wasserlaufe durch Tieferlegen der Sohle, durch Absitzen der Lehnen stets neue Nahrung zur Geschiebebildung gegeben wird, Hiezu braucht man nicht so bedeutende Einbauten, somit auch keine zu grossen künstlichen Terrassen zu schaffen, die anderseits wieder viele Nachtheile äussern.

Das Schlagwort „Thalsperre“ ist eben im Ganzen leichter im Wort zu gebrauchen, als im Effecte zu ermassen, und in den meisten Fällen ist die Frage „Was dann, wenn diese Etagen erfüllt?“ eine ungelöste.

Wie viele Fragen, wenn sie gemeinsam behandelt würden, könnten den grössten Nutzen bringen, so auch hier, wenn wir ein Niederschlagsgebiet voraussetzen, welches durch Devastation zu der Eigenschaft der erhöhten Wasser- und Geschiebeführung gelangt ist, was nicht zu den Seltenheiten gehört.

Ist eine Aufforstung möglich, dann wäre allerdings die Anwendung von Thalsperren in Erwägung zu ziehen. Dann kann die Thalsperre im gegebenen Falle vielleicht über die Zeit, bis die Cultur wieder vernarbt hat, was Gewinnsucht und allgemeine Unkenntniss verschuldet, hinaus Helfen.

Dass jedoch bis zu jener Zeit, wo solche Verhältnisse geregelt werden können, noch lange hin ist, beweisen am besten viele Gemeinden, die täglich bedroht sind, durch Mühren ihrer gesammten Habe beraubt zu werden.

Ein Mittel, welches eigentlich als keines zu betrachten ist, sind die sogenannten und oftmals gebrauchten Schotterfänge. Zwar ein Auskunftsmittel, welches dem bauenden Ingenieur wenig Nachdenken kostet, indem er vor dem betreffenden Object, durch welches der Wasserlauf gehen soll, ein der Schotterführung des Baches entsprechend grosses Loch in die Erde gräbt, in dieses ergiesst sich dann der Schutt, und wenn diess geschehen, hat ihn die Bahnerhaltung wieder wegzuführen.

Sehr einfach zwar, wenn die Dimensionen dieses Fanges richtig gewählt sind, aber ausserdem, dass der betreffende Bach doch einmal mehr bringen könnte, als der projectirende Ingenieur gedacht hat, bildet eine derartige Stelle immer eine grosse constante Auslage, eine stete Sorge, ob während der Zeit der Räumung nicht ein neuer Gewitterregen hereinbricht, der verhängnissvoll werden kann.

Ich betone hiebei noch, dass der oft angeführte Effect des Vorhandenseins einer sogenannten Schotterfabrik für Bahnerhaltungszwecke nicht zureicht, da man es gewöhnlich mit Dolomitgruss zu thun hat, und wenn auch selbst dieses nicht eintrifft, so hat die Bewegung des Materiales auf grössere Strecken auch seine Grenzen, indem ja die eigene Fracht auch Kosten verursacht.

Ich hatte vielseitig Gelegenheit, derartige Anlagen zu studiren und bin zur vollen Überzeugung gekommen, dass ein radicales, wenn auch viele Kosten verursachendes Mittel, nach dem heutigen Standpunkte unserer Haupt-Verkehrslinien immer noch das ökonomischste ist, und ein Hüausziehen der Lösung einer derartigen Frage nie gerechtfertigt erscheint.

Es sind leider die meisten dieser Gegensätze beim Bahnbau aus dem Umstande entsprungen, dass man zu lange dem Principe des Pauschalbaues huldigte, und dass selbst oft bei Gesellschaften, die in eigener Regie arbeiten, eine zu grosse Trennung zwischen dem Bau- und Bahnerhaltungs-Ingenieure herrschte.

Der eine suchte seine Sache so billig als möglich zu machen, der andere konnte sich dann helfen, wie er wollte.

Hiebei ist eben leider vielfach der Standpunkt verloren gegangen, dass man eine Bahn baut, um darauf mit der möglichst grössten Sicherheit zu verkehren, denn der Elementarfälle gibt es ohnehin genug, welche nicht berücksichtigt werden können, indem die Natur in vollem Maasse ihrer Äusserungen selten ganz zu erforschen ist, und selbst wenn dieses wäre, oft Anlagen hervorgerufen würden, die vom national-ökonomischen Standpunkte zu verwerfen wären.

Es wird dann unter solchen Einflüssen auch das Urtheil des Ingenieurs ein ganz anderes, er lebt sich in Verhältnisse hinein, die ihm den freien offenen Blick nehmen, mit dem er beobachten soll, um sein zu schaffendes Werk zu sichern.



Ich wollte mit dem Fröhern auch sagen, dass nur radicale Mittel zu gebrauchen sind, eine Verlegung der Trace, indem die meisten Fehler darin begangen wurden, dass man derartige Bäche zu seicht übersetzte, oft noch durch Correction des Gefälles derselben Niveaubrüche hineinlegte, die gerade der Ablagerung des Schuttes in oder vor den Objecten günstig waren.

Es ergeben sich hieraus die zwei Fälle, entweder das Niveau der Übersetzung so weit zu heben, dass der Bach seinen freien Durchfluss erhält, oder so tief zu senken, dass eine Unterfahrung des Bachlaufes bei eventueller Verückung der Linie möglich wird.

Als weiteres Mittel zur leichteren Durchführung des Schotters erschienen mir die Holzgerinne, sogenannte Schussdämmen. Diese Holzgerinne von parabolischem Querschnitt (Fig. 64), um bei jedem Wasserstande eine Abführung des Geschiebes zu bewerkstelligen, sind aus einzelnen Böcken, an welchen Bohlen oder stärkere Hölzer befestigt werden, hergestellt. Durch die so verminderte Reibung gelangt nun selbst bei sehr schwachen Gefällen der Schutt zur Abfuhr, man hat somit nur darauf grossen Werth zu legen, dass am Ende desselben, sobald das künstliche Gerinne wieder in ein natürliches übergeht, entsprechend grössere Gefälle erreicht werden, um eine zu frühzeitige Ablagerung und einen hiedurch bedingten Rückstau der Massen zu verhindern, die ein Verlegen des Gerinnes zur Folge haben würden.

Freilich kostet die Erhaltung derartiger Gerinne viel, ist jedoch in keinen Vergleich zu ziehen mit den anderen Calamitäten, welchen man sich im gegebenen Falle aussetzt, wenn nicht anders dem Übel abgeholfen werden kann.

Sind etwas stärkere Gefälle vorhanden, so kann man diese Gerinne auch durch die aus dem Querschnitt (Fig. 65) ersichtlich gemachten Gräben, deren Oberfläche von Holzrösten gebildet, welche mit Bruchstein sehr sorgfältig ausgepflastert sind, ersetzen.

Bezüglich der Einmündung derartiger Gerinne in andere Wasserläufe wäre zu bemerken, dass die Richtung möglichst spitz zu dem Stromstrich gelegt werden muss und dass überhaupt alle Bedingungen geschaffen werden, dass der das Geschiebe übernehmende Wasserlauf auch die Möglichkeit erhält, dieselben ohne Störung weiter abzuführen.

Bevor ich schliesse, möchte ich noch einige Bemerkungen über Böschungsverhältnisse im Allgemeinen anführen. Auch in diesem wichtigen Capitel sehen wir die Natur selbst als unseren besten Rathgeber.

Wir finden die Gebilde an Ort und Stelle den Verhältnissen ausgesetzt, denen sie auch ferner unterliegen werden.

Wir werden die steilsten, die flachsten Böschungsverhältnisse der Natur selbst entnehmen können, wir werden sehen, bei welcher Neigung die betreffende Bodenart noch einer Cultur unterzogen werden kann, sowie mit Unterstützung der vorgenommenen Sondirungen deren Cohäsions- und Lagerungsverhältnisse bestimmen und hieraus die Folgerung ziehen, inwieweit in den Constructionen eingegangen werden kann.

Desgleichen werden wir bei Gesteinen unter den verschiedensten Lagerungsverhältnissen die Einwirkung der atmosphärischen Einflüsse, die wechselseitigen Beziehungen derselben zu einander erkennen.

So einfach die Construction des Erdbaues in den Normalblättern gelöst erscheint und so treu als wie die ersten Typen, die überhaupt aufgestellt wurden, sich der Copiennahme stets wieder erfreuen, so bitter berührte dieselbe schon manchen Ausführenden.

Es ist richtig, dass es schwer fällt, eine Specialisirung im Detail zu geben, diess ist auch nicht die Aufgabe, jedoch in gewissen Grenzen wäre es möglich, diese Typen in erweiterter Form erscheinen zu lassen, umso mehr, als diese Normalblätter gewöhnlich für eine Linie speciell construirt werden. Man sollte daher meinen, dass derartige Normen auf Grund der bei den Tracirungen gemachten Erhebungen entstanden sind und ein den localen Verhältnissen angepasstes Ganzes bilden oder doch sonst einschlägige erläuternde Bauvorschriften gegeben werden.

Ich will nur auf ein Beispiel hinweisen:

Bei Böschungen wird nahezu nie ein Unterschied gemacht, ob dieselben von geringerer oder grösserer Höhe sind. Besonders bei Gesteinsgattungen, die in Folge ihrer Lagerungs- oder sonstigen Verhältnisse eine jährliche grössere Abriäumung im Frühjahre und Herbste erfordern, fällt diess sehr in die Wagschale. Man nimmt äusserst selten Rücksicht bei dem Baue, dass man durch Vergrösserung der Grabenbreite eine Sicherung des Verkehrs oder eine Erleichterung der Erhaltung bewerkstelligen würde.

Was macht nun das Bahnerhaltungsorgan, um den Verkehr zu sichern, es rückt nach Möglichkeit mit dem Geleise von der Böschung weg, auf Kosten der Richtungsverhältnisse, die es leichter überwachen kann, als eine Felsböschung, wo es nicht selbst jedes Fragment zu untersuchen im Stande ist, ob es Gefahr bietet oder nicht.

So wird mancher Minimalradius bei Gebirgsbahnen noch minimaler gemacht, wenn es möglich ist, sonst bleibt eine derartige Stelle immer ein Gespenst für den Betriebsmann.

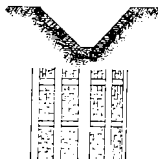
Ich frage nun, warum beachtet man unter solchen Umständen die vorliegenden Verhältnisse nicht? Wie lange dauert es dann, bis wieder normale Zustände eintreten, abgesehen von den Kosten, welche derartige Arbeiten nebst der steten Gefahr mit sich bringen.

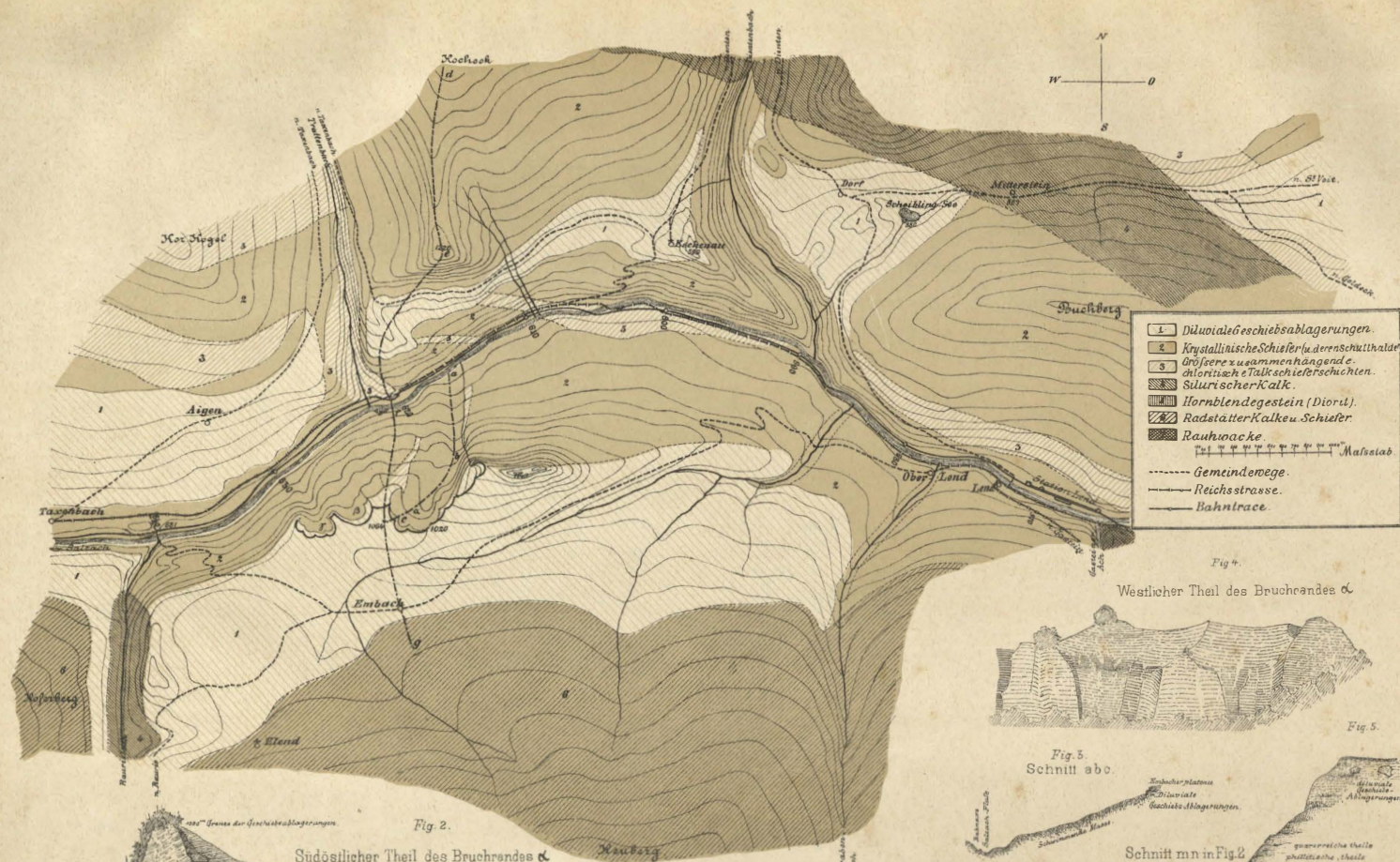
Der Mensch kann irren, aber die Natur fordert Wahrheit, darum lerne dieselbe in derselben.

Fig. 64.



Fig. 65.







SITUATION VON DER DURCHTUNNELTEN GEBIRGSMASSE.

am 12. Juni 1875.

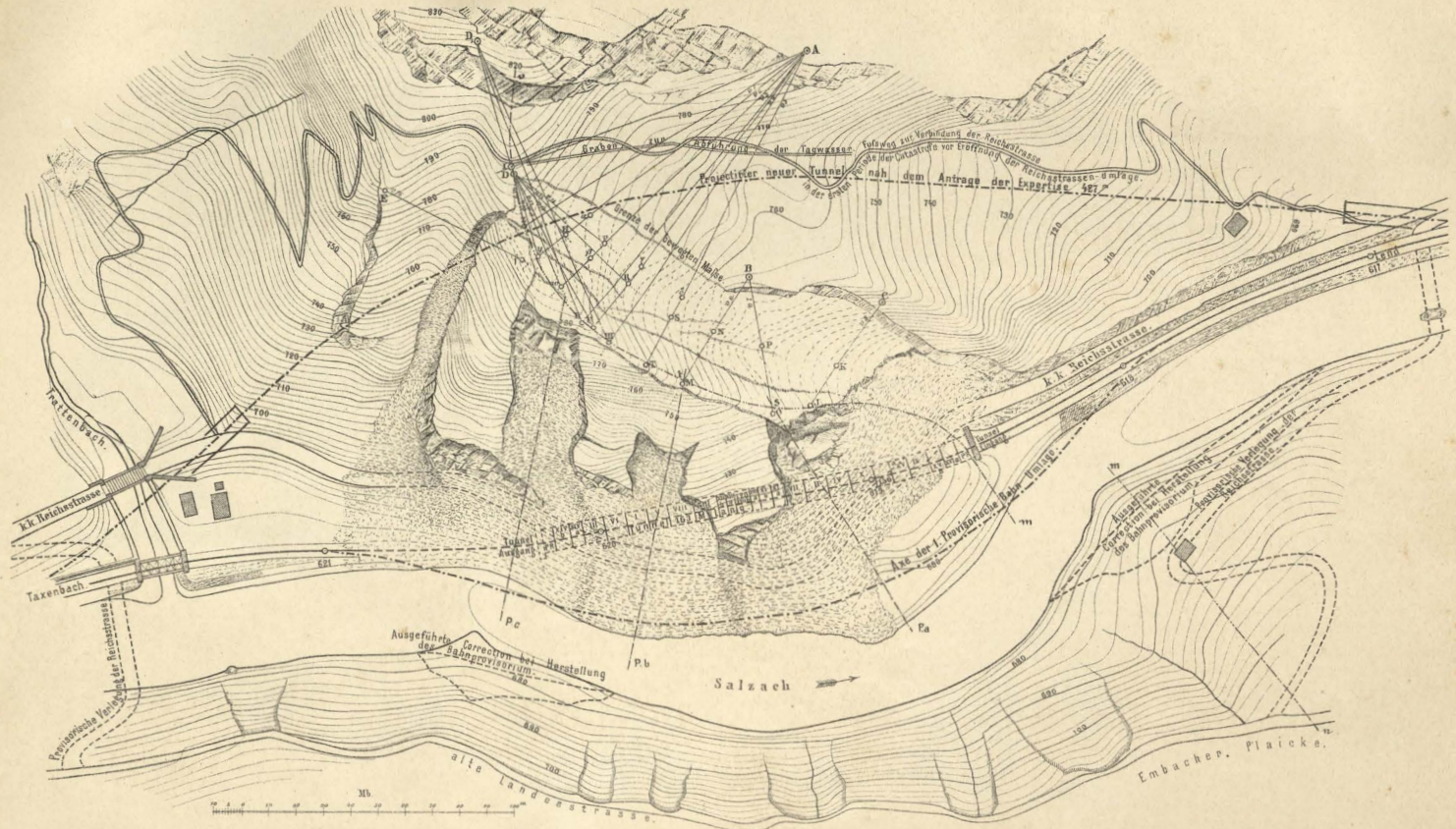




Fig. 1.

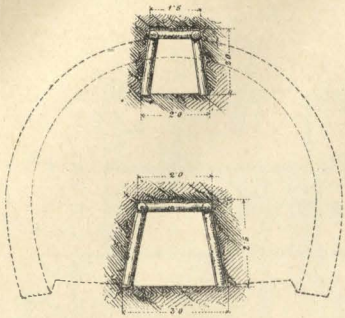


Fig. 2.

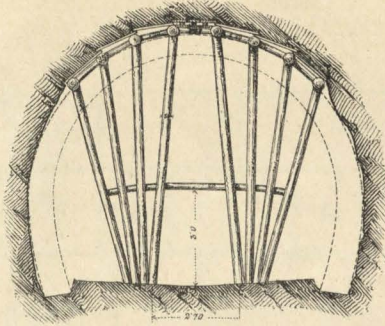


Fig. 3.

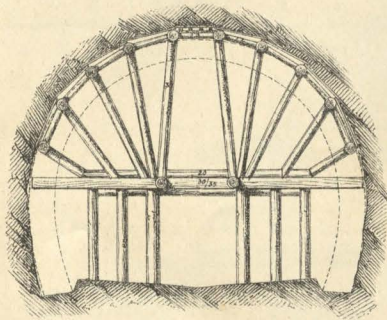
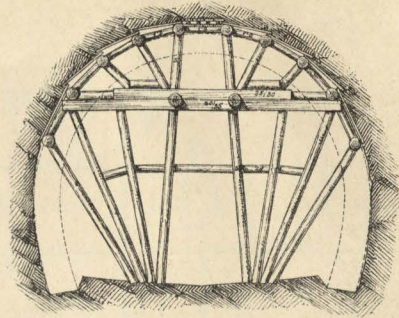


Fig. 4.

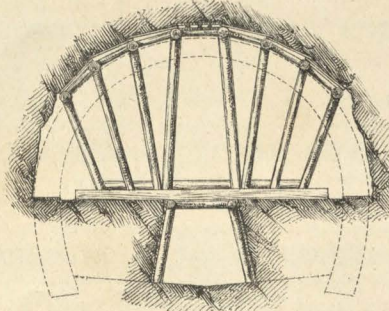


Fig. 5.

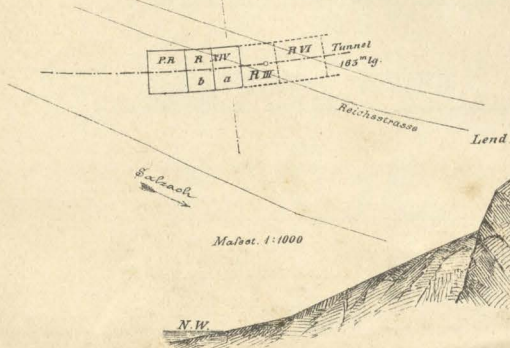
Fig. 6.

Pf. 620+9.

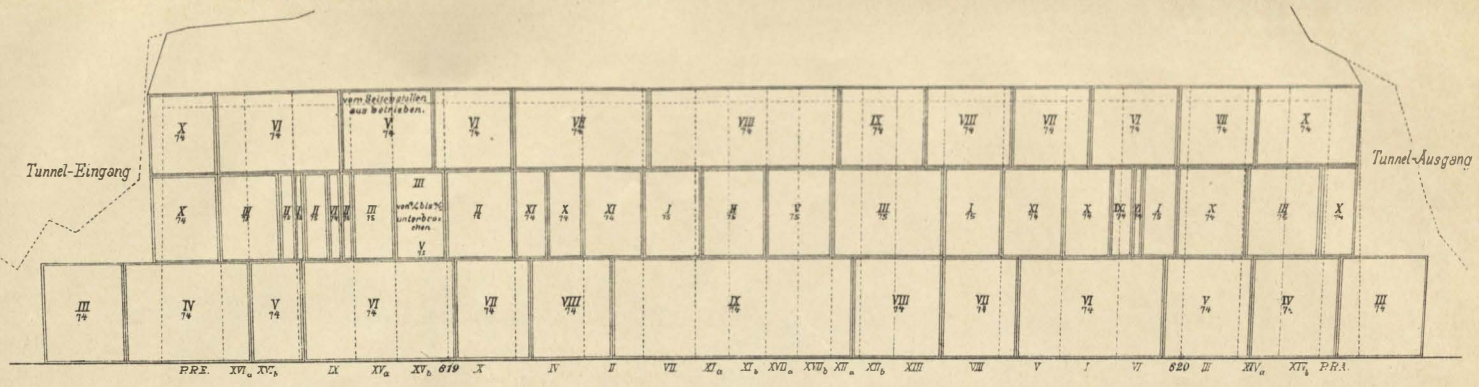
k. k. Reichsstrasse

Tuxenbach

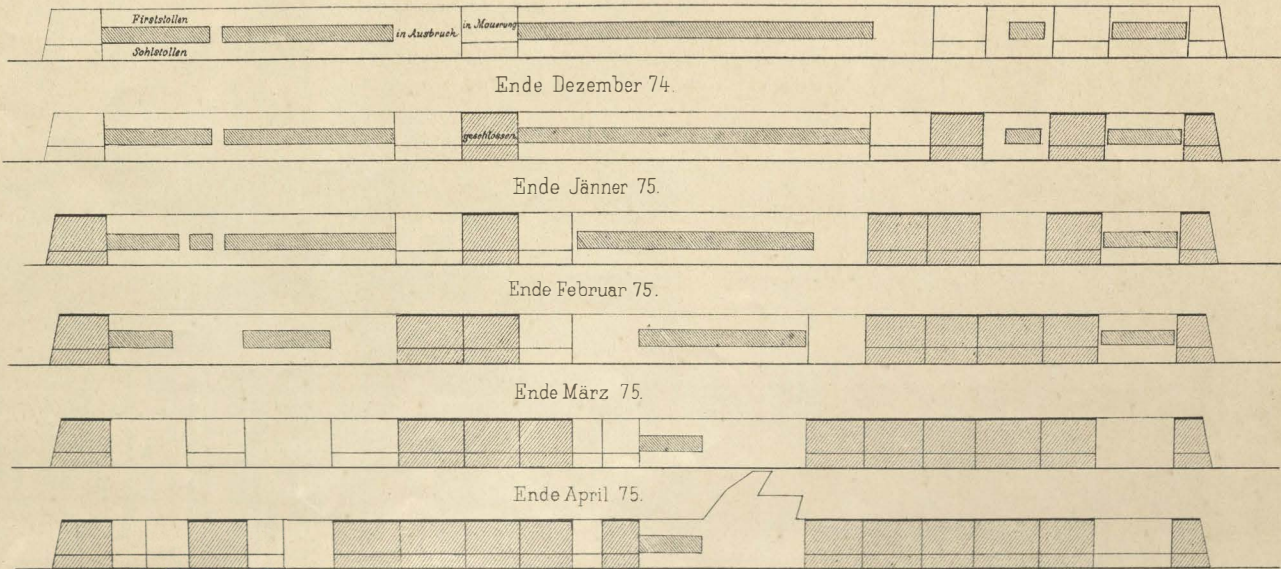
Situation



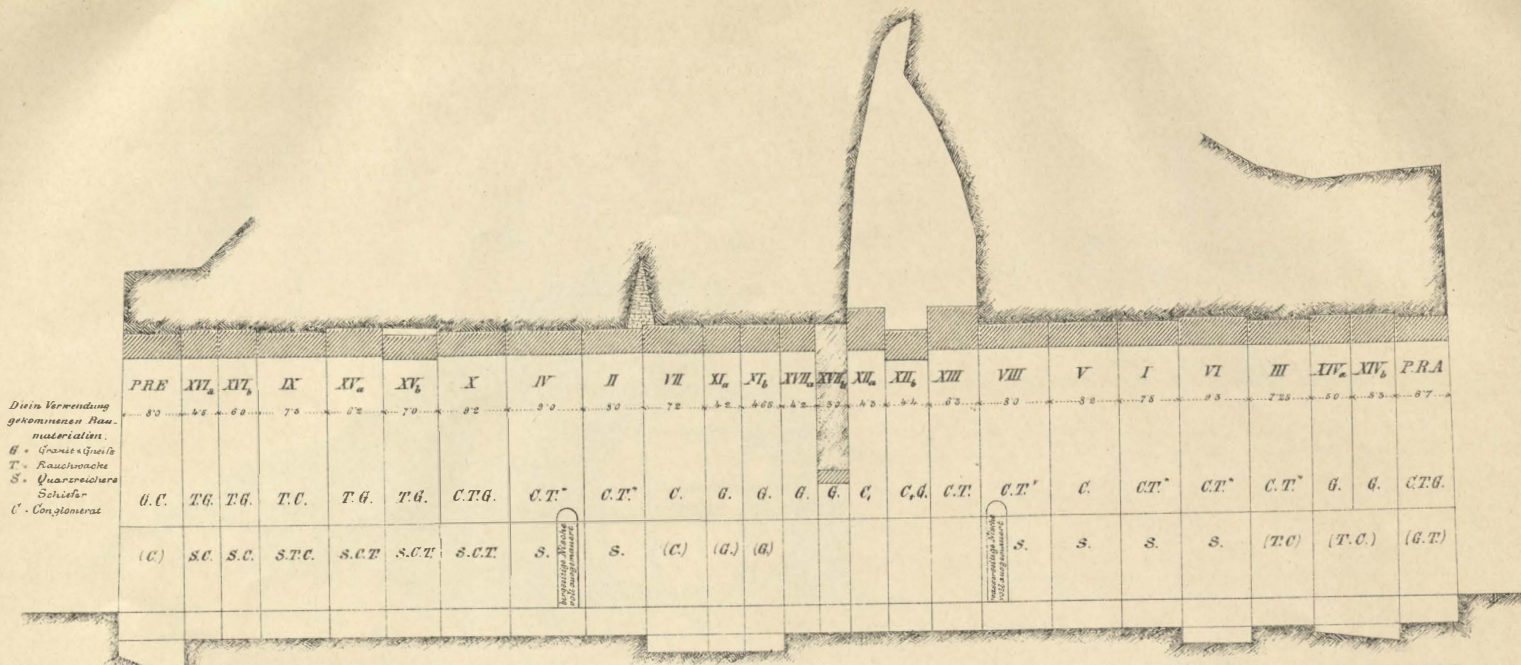
Maßst = 1:150



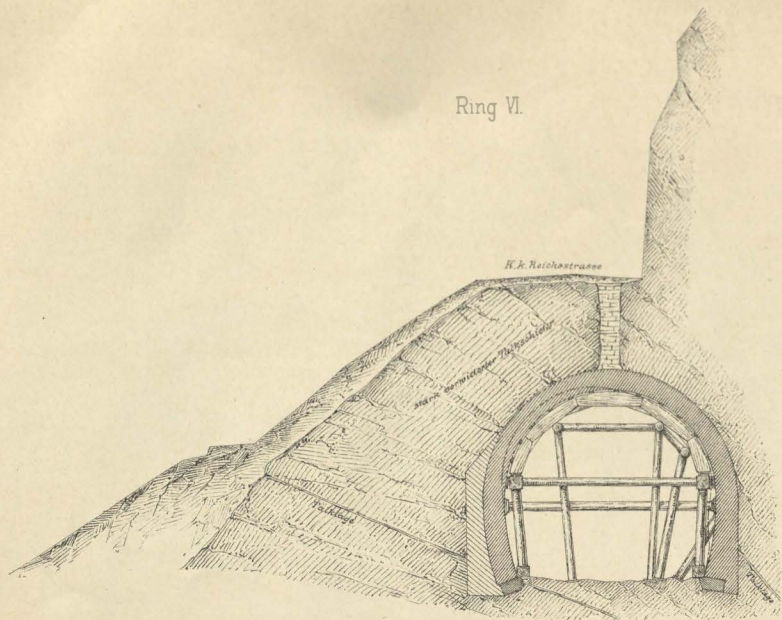
Stand der Arbeit Ende November 1874.





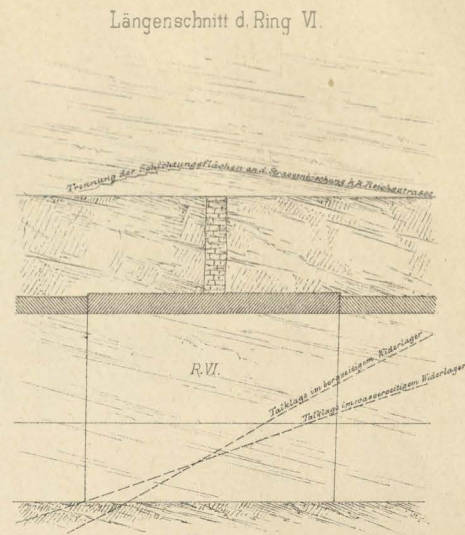


Region	PRE	XV <sub>a</sub>	XV <sub>b</sub>	XV <sub>c</sub>	XV <sub>d</sub>	XV <sub>e</sub>	X	IV	II	VII	XI <sub>a</sub>	XI <sub>b</sub>	XIV <sub>a</sub>	XIV <sub>b</sub>	XIV <sub>c</sub>	XII <sub>b</sub>	XIII	VIII	V	I	VI	III	XV <sub>f</sub>	XV <sub>g</sub>	PRA	
Die Verwendung genommenen Bau- materialien.	80	48	60	78	02	70	82	30	50	72	42	48	42	30	40	34	63	30	38	78	83	75	20	53	87	
G.	T.G.	T.G.	T.C.	T.G.	T.G.	C.T.G.	C.T.*	C.T.*	C.	G.	G.	G.	G.	G.	C.	C.G.	C.T.	C.T.*	C.	C.T.*	C.T.*	C.T.*	G.	G.	C.T.G.	
(C)	S.C.	S.C.	S.T.C.	S.C.T.	S.C.T.	S.C.T.	S.	S.	S.	(C)	(G.)	(G.)						S.	S.	S.	S.	(T.C)	(T.C)	(G.T)		
dicke	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
zur Mauerung	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	
Ueberblicksweite	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	
Dauer d. Ausbauer	52	15	20	36	19	38	43	53	37	54	34	9						33	25	54	38	41	51	59	82	
Dauer der Mauerung	II	III	III	II	III	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Kauerprofil	II	III	III	II	III	II	II	II	II	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III	III
Anmerkung	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.	Feine Niese im wasserfestigen Widerlager in den Fugen.
Vermerk	Die Mauerung ist im Allgemeinen gut ausgeführt, jedoch sind in den Fugen stellenweise kleine Risse zu bemerken, die durch die ungleiche Setzung der Fundamente verursacht sind. In den Fugen der Widerlager sind keine Risse zu bemerken.																									



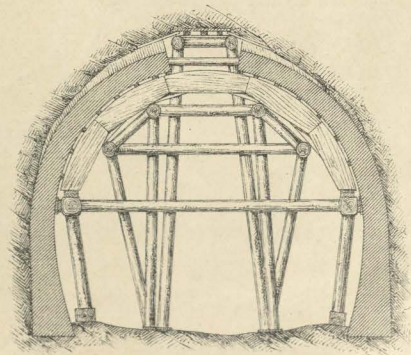
Ring VI.

Fig. 1.



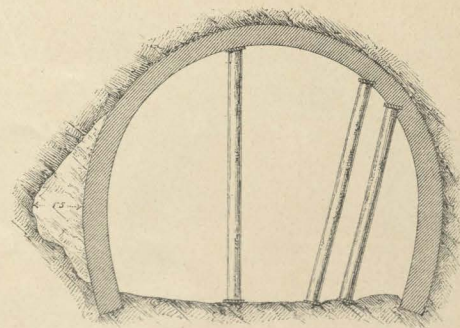
Längenschnitt d. Ring VI.

Fig. 2.



Ring IVb.

Fig. 3.



Ring II.

Fig. 4.

Maßstab 1:25



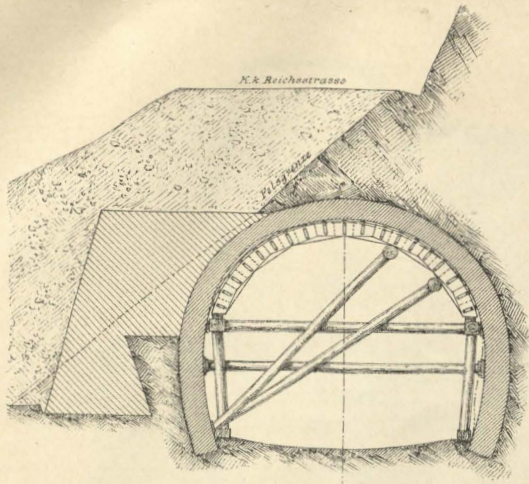
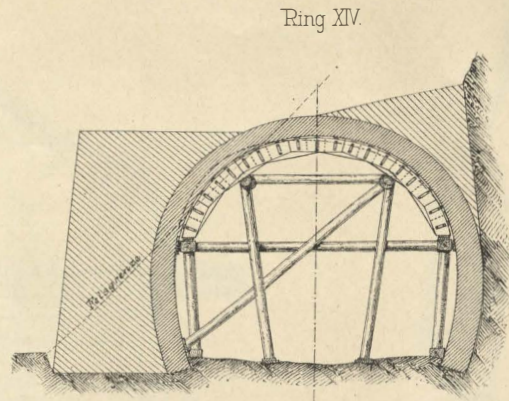
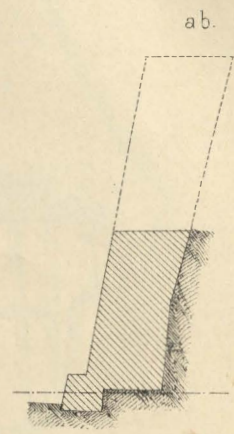


Fig. 1.



Ring XIV.

Fig. 2.



ab.

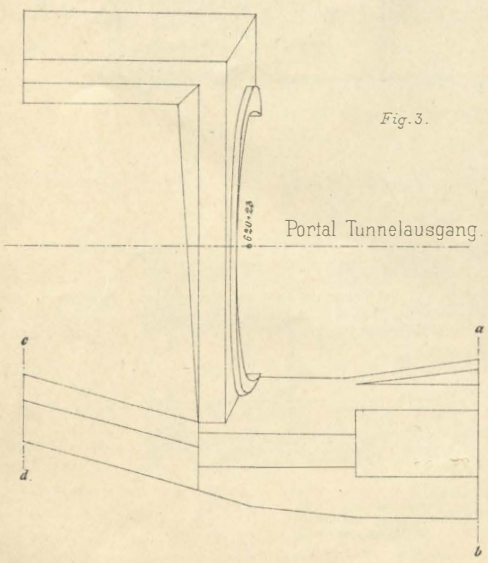
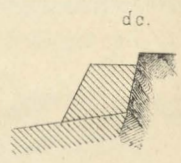


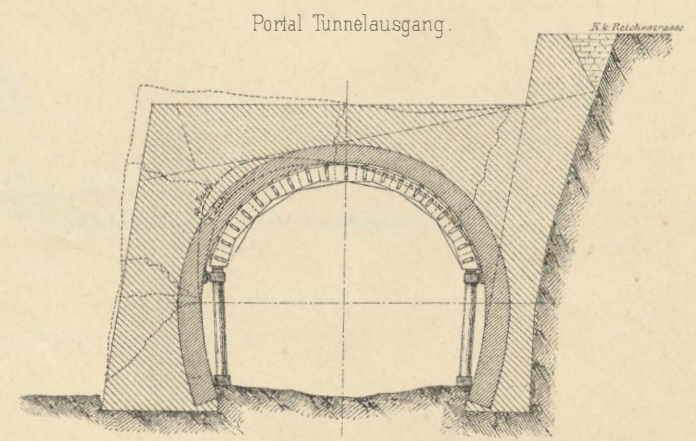
Fig. 3.

Portal Tunnelausgang



dc.

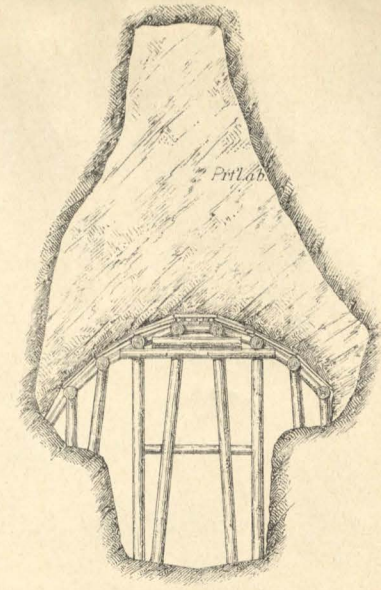
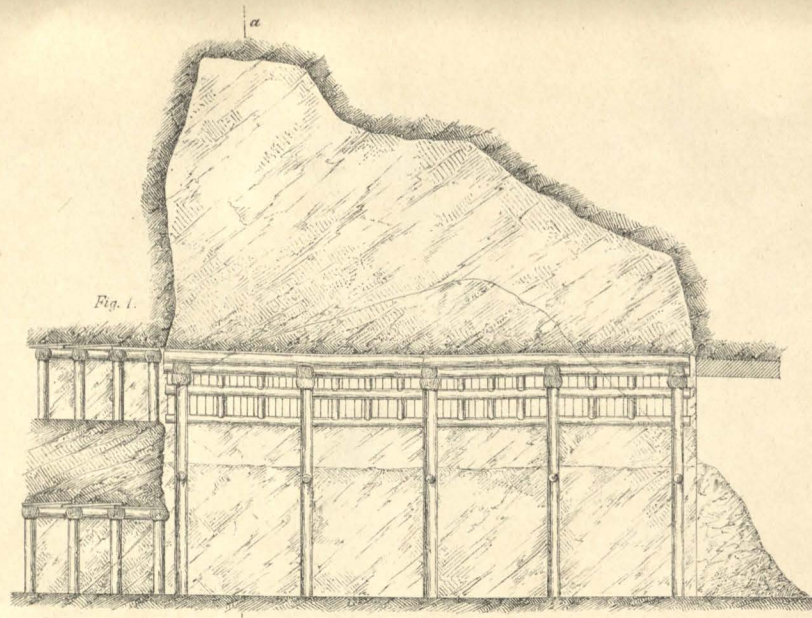
Mafsstab 1:150.



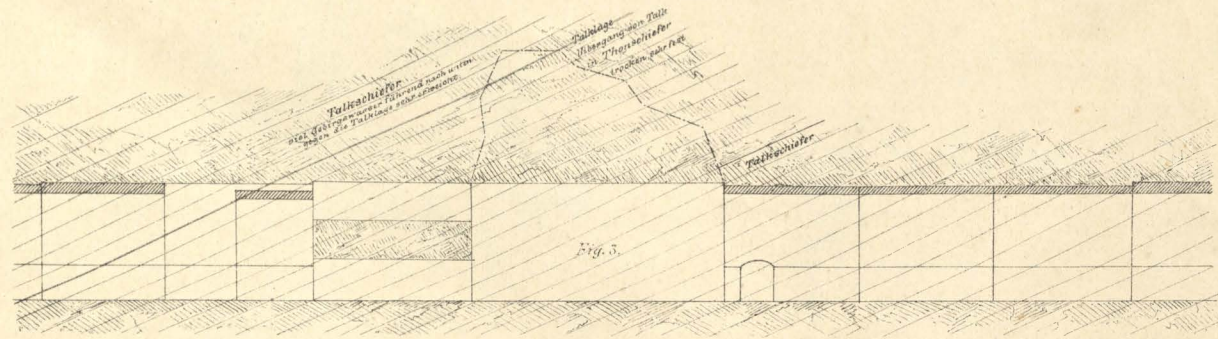
Portal Tunnelausgang.

Fig. 4.



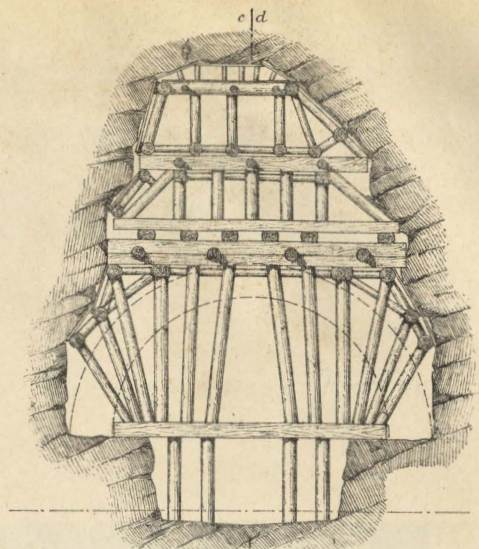
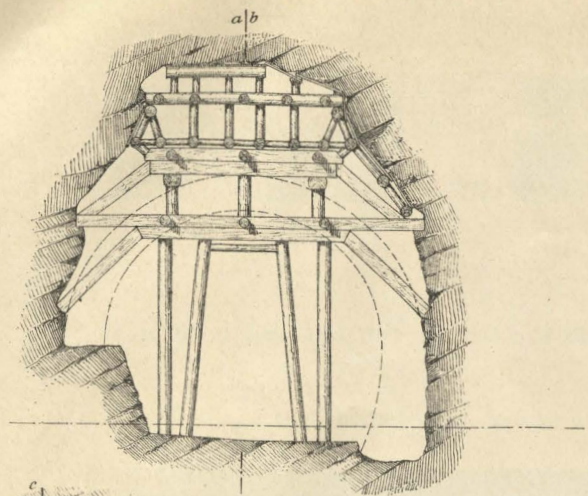


b Stand der Arbeit am 9. April 1875 anschliessend am Firstverbruch.

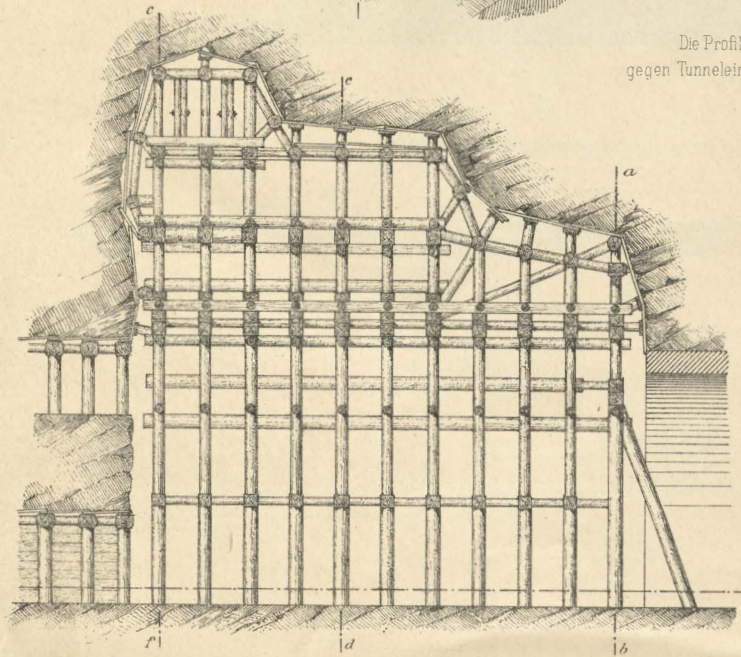


Mauerung bei auf Mauerlage höhe vollendet	Mauerung nahe am Schluss das Gewölbes	Gebirge im First und Sohlzellen stehend	Beide Ringe zugleich in Ausbruch
42 <sup>m</sup>	66 <sup>m</sup>	72 <sup>m</sup>	150 <sup>m</sup>

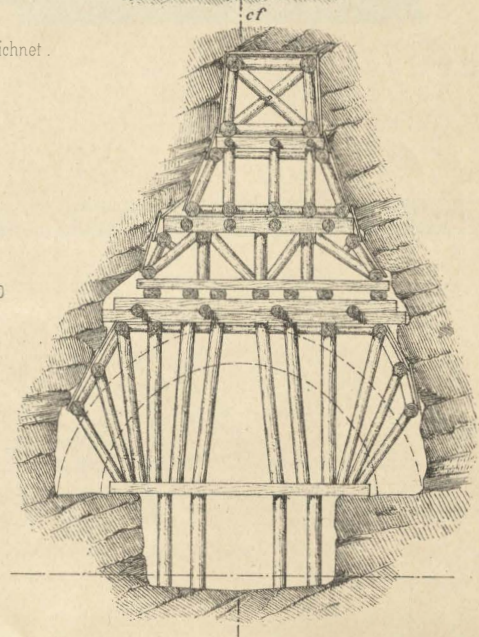




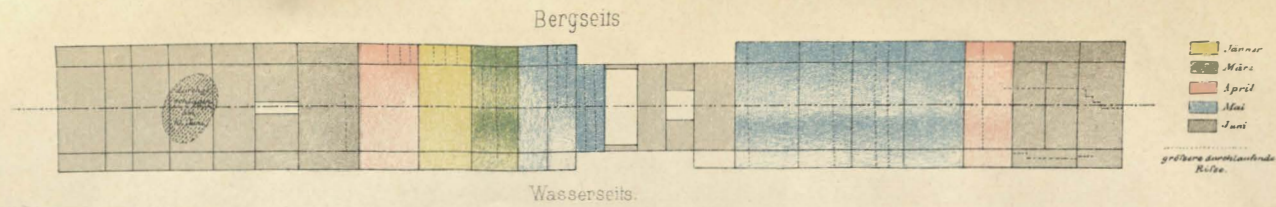
Die Profile sind vom Ausgang  
gegen Tunneleingang gesehen gezeichnet.



Mafsstab 1:150



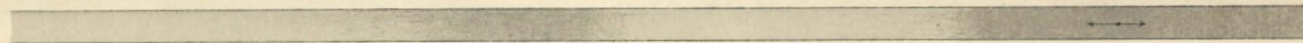
Beobachtete Druckerscheinungen an der Gewölbefläche (nach der Intensität der Farbe aufgetragen)



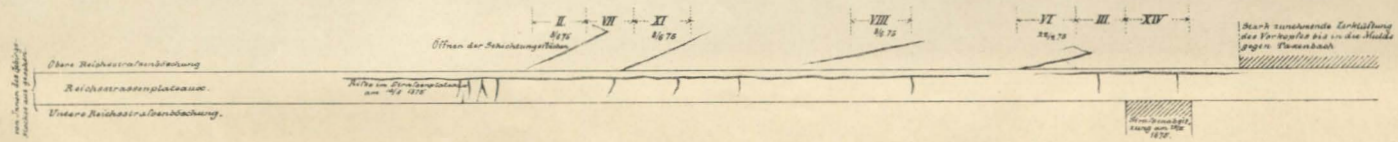
Beobachtete Druckerscheinungen vom Ausbruch der Ringe bis 10. Juni 75. (nach der Intensität der Farbe aufgetragen)



Fortschritt der Bewegung im Gebirge der durchtunnelten Nahe bis 10. Juni 75.



Beobachtete Druckerscheinungen an der Oberfläche des Gebirges bis 10. Juni 75.



Maßst. 1:750



Profil des Gebirgsgrades in der Richtung m.l.v.

Profil a.

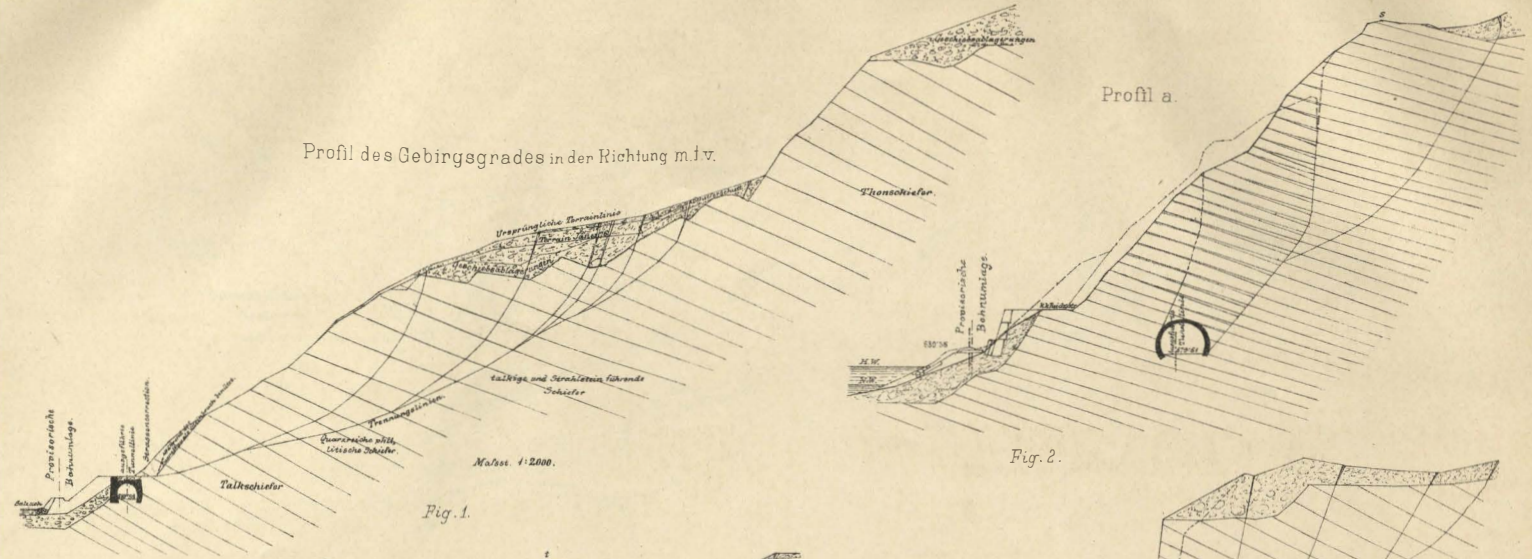


Fig. 1.

Fig. 2.

Profil b.

Profil c.

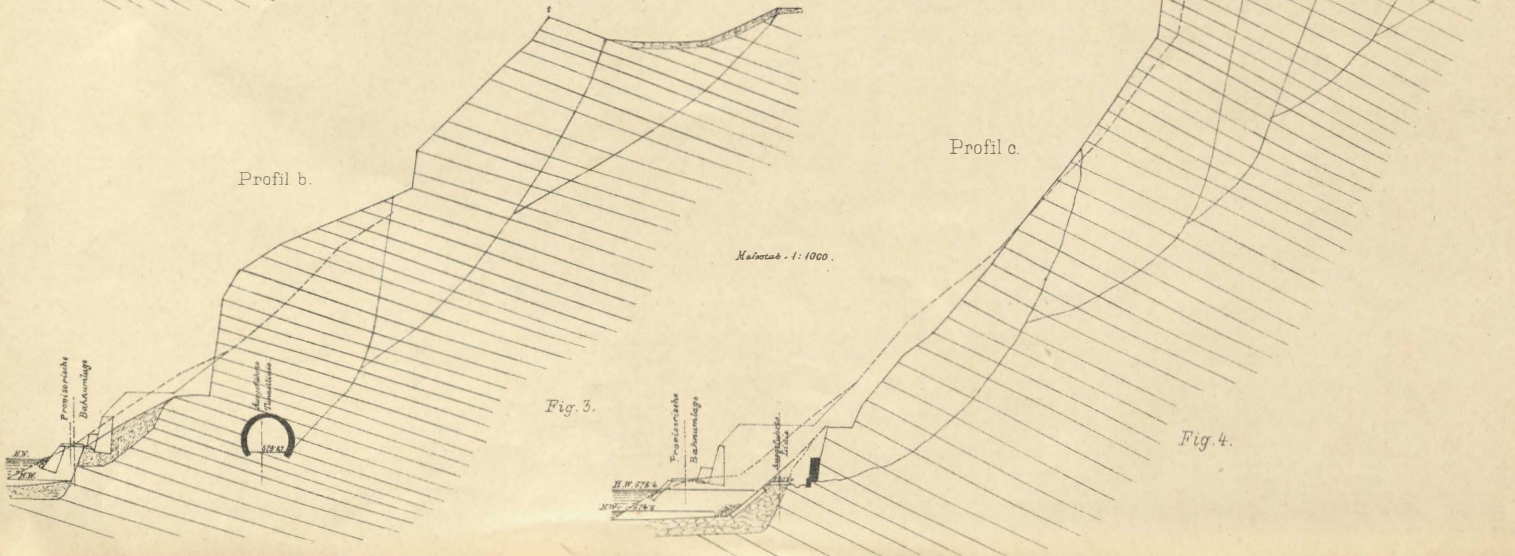
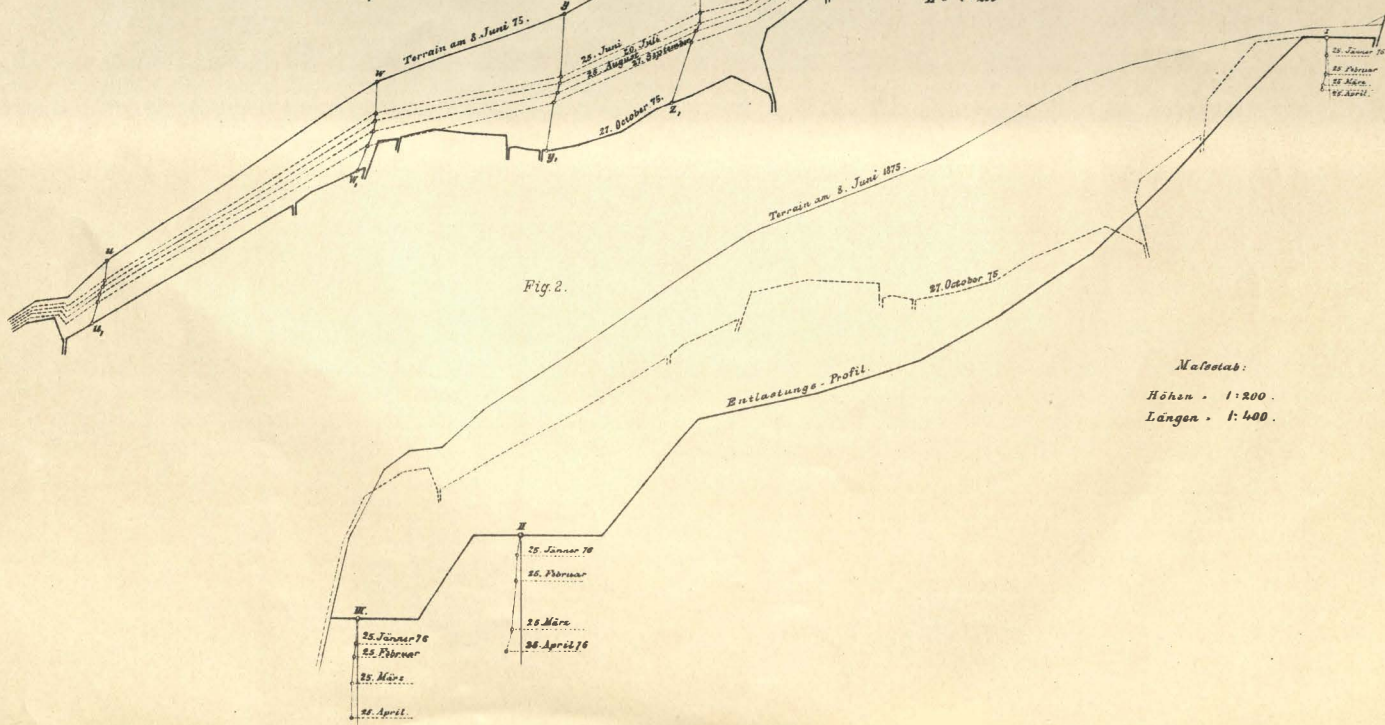
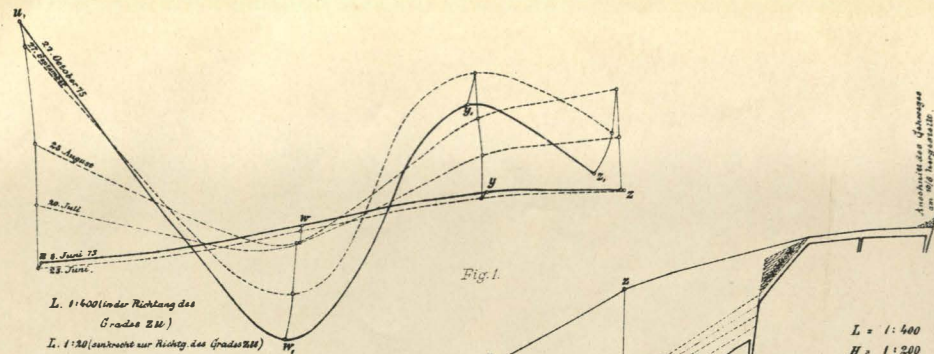


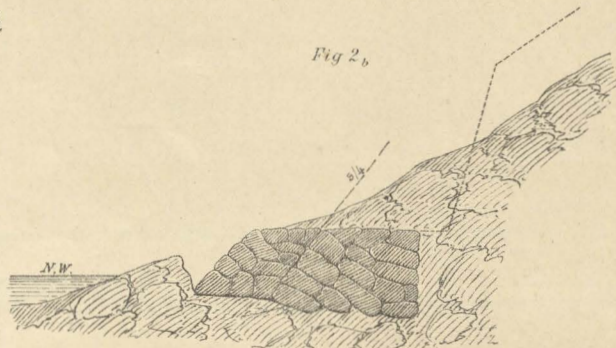
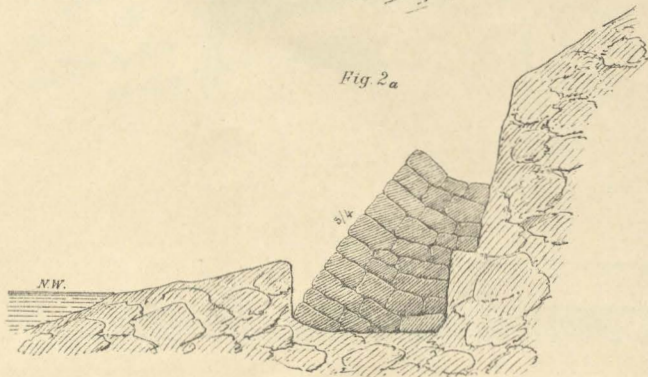
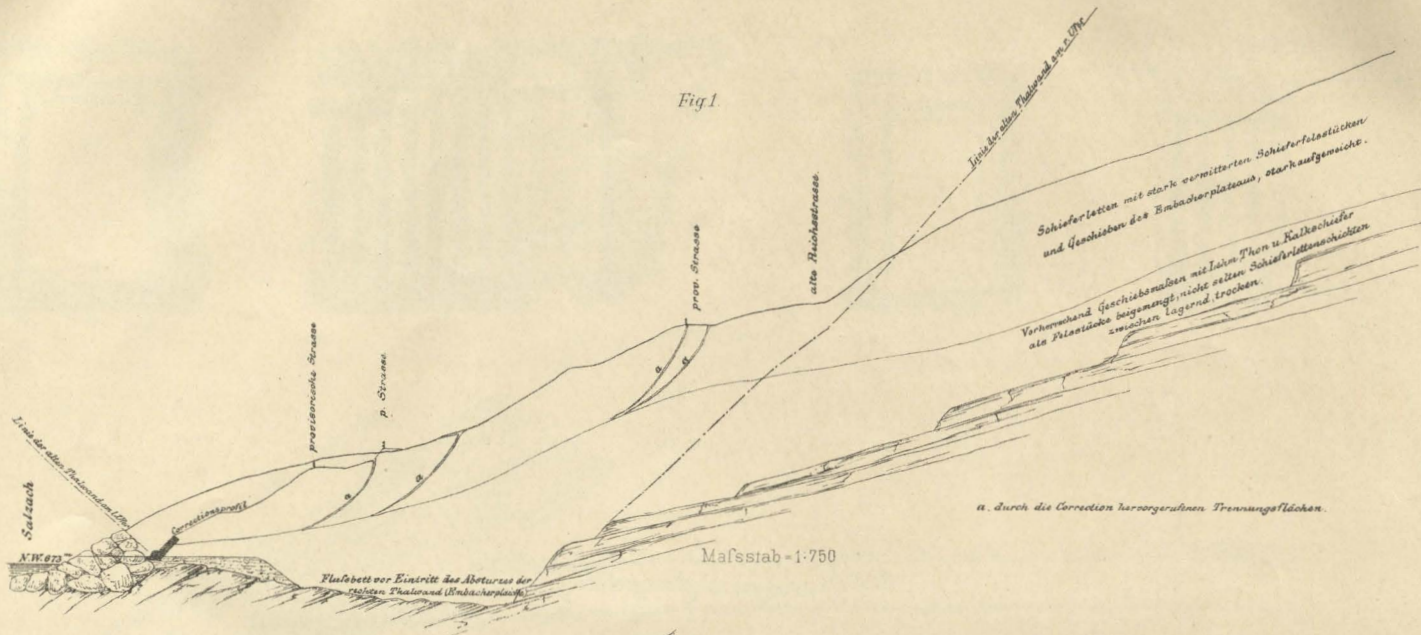
Fig. 3.

Fig. 4.

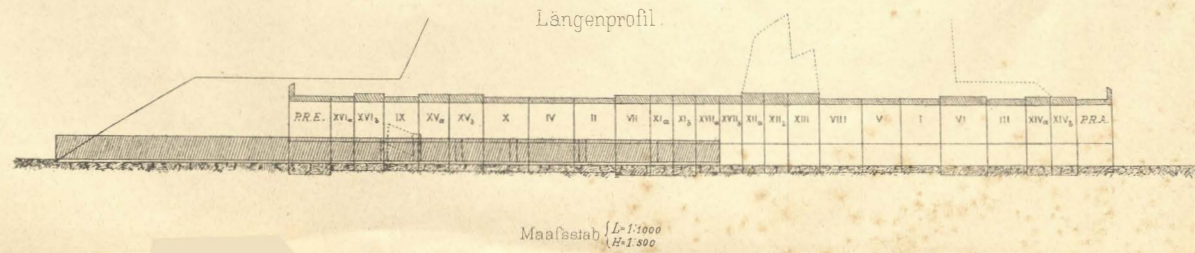
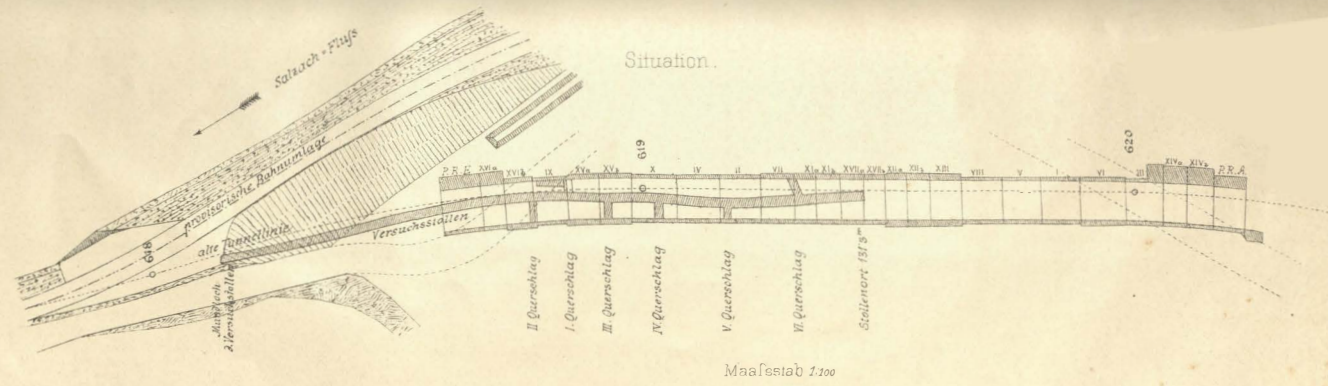
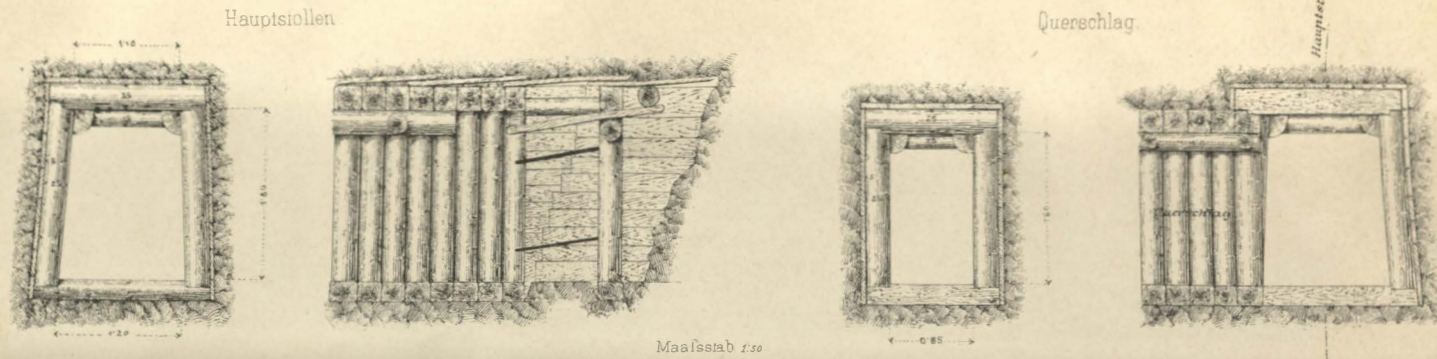




PROFIL DER SALZACHCORRECTION I IN DER RICHTUNG m n.

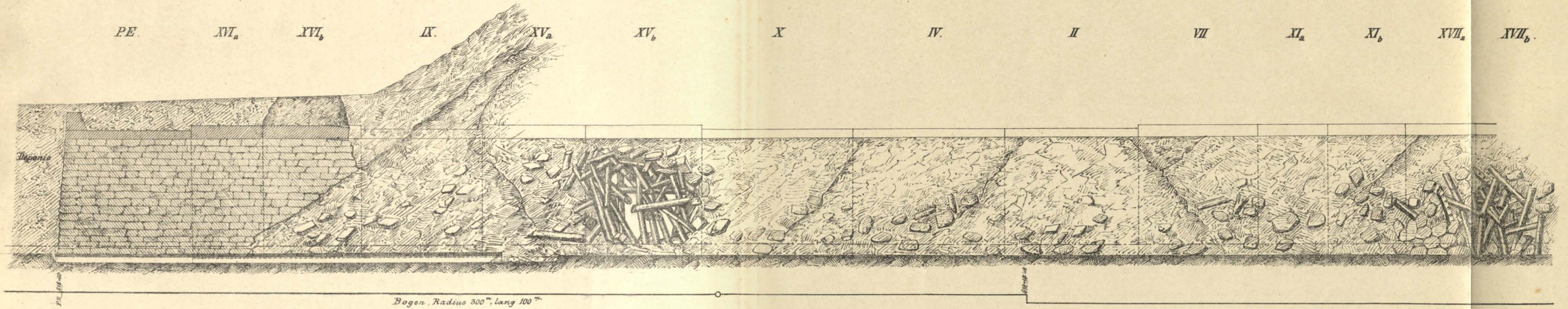


VERSUCHSTOLLEN AM UNTERSTEIN.



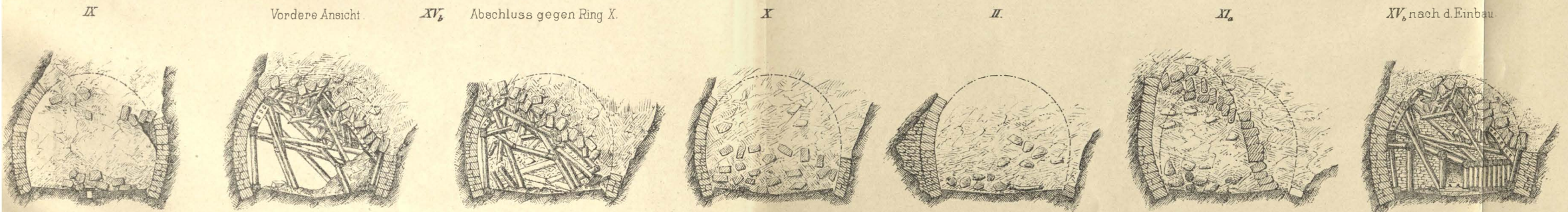


RESULTATE DES VERSUCHSTOLLEN.



<p>Anmerkung.</p> <p>Die in diesem Ringe vorgenommene Steinunterstützung wurde ohne Veränderung vorgefunden. Druckabmessung wurde keine beobachtet.</p>	<p>In Ringe XVIa wurde ganz dieselbe Beobachtung wie im P.R. Tunnelgang gemacht.</p>	<p>In diesem Rg wurde Schutz der Rg II vorgefunden, die Schichtung verläuft von Innen nach Außen. Druckabmessung war keine zu beobachten. Durch die an beiden Seiten abdrückten Gesteinsschichten ergab sich das Profil des Strahls d. Rg. II, mit dem unten geschichteten S. Kies von Rg. II gleichlaufend.</p>	<p>In Rg II fand sich Schutz des durchgehenden Rg. II und der nach getriebenen Gänge gemacht. Das Profil ergab sich wie in Rg. II nach der unten abdrückten Schichtung zu II. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In Rg. III wurde Mauerwerk von Rg. II u. XVI in Stellen angetroffen, auf die Länge von 75 m Höhe von Rg. II (gegen Ende des Ringes) waren geringe Druckabmessungen zu verzeichnen.</p>	<p>In Rg. III wurde Mauerwerk ein 6 m langer Fortraum aufgedeckt, welcher durch die nach links gerichtete Gesteinsschichtung gebildet erscheint. Die nähere Detail über den Rand des Ringes sind aus den unten angegebenen Profilen zu entnehmen, ebenso ist die Art des Einbaues für den Stellenbau. Besonders Druckabmessungen waren nicht zu beobachten.</p>	<p>In diesem Ringe wurde der Schutz mit dicken Brettern und Lärchenholz gebohrt. Die Mauersteine waren meist von Conglomerat vom Rg. II der Verlauf der Schichtung der Schutzsteine war ein ziemlich gleichmäßig von Innen nach Außen. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In diesem Ringe wurde der Schutz mit dicken Brettern und Lärchenholz gebohrt. Die Mauersteine waren meist von Conglomerat vom Rg. II der Verlauf der Schichtung der Schutzsteine war ein ziemlich gleichmäßig von Innen nach Außen. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In diesem Ringe wurde der Schutz mit dicken Brettern und Lärchenholz gebohrt. Die Mauersteine waren meist von Conglomerat vom Rg. II der Verlauf der Schichtung der Schutzsteine war ein ziemlich gleichmäßig von Innen nach Außen. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In Ringe II nahe die Gesteinsschichtung des Schuttes nach mehr als 118 m angefahren. Nach dem späteren festgestellt wurde, dass die Schichtung links, stellte sich das Profil nach unten in II angeführten Kies. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In Rg. XI wurde der Schutz mit dicken Brettern und Lärchenholz gebohrt. Die Mauersteine waren meist von Conglomerat vom Rg. II der Verlauf der Schichtung der Schutzsteine war ein ziemlich gleichmäßig von Innen nach Außen. Druckabmessung war keine zu beobachten.</p>	<p>In Rg. XI, neben die Dichte der Schutzmauer, war keine besondere Beobachtung zu verzeichnen.</p>	<p>In Rg. XII, fand sich ein Stück von einem Holz und Lärchenholz. Die Dichte der Schutzmauer gegen Rg. II im Abnehmen, gegen Rg. III, zeigte sich die gleiche Holzart des Strahls d. Rg. II, mit dem unten geschichteten S. Kies von Rg. II gleichlaufend.</p>
---	--	--	---	---	---	--	--	--	---	--	---	---

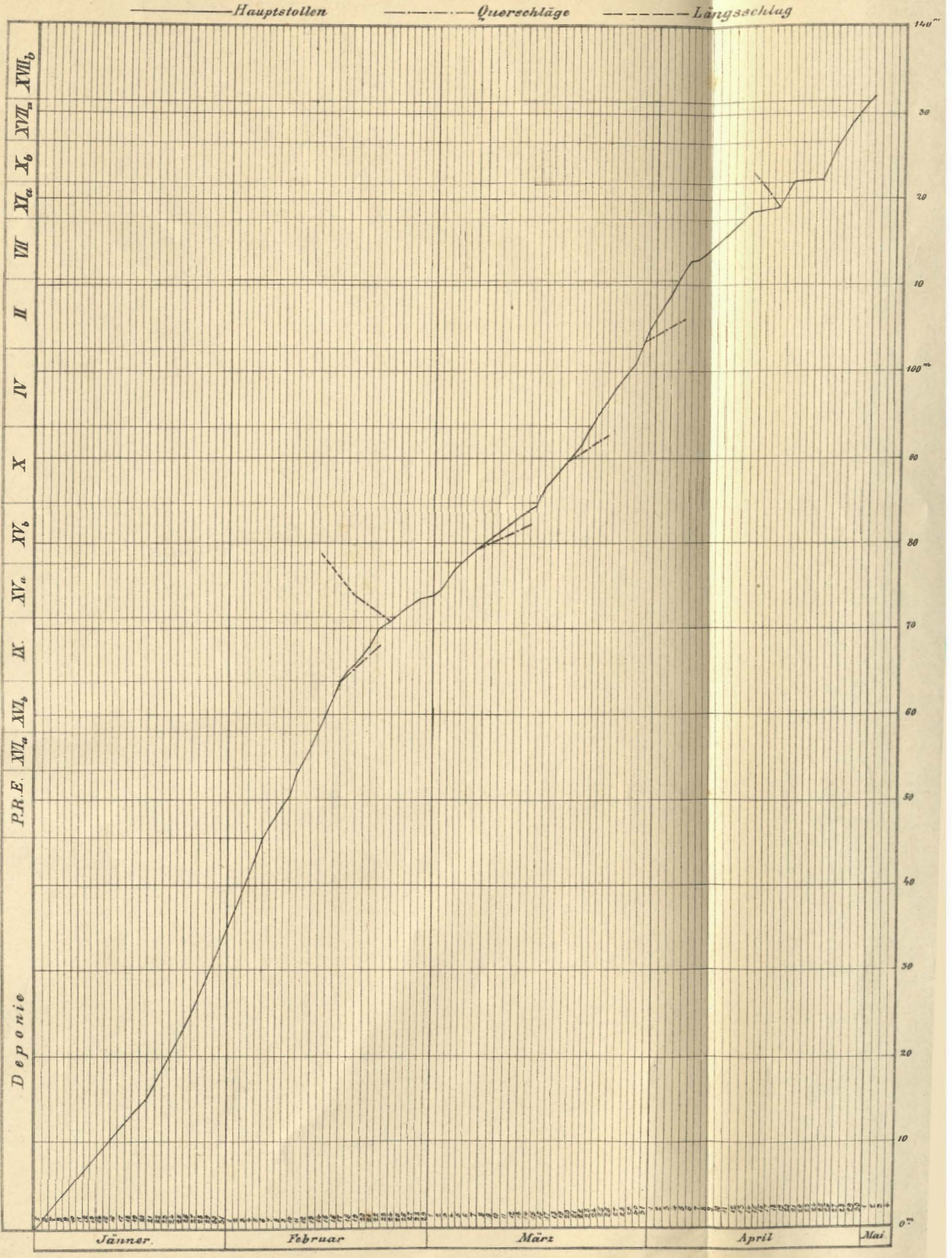
Stollenort in XVIIb



Maßstab 1:200



FORTSCHRITTSLÄNGENPROFIL DES VERSUCHSTOLLEN





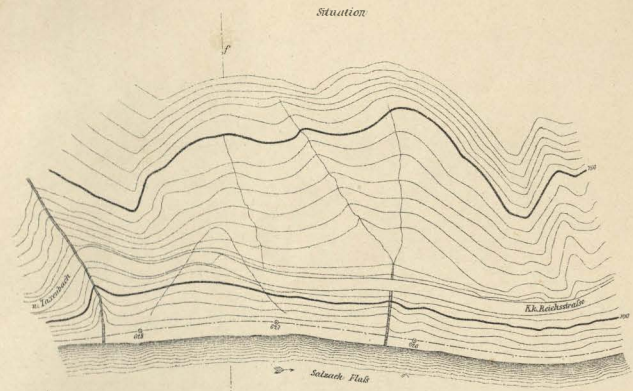


Fig. 1.

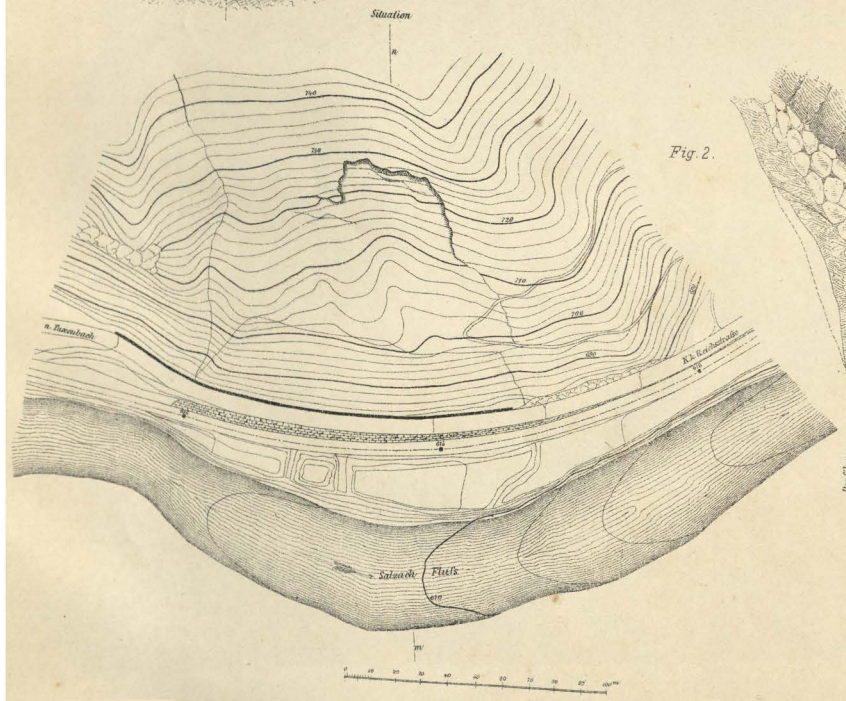
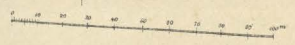
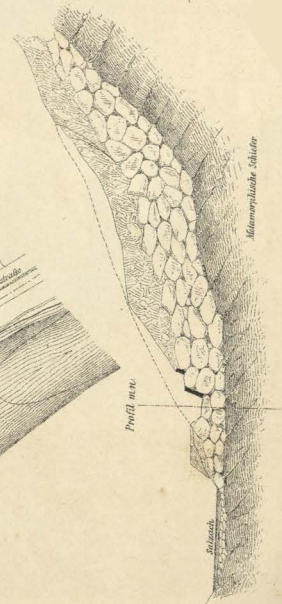
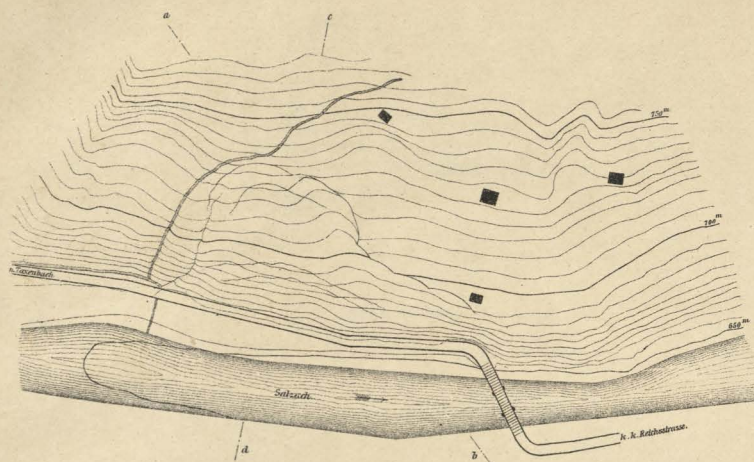


Fig. 2.



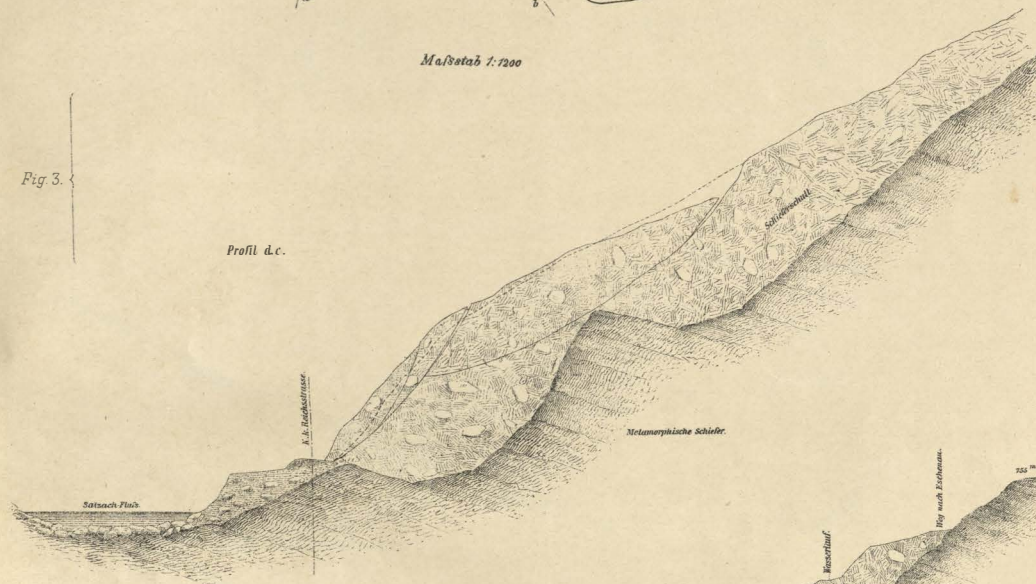
Situation.



Maßstab 1:1200

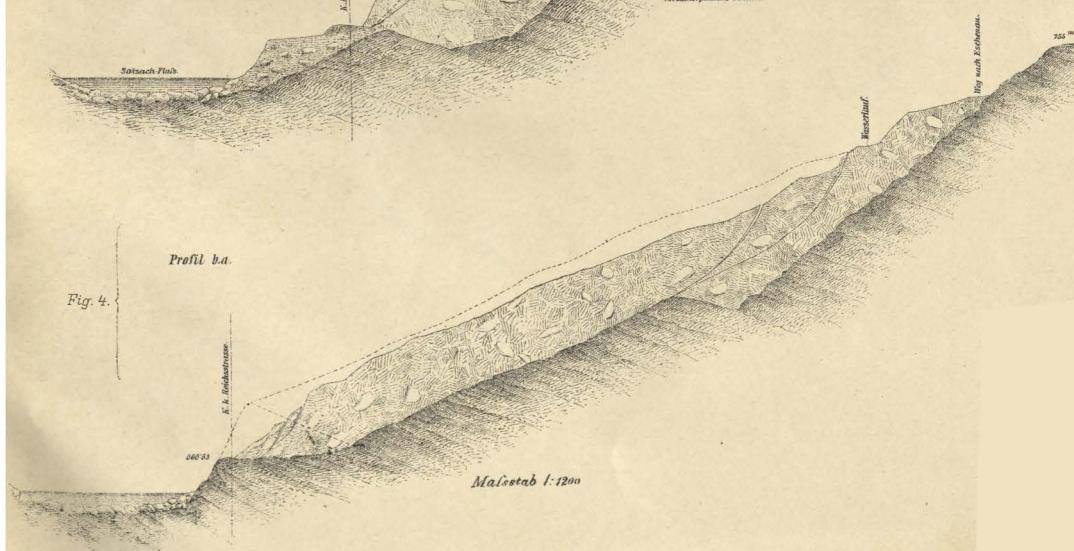
Fig. 3.

Profil d.c.



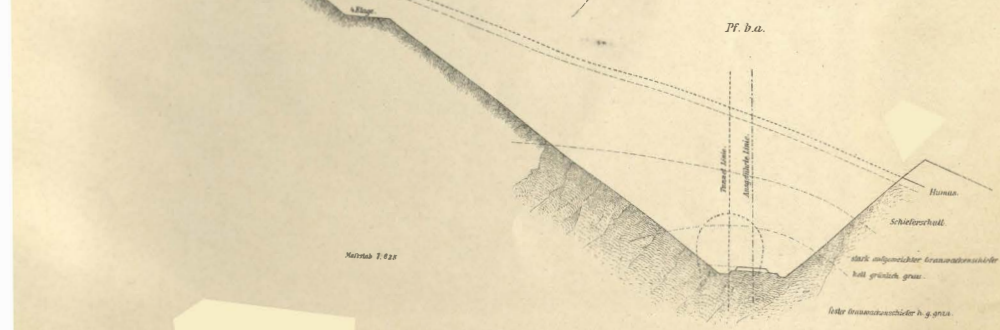
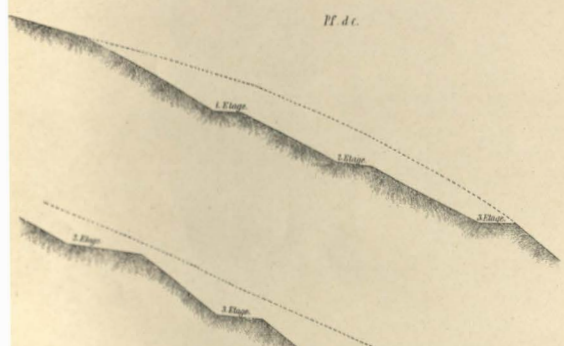
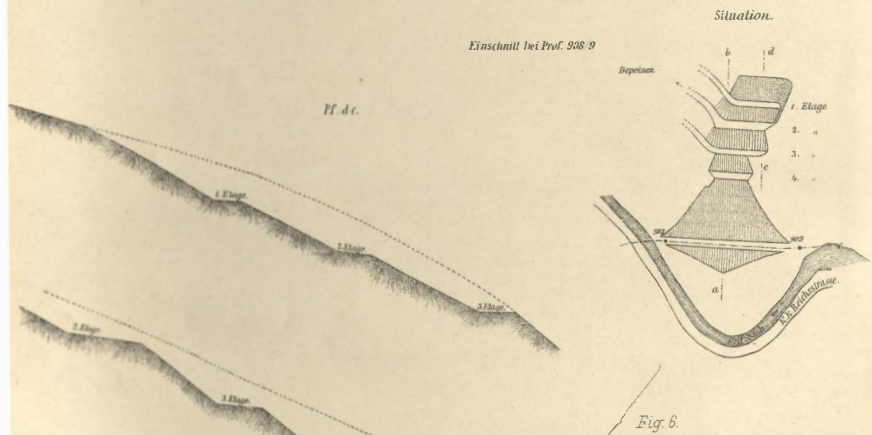
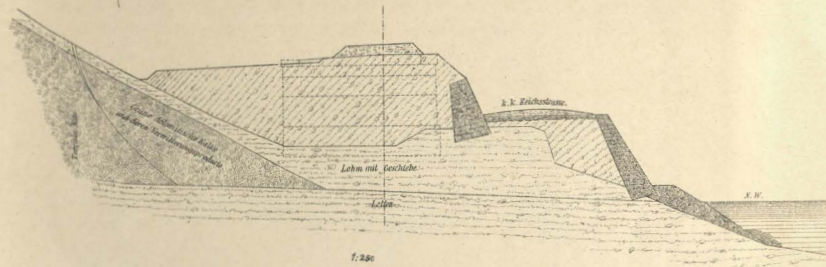
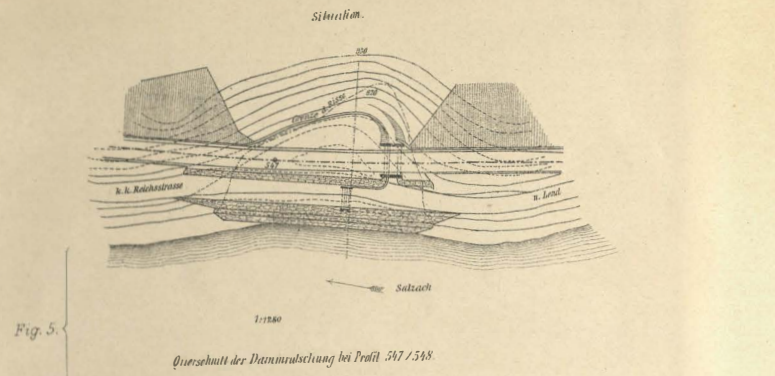
Profil b.a.

Fig. 4.



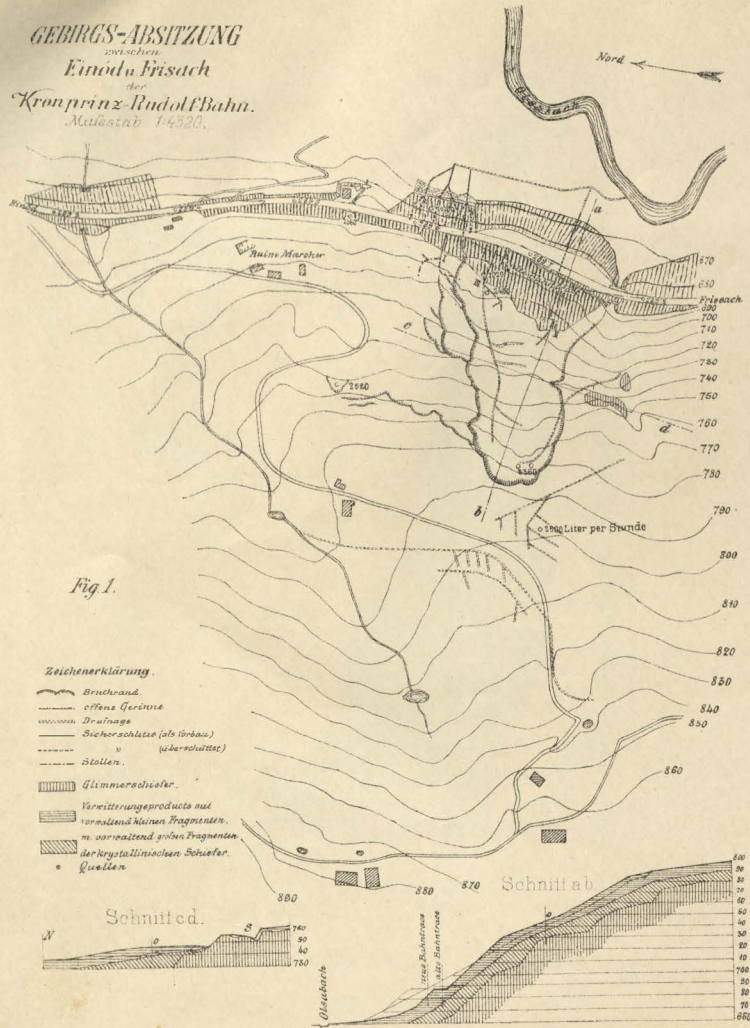
Maßstab 1:1200





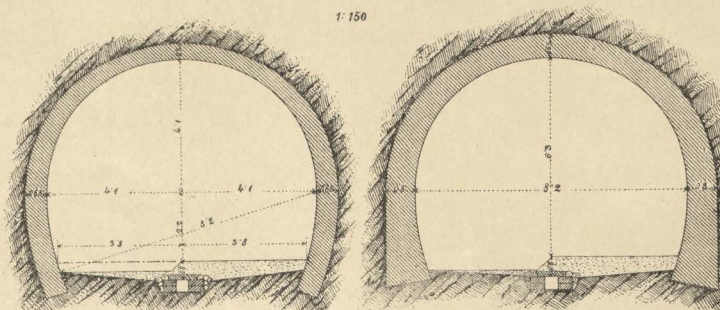
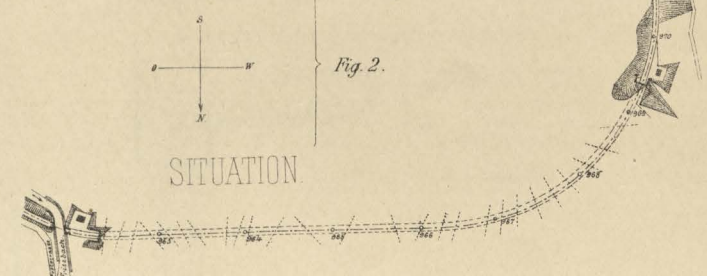
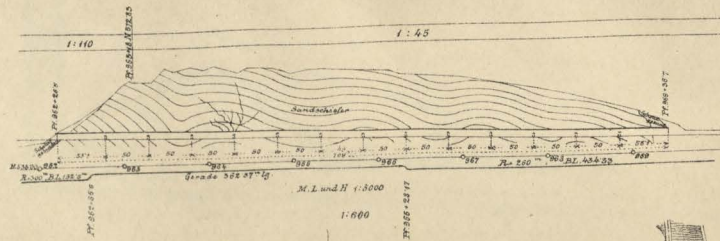
ABSATZUNGEN UND RUTSCHUNGEN AN SCHUTTHALDEN  
VON  
GESTEINEN ALTERER FORMATIONEN.

GEBIRGS-ABSATZUNG  
zwischen  
Einöden Frisach  
der  
Kronprinz-Rudolf-Bahn.  
Maßstab 1:4320.



TUNNEL BEI BISCHOFSHOFEN.

GEOLOGISCHES LANGENPROFIL.



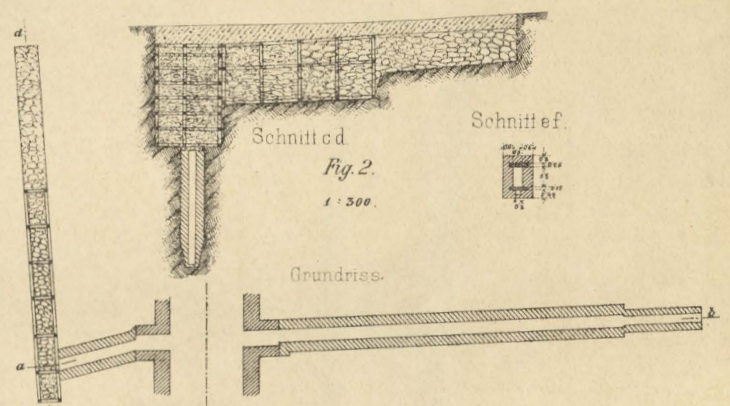
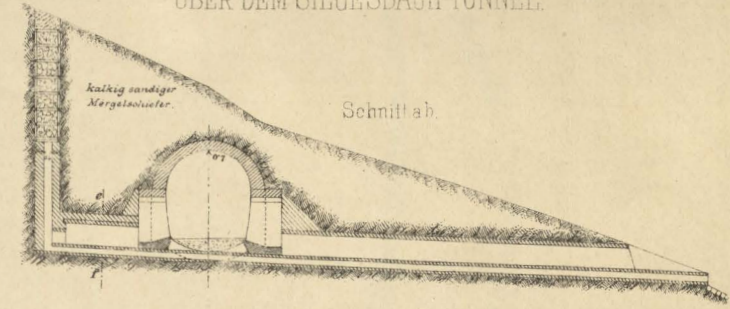


GEOLOGISCHE KARTE UND PROFIL DER STRECKE  
EBENSEE-TRAUNKIRCHEN DER SALZKAMMERGUTBAHN.

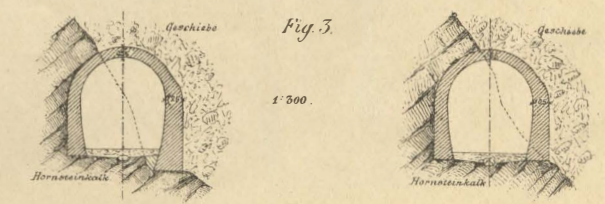


1 Dolomit	4 Hornstein Kalk	7 Aptischen Kalk	10 Retzeleser Schotter
2 Dolomitischer Kalk	5 Kalkig sandige Mergelschiefer	8 Rofsfelder Schichten	11 Bergschutt
3 Lias Kalk	6 Brachiopodenreiche Kalk	9 Yacoms Mergel	12 Alluvium
Trias		Jura	Tertiär

ENTWÄSSERUNG DER MULDE VON KALKIG, SANDIGEM-MERGELSCHIEFER  
OBER DEM SIEGESBACH-TUNNEL.



PROFILE DER UNTERFAHRUNG DES ATLEN SIEGESBACHBETT



Tunnelring gegen Grundten      Tunnelring gegen Ebensee:



DAS HAUSRUCKGEBIRGE

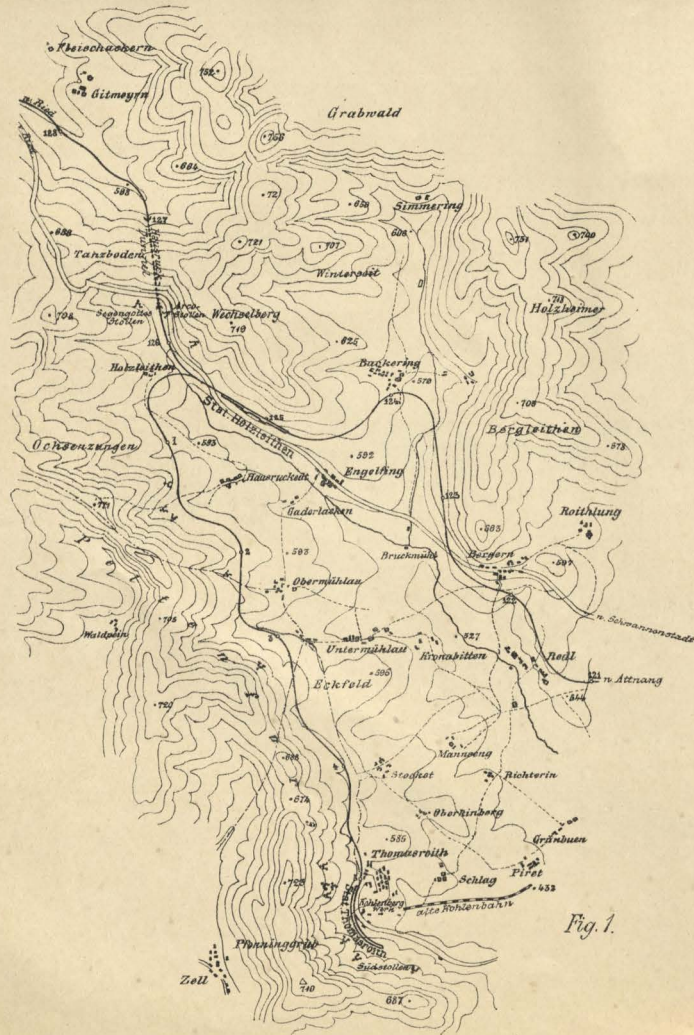


Fig. 1.

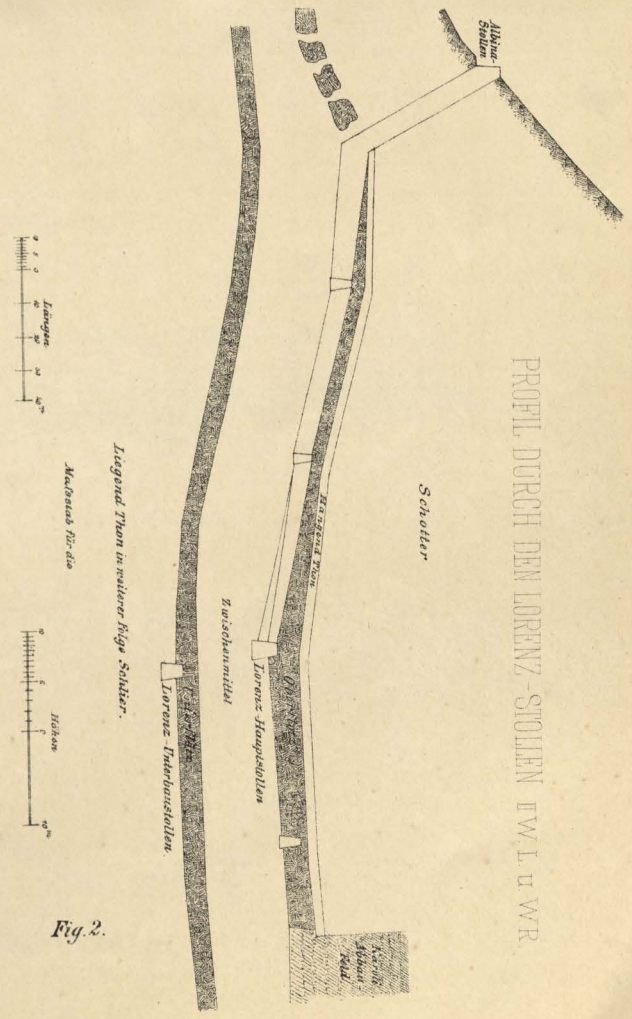
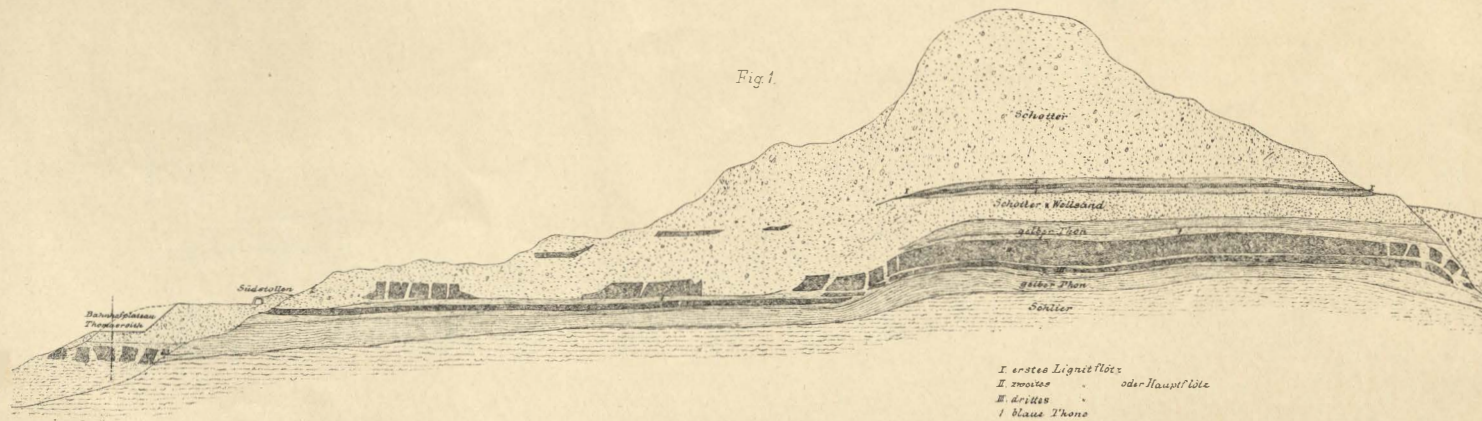
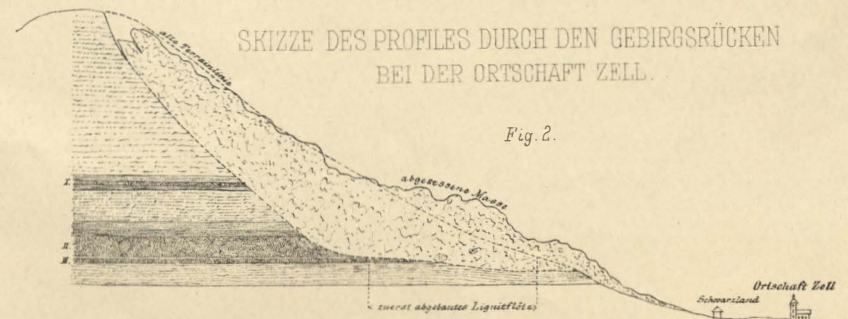


Fig. 2.

PROFIL DURCH DEN SÜDSTOLLEN  
BEI THOMASROITH



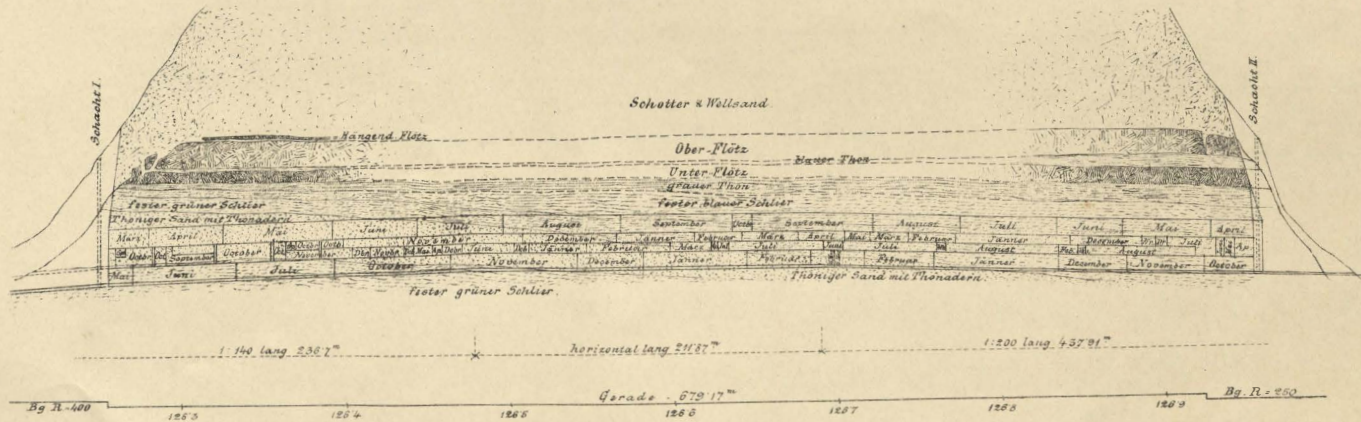
SKIZZE DES PROFILES DURCH DEN GEBIRGSRÜCKEN  
BEI DER ORTSCHAFT ZELL.



Maßstab.  
Längen-1:3000.  
Höhen-1:800.



GEOLOGISCHES LÄNGENPROFIL (UND ARBEITS-PLAN)  
DES HAUSRUCKTUNNELS.

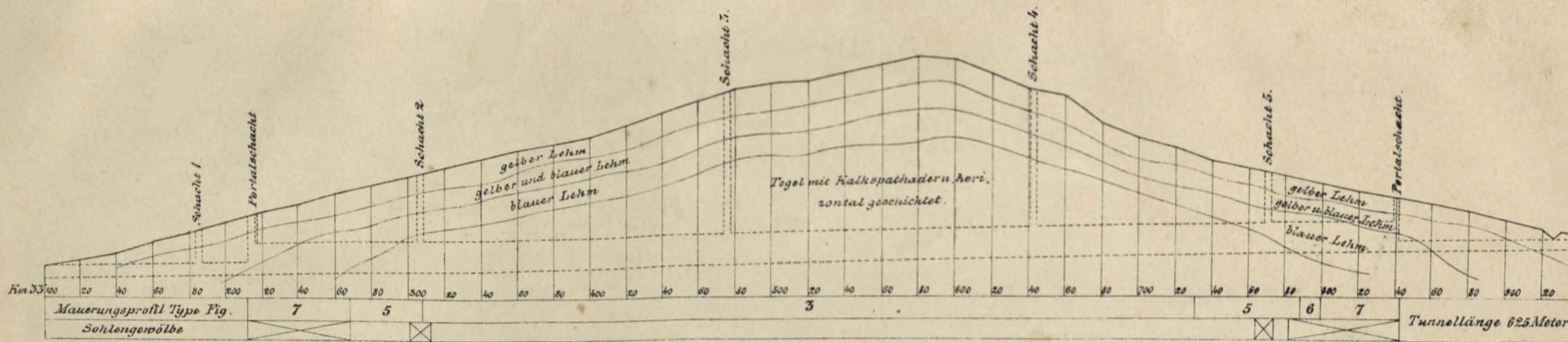


Fester grüner Schlier												Fester blauer Schlier											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
1883	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904		

Maßstab:  
Längen = 1:3000  
Höhen = 1:600



GEOLOGISCHES LÄNGENPROFIL DES TUNNEL BEI MEHBURG LINIE SCHAESSBURG KRONSTADT.



Längen 1:3000, Höhen 1:1500.

MAUERUNGSPROFILE

Type Fig. 3.

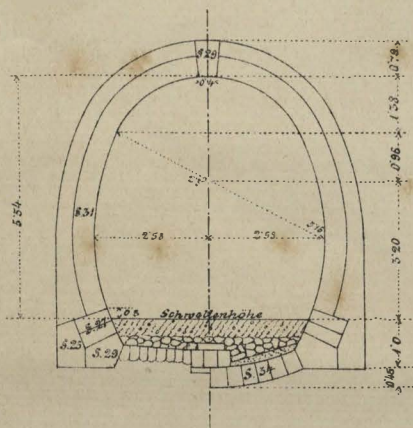


Fig. 5.

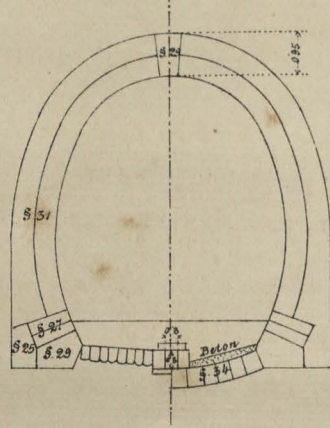


Fig. 6.

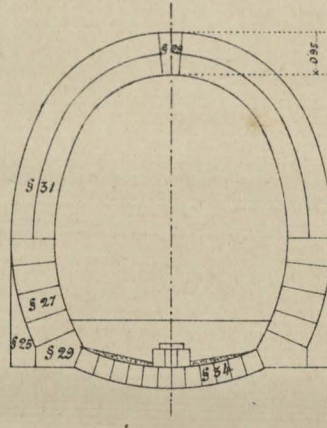
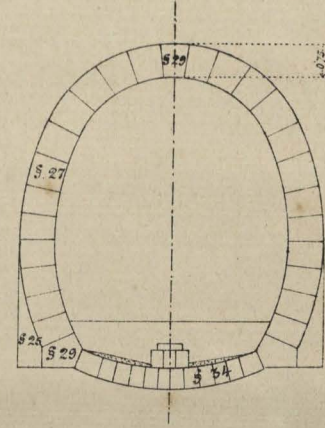


Fig. 7.



S 25 Bruchsteinmauerwerk  
 S 27 Hacksteinmauerwerk  
 S 28 Quadernmauerwerk.  
 S 31 Ziegelmauerwerk  
 S 34 Gewölbe aus Hackelsteinmauerwerk.

Lichtfläche 26729m.

Quadratmeter

Ausbruch	42.03
Ziegel	11.59
Hausteine	2.71
Bruchstein	1.30

	44.69
	13.48
	3.50
	1.30

	44.69
	9.54
	7.37
	1.87

	40.60
	-
	12.80
	1.75

Maßstab 1:150.