

GEOLOGISCHE ERFAHRUNGEN IM TALSPERRENBAU

Vortrag

gehalten in der Versammlung der Fachgruppe der Bau- und Eisenbahn-Ingenieure
des Österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines am 30. Jänner 1913

von

Ing. MAX SINGER

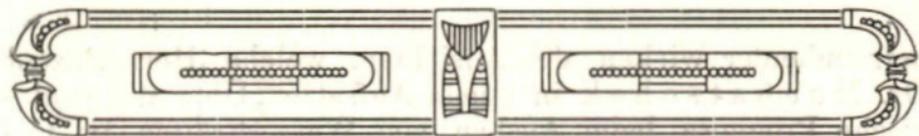
Inspektor bei der k. k. Eisenbahnbaudirektion.

*Sonderabdruck aus der „Zeitschrift des Österr. Ingenieur-
und Architekten-Vereines“ 1913, Nr. 20 u. 21*



Wien 1913

Verlag für Fachliteratur Ges. m. b. H.
Berlin — WIEN — London.



Meine heutigen Ausführungen betreffen die geologischen Vorbedingungen für die Anlage von Talsperren in den Ostalpen, einen Gegenstand, den ich an dieser Stelle im Jahre 1909 im Rahmen eines Vortrages*) behandelt habe und zu dem in der Diskussion über diesen Vortrag**) u. a. auch Herr Univ.-Dozent Dr. F. Machatschek Stellung genommen hat. Ich wiederhole das Wesentlichste meiner damaligen Ausführungen:

„Bei ostalpinen Tälern ist der Felsgrund oft in ganz unglaublicher Weise ausgetieft und nachher wieder mit Schlamm, Geschiebe und Trümmermassen ausgefüllt. Dies gilt sogar für einzelne Klammstrecken und man muß die Frage der Fundierung mit um so größerer Vorsicht behandeln, als nur zu oft herabgestürztes Trümmerwerk für anstehenden Fels gehalten wird, der in Wahrheit erst 30 oder 40 m unter Tag liegen mag. Ich kann bei diesem bautechnisch wichtigen Phänomen, über das ich ein reiches Erfahrungsmaterial besitze, hier nicht länger verweilen und will nur kurz an die bekannten Schwierigkeiten der Brückenfundierungen am oberen Ende der Gasteiner Klamm, an den verunglückten Wehrbau am Ausgang der Salzachöfen bei Golling und an die unter großen Kosten mit Hilfe zweier Kaissons erst nachträglich bewirkte Fundamentvertiefung der Celinasperre erinnern.“

Die seither bei dem Bau der Talsperre in der Saalach nächst Reichenhall gewonnenen Erfahrungen sowie die Bohrungen für die projektierten Talsperren in der Erlauf haben diese Voraussage voll auf bestätigt. Um so

*) „Über Flußregime und Talsperrenbau in den Ostalpen“. „Zeitschrift d. Österr. Ing.- u. Arch.-Vereines“ 1909, Nr. und 51.

**) Desgleichen Diskussion. „Zeitschrift d. Österr. Ing.- u. Arch.-Vereines“ 1910, Nr. 26, 27 und 39.

befremdender wirken die Ansichten, welche Herr Dozent Dr. Machatschek in einem Aufsatze „Über die geologische Prognose beim Ausbau von Wasserkräften im Gebirge“ („Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Bau-dienst“ 1912, Heft 46) nunmehr entwickelt, wobei er unter anderem sagt:

„Nun steht es heute tatsächlich so, daß, während das Deutsche Reich und die Schweiz bereits auf zahlreiche, seit vielen Jahren bestehende große Wasserkraftanlagen blicken können, bei denen die Richtigkeit der von geologischer Seite gestellten Prognose aus der Erfahrung geprüft werden kann, es in den österreichischen Alpen noch nahezu keine größeren Stauanlagen gibt, weshalb von Erfahrungen noch nicht die Rede sein kann.“ . . . „Die großen Alpentäler sind in postglazialer Zeit, nachdem die präglazialen Verwitterungs- und Aufschüttungsmassen durch die eiszeitlichen Gletscher entfernt worden sind, vielfach zu gewiß sehr beträchtlicher Tiefe wieder aufgeschüttet worden.“ . . . „Es versteht sich aus dem Gesagten bereits von selbst, daß die Errichtung einer Staumauer von beträchtlicher Höhe nur auf frischem, möglichst wenig verwittertem Gestein erfolgen wird und daß daher die von der Verwitterung stärker angegriffenen oberflächlichen Partien vorher entfernt werden müssen. In dieser Beziehung steht es aber gerade in dem weitaus größeren Teile unserer Alpen recht günstig, da die Gletscher der Eiszeit alles ältere Verwitterungsmaterial und auch die oberflächlichen stark verwitterten Schichten ausgefegt und ausgehobelt und überhaupt durch Becken- und Riegelbildung der Anlage von Staubecken geradezu vorgearbeitet haben. Man wird daher zumeist nur sehr wenig tief gehen müssen, um vollkommen frisches Gestein zu erreichen*).“

Diese in sich nicht widerspruchsfreien Ansichten sind nachdrücklichst gegen meine eingangs erwähnten Ausführungen und wörtlich gegen meinen Leitsatz 2 gerichtet. Ich sehe mich daher veranlaßt, nicht nur über die seit

*) „Es sei dies besonders bemerkt, da vielfach die Meinung vertreten wird, daß infolge der ehemaligen Vergletscherung der Alpen in diesen besondere Schwierigkeiten für die Gründung und seitliche Einbindung des Mauerprofils bestehen. Ich glaube im Gegenteil, daß, wie oben gesagt, die alte Vergletscherung durch Wegschaffen des präglazialen Verwitterungsschuttens und Abhobelung der oberflächlichen Gesteinsschichten für die Anlage von künstlichen Staubecken geradezu die Wege gebahnt hat und überdies auch durch Becken- und Riegelbildung eher fördernd als nachteilig gewesen ist.“

meinem Vortrag neugewonnenen Erfahrungen im ostalpinen Talsperrenbau zu berichten, sondern auch das seinerzeit erwähnte ältere Erfahrungsmateriale der Fachwelt zur Prüfung vorzulegen. Um jedes zu fällige Moment auszuschalten, werde ich Beispiele aus allen Teilen der Ostalpen vorbringen und auch Forschungsergebnisse aus den Westalpen heranziehen. Und um nicht bloß persönliche Ansichten zu verfechten, will ich versuchen, aus den Beobachtungen Schlüsse allgemeiner Natur und Erfahrungsregeln für die Praxis abzuleiten. Ich werde also einen kleinen Ausschnitt meines Vortrages von 1909, durch Wort und Bild erweitert, gewissermaßen in der Vergrößerung vorführen.

Es obliegt mir vor allem der Nachweis, daß im ehemals vergletscherten Teil der Ostalpen die Felssohle der meisten Täler in beträchtlicher Tiefe unter dem heutigen Talboden liegt, daß also wirklich eine starke Verschüttung dieser Täler besteht und daß dieselbe vorwiegend eine Folge der einstigen Vergletscherung ist. Dieser Nachweis war schon im Jahre 1909 durch eine Reihe praktischer Bauerfahrungen gegeben. Die betreffenden Aufschlüsse über die Untergrundverhältnisse von Alpentälern wurden allerdings zum Teil bei Brückenbauten geschaffen. Für unsere Streitfrage ist die Art des Bauwerkes belanglos. Für die Talübersetzungen werden gerade so wie für die Talsperren die engsten Felsprofile gesucht, aber die tiefe Lage des Felsgrundes ist häufig ausschlaggebend für die Wahl von großen Spannweiten geworden. Ich werde insbesondere enge Durchbruchstäler, sogenannte Klammern, vorführen, bei welchen auch „der morphologisch geschulte Blick des Gutachters“ zur Annahme von hochliegendem Felsgrund verleitet würde. Bei der Zusammenstellung dieses noch nirgends veröffentlichten Erfahrungsmateriale wurde ich von meinen Fachgenossen aufs tatkräftigste unterstützt, wofür ich denselben auch an dieser Stelle aufrichtigen Dank sage.

I. Bauerfahrungen.

Ich bespreche die einzelnen Talstrecken in geografischer Ordnung und beginne, von West nach Ost fortschreitend, mit einigen Beispielen von der Nordseite der Alpenkette.

1. *Trisannaschlucht.*

Abb. 1 zeigt den Längenschnitt der rund 120 m flußauf der Vereinigung von Rosanna und Trisanna ge-

legenen, 1883 bis 1884 erbauten **Trisannabrücke** der Arlbergbahn.

Die Aufschlüsse in der Talsohle wurden durch Probeschächte für den Bau und den projektierten Umbau der Brücke sowie bei dem 1902 ausgeführten Bau des Elektrizitätswerkes Pians erzielt. Bis 18 m unter der Bachsohle wurden nur grober Schotter und große Blöcke angefahren. Der Felsgrund liegt jedenfalls wesentlich tiefer. Die Brückenpfeiler wurden seinerzeit unter geschickter Ausnutzung der Felsflanken unabhängig von der Beschaffenheit der Talsohle angeordnet.

2. Das Inntal.

In der engen Felsschlucht zwischen Martinsbruck und Finstermünz deuten Grundmoränen, die bis an den Wasserspiegel reichen, auf tiefliegenden Felsgrund. Der Inndurchbruch bei Kufstein hat einen Alluvialboden von über 1 km Breite, aus dem zwei rings umschüttete Inselberge aufragen. In der ganzen österreichischen Innstrecke kenne ich keine hochliegende Felsschwelle. Das enge Durchbruchprofil der Pontlatzbrücke, zwischen Landeck und Prutz, hat nach den Aufschlüssen beim Umbau der Reichsstraßenbrücke eine sehr tiefliegende Felssohle und würde auch große Schwierigkeiten für die seitliche Einbindung einer Staumauer bieten (vergl. Abb. 2). Ich betone dies besonders, weil hier die Prutzer Talweitung abschließt und dies eine jener Stellen ist, von denen Herr Dr. Machatschek sagt: „Dort aber, wo das Becken nach unten sich verengt und zu Ende geht, darf im allgemeinen die geringste Mächtigkeit der lockeren Bodendecke vorausgesetzt werden . . .“ Tatsächlich wurden die Widerlager der Pontlatzbrücke auf liegenden Rosten im Schwemmsand gegründet.

Die maßgerechten Zeichnungen für die Abb. 1 und 2 verdanke ich Herrn Inspektor Ing. V. Köck in Landeck.

Das Felsbett der untersten Innstrecke von Pyret bis Passau liegt nicht mehr in den Alpen, sondern in der böhmischen Masse und findet seine Erklärung im Abschnitt III, Punkt 5.

3. Das Salzachtal.

Unterhalb der Krimmler Wasserfälle, die über eine Steilstufe von 1460 auf 1080 m Seehöhe herabstürzen, hat das Salzachtal bis Taxenbach zweifellos eine mächtige Verschüttung erfahren. Die Felsenge zwischen Taxenbach und Rauris-Kitzloch ist wahrscheinlich epigenetischer

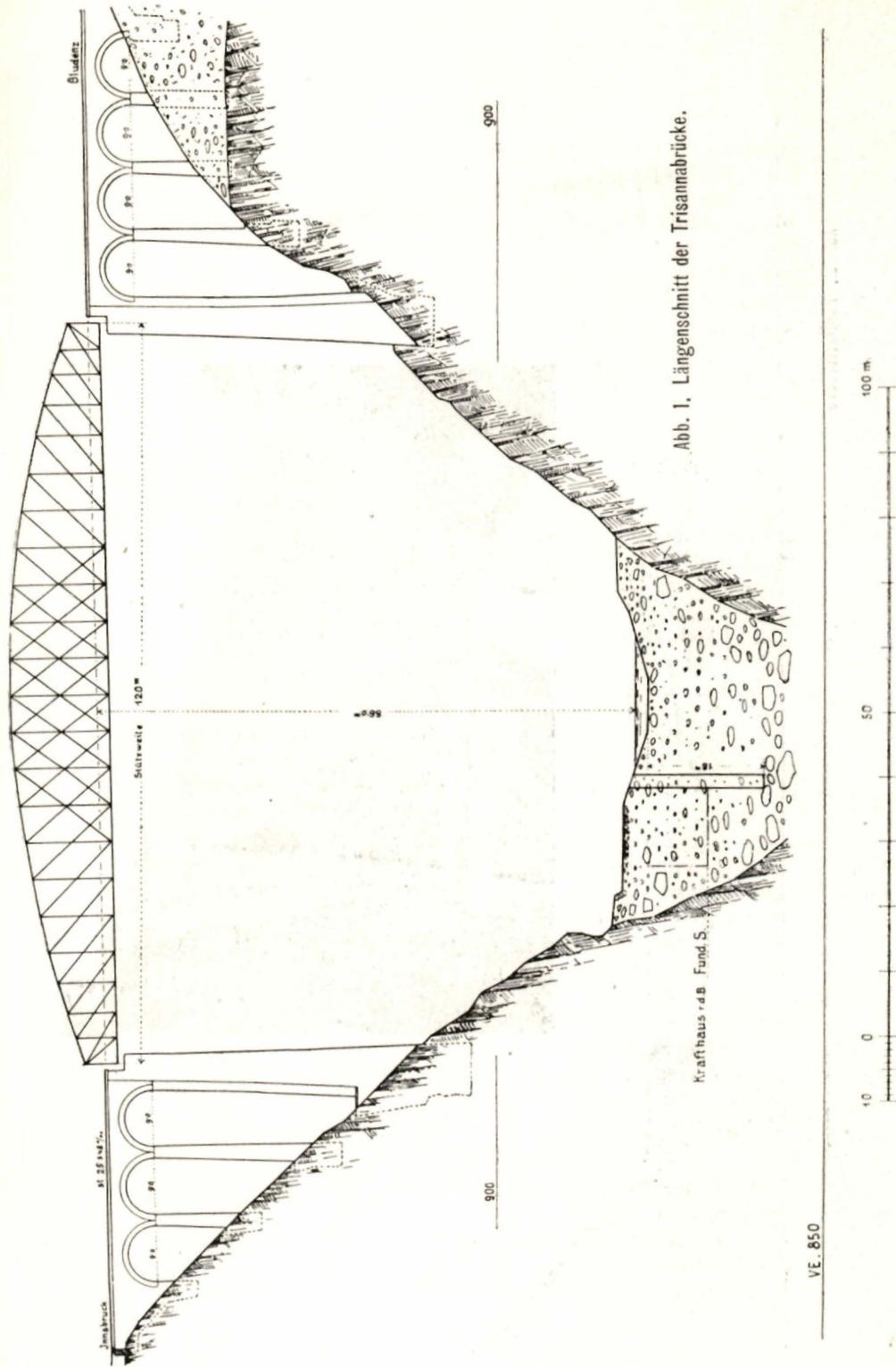


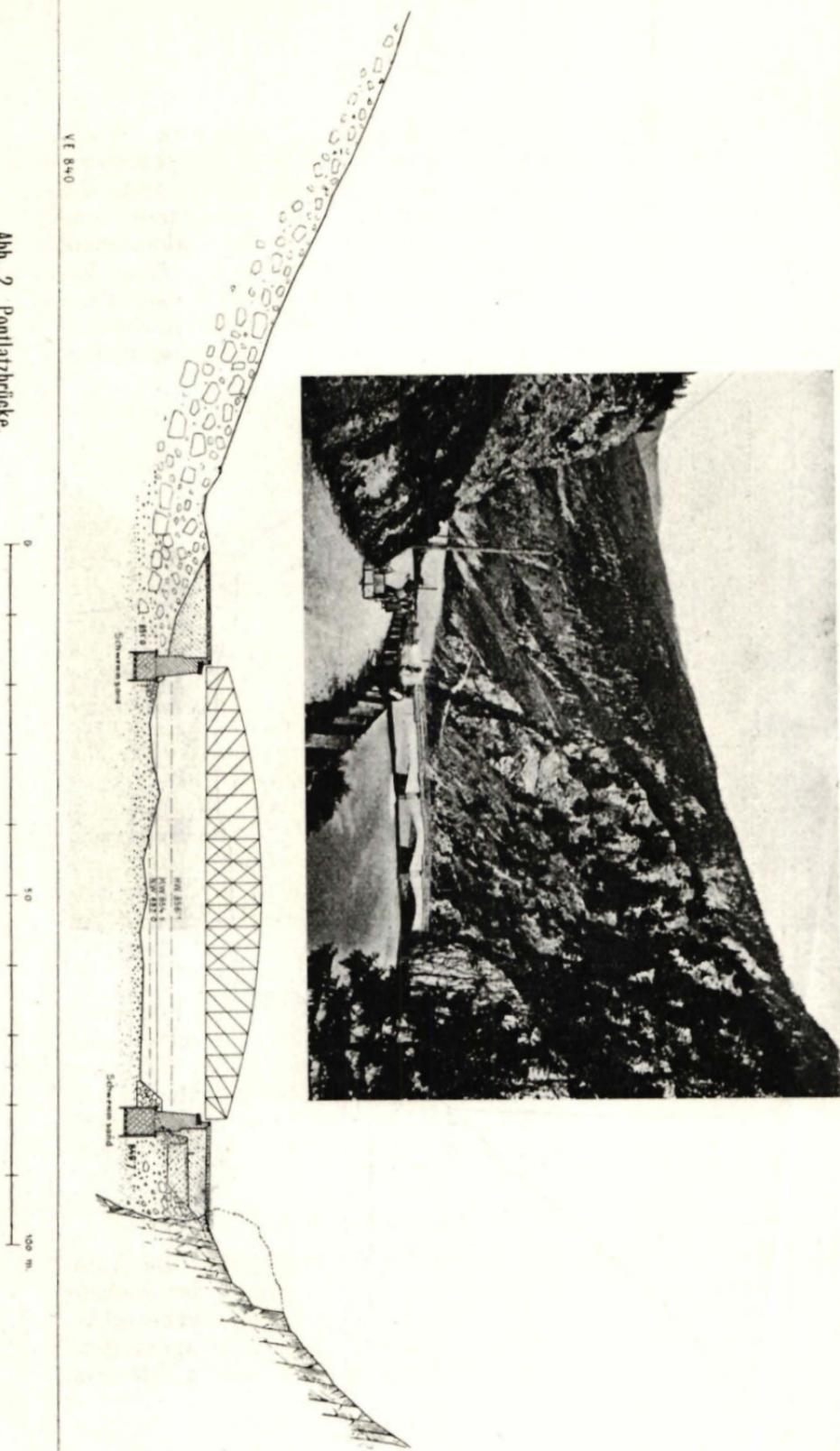
Abb. 1. Längenschnitt der Trisannabrücke.

Krafthaus rdB Fund S. 7

VE. 850

Vf 840

Abb. 2. Pontlatzbrücke.



Natur, gehört daher zu den besonderen Talstrecken, auf die ich später ausführlich zurückkomme. In der kurzen „Klamm“ bei Schwarzach erfolgt trotz der an den Ufern sichtbaren felsigen Abrasionsterrassen eine derart rasche Vertiefung der Sohle, daß der Bahnbestand mit Betonsinkwalzen verteidigt werden muß; eine Erscheinung, die nicht auf eine durchlaufende Felsschwelle hindeutet. Erst der Paß Lueg, in welchem die Salzach den Riesenriegel des Ofenauerberges durchschneidet,



Abb. 3. Klamm bei Lend.

scheint ein Durchbruchstal mit hochliegendem Felsgrund zu sein. Ich behandle zunächst noch den bestaufgeschlossenen Zubringer des inneralpinen Salzachgebietes, die Gasteiner Ache, und komme dann auf dieses berühmte Schluchtprofil noch besonders zurück. Im restlichen Lauf der Salzach unterhalb Paß Lueg findet sich nicht eine Spur von hochliegendem Felsboden.

4. Die Gasteiner Ache.

Die Nordrampe der Tauernbahn übersetzt die Ache dreimal mit offenen Brücken. Die Widerlager der höchstgelegenen, in der Nähe des Felsriegels der Pyrkershöhe stehen auf tiefen Pfahlrosten in mächtigen Sandablagerungen. Die mittlere Brücke bei Dorfgastein ist im breiten Talboden

auf gleiche Weise in Sand und Schlamm gegründet. „Dort, wo das Becken nach unten sich verengt und zu Ende geht“, also am oberen Ende der sogenannten Klam m bei Lend, liegt die dritte Bahnbrücke und noch weiter

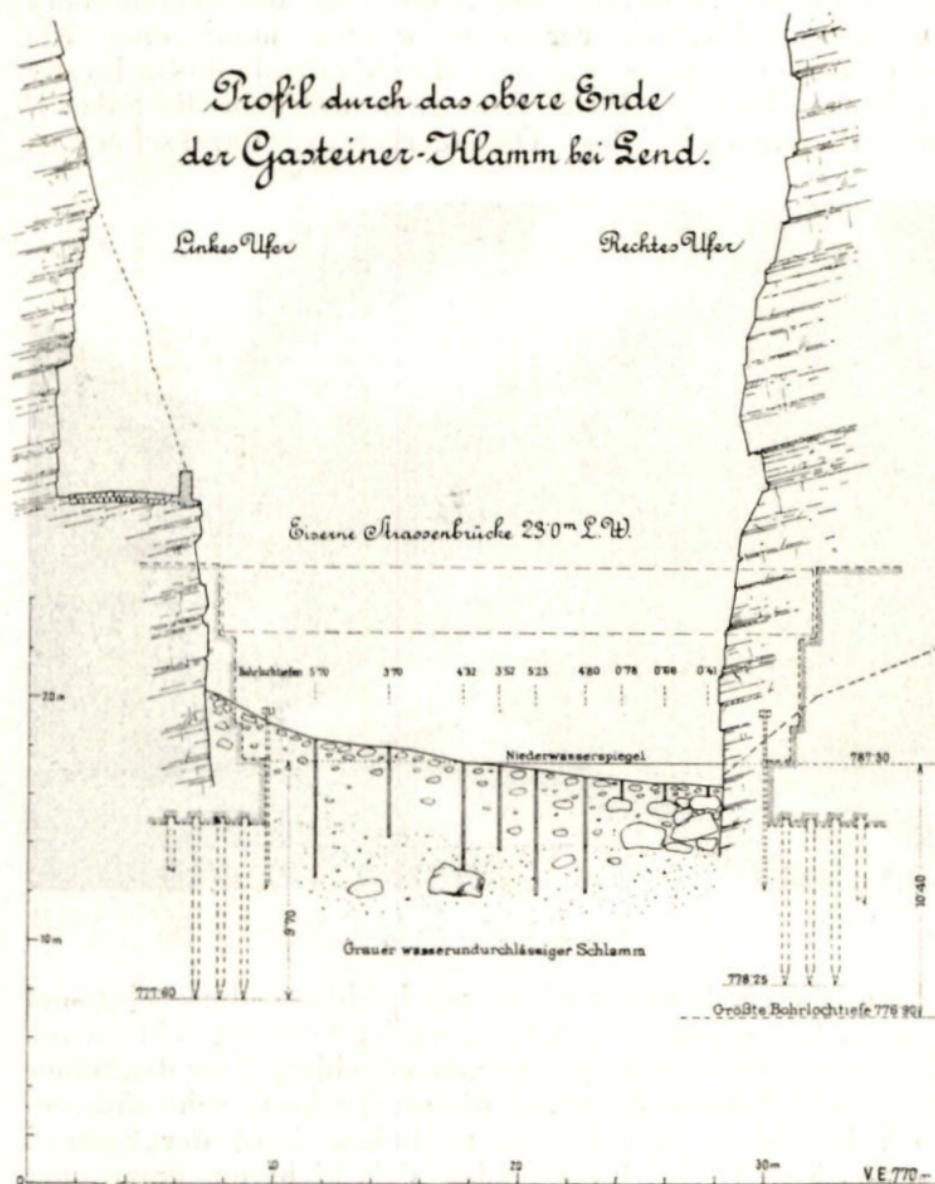


Abb. 4.

gegen die enge Felsschlucht eine offene Straßenbrücke (vergl. Abb. 3). An dieser verführerischen Stelle muß wohl der hochliegende Felsgrund vorhanden sein? Die Aluminium-Fabriks-A.-G. in Lend hat ihn für ihren Wehrbau durch eine Reihe von Bohrungen gesucht, aber nicht gefunden. Vier große Baugruben für die Widerlager schlossen nur grauen

Ton schlamm auf und die vier Mauerkörper mußten auch hier auf tiefe Pfahlroste gestellt werden. Abb. 4 zeigt das Profil der Bohrungen für das Wehr mit den Gründungstiefen der benachbarten Straßenbrücke.

5. Die Salzach-Öfen bei Golling.

Die vielbesuchten Salzach-Öfen zwischen Golling und dem Paß Lueg sind der Typus eines unausgebildeten reinen Erosionstales. Vom breiten Schotterboden der Gollinger Tal-



Abb. 5. Salzach-Öfen bei Golling.

weitung gesehen, ist der schmale Schlitz in den Bänken des Dachsteinkalkes kaum zu erkennen (vergl. Abb. 5). Diese Stelle hat in Fachkreisen eine gewisse Berühmtheit durch den kühnen Versuch erlangt, die Salzach durch eine Sperrmauer in die Öfen zurückzustauen und die Wasserkraft für elektrochemische Zwecke auszunutzen.

Oberingenieur W. F a e h n d r i c h, der mit dieser Anlage als erster die Ausnutzung der Großwasserkräfte Österreichs anbahnte, beschreibt die im Jahre 1897 naturgemäß überraschenden Erfahrungen in nachstehender Weise: „Als ich nach sehr kostspieliger Herstellung der Abdämmung für den Wehrbau in dem 5 m tiefen Flußbette die Aushub-

arbeiten bei kolossalem Wasserandrang, den zu bewältigen drei große, mit Lokomobilen angetriebene Zentrifugalpumpen Tag und Nacht laufen mußten, auf 6 m unter Wasserspiegel getrieben hatte, zeigte sich, daß die vorher nach Sondier-

Profil des versuchten Wehrbaues
am Ausgang der Salzach-Öfen
bei Golling.

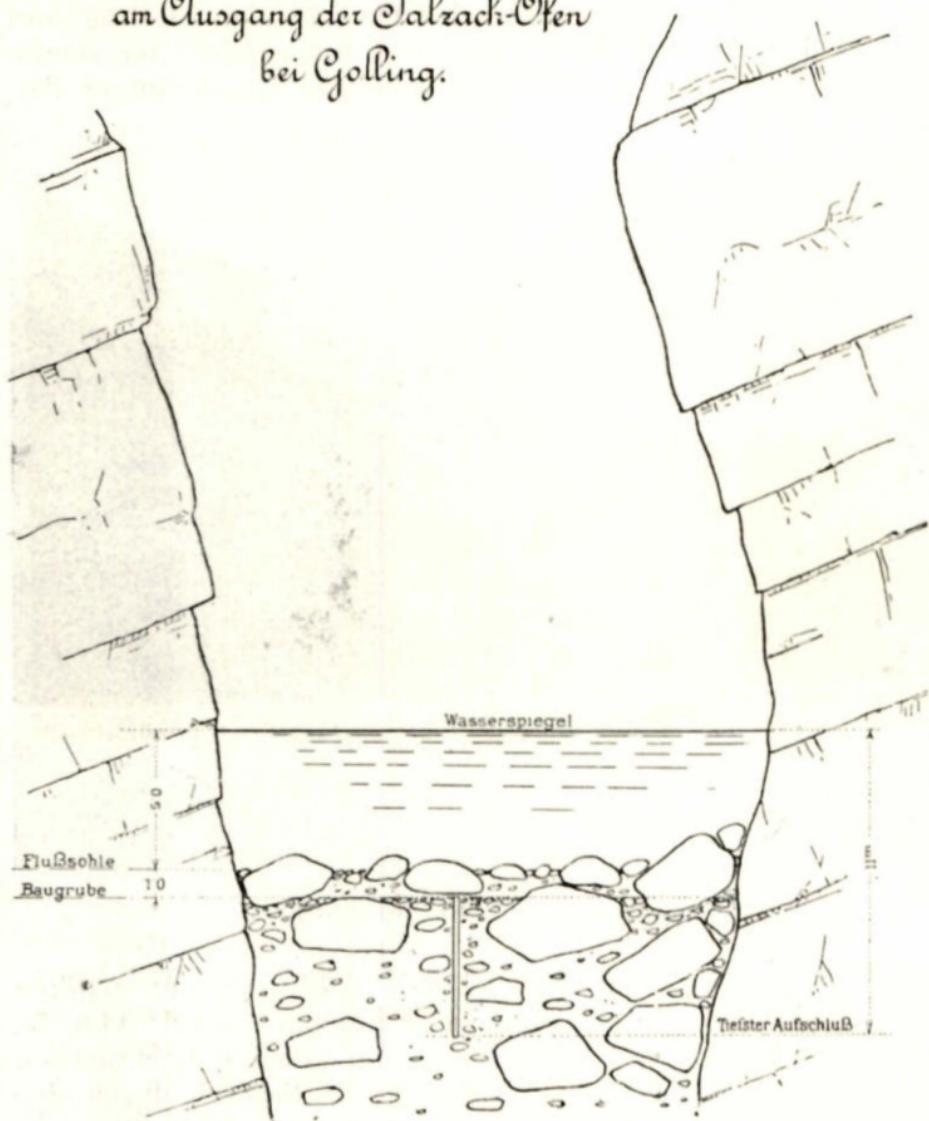


Abb. 6.

versuchen scheinbar konstatierte Felssohle, welche die politische Behörde als Fundament für das 10 m über Wasserspiegel, im ganzen also 15 m über Flusssohle zu erbauende Wehr als unerlässlich vorgeschrieben hatte, tatsächlich nicht vorhanden war, sondern nur einzelne große Felstrümmer uns irreführt hatten. Sondierproben zwischen diesen Fels-

trümmern lieferten den sicheren Beweis, daß auch in einer Tiefe von 11 m unter Wasserspiegel die von der politischen Behörde für den hohen Wehrbau vorgeschriebene Felssohle nicht zu erreichen und deshalb die Ausführung des bedingungsweise konzessionierten Projektes unmöglich war.“

Abb. 6 gibt eine schematische Darstellung des aufgeschlossenen Profiles. Der Wehrbau wurde nach beträchtlichen Geldverlusten des Unternehmers eingestellt und heute ist die Baustelle nur mehr für ein geübtes Auge zu erkennen.



Abb. 7. Saalachdurchbruch bei Reichenhall.

Aufnahme von Hofphotogr. H. Fritz, Reichenhall.

7. Der Saalachdurchbruch bei Reichenhall.

Wenig flußaufwärts von Reichenhall durchbricht die Saalach bei Kibling einen Riegel vom Ramsaudolomit. Diese Engstelle, welche ein breites Talbecken abschließt, wurde zur Anlage einer 10·3 m hohen Talsperre ausgewählt. Das an den Stauraum angeschlossene Kraftwerk in Kirchberg besitzt eine mittlere Jahresleistung von rund 3200 PS und ist für den elektrischen Betrieb der Bahnstrecke Reichenhall—Berchtesgaden bestimmt. Der Felsriegel von Kibling hat trotz seiner kleineren Abmessungen eine gewisse morphologische Verwandtschaft mit der oben beschriebenen Mündung der Salzach-Öfen, denn auch hier verläßt der Fluß das eigentliche Hochgebirge und geht in das breite Voralpental über (vergl. Abb. 7). Das in der Krone bloß 90 m lange Sperrenbauwerk sowie die ganze Werksanordnung er-

scheinen im Übersichts-Lageplan (Abb. 8). Der vom königl. bayr. Staatsministerium des Innern herausgegebene „Bericht über den Stand der Wasserkraftausnutzung und Elektrizitätsversorgung in Bayern in den Jahren 1910 und 1911“ enthält eine knappe und treffende Sachverhaltsdarstellung, die in ihrer dankenswerten Offenheit von vornehmerein jede Polemik abschneidet und unter anderem lautet:

„Die Unternehmung errichtete im August 1910 einen Steg über die Saalach, um durch Einrammen von Eisenbahnschienen die genaue Tiefenlage des Felsens festzustellen. Nach den für das Vorprojekt von der Wasserkraftabteilung im Juli 1908 vorgenommenen Bohrungen sollte schon in einer Tiefe von etwa 6 m unter der Flussohle der felsige Untergrund vorhanden sein. Diese Feststellung erwies sich indessen als irrig, da eine Reihe von Schienen ohne Schwierigkeit bis 9 m eingerammt werden konnte. Die königl. Bauleitung des staatlichen Saalach-Kraftwerkes, die am 3. September 1910 errichtet wurde, ließ daher unverzüglich mit umfassenden Bohrungen beginnen. Da sich herausstellte, daß die früheren Bohrungen der Wasserkraftabteilung mit einem für das grobkörnige Flussgeschiebe der Saalach zuschwachen Bohrwerkzeug (8 cm Durchmesser) durchgeführt worden waren, verwendete die Unternehmung zu den neuen Bohrungen, die nahezu 5 Monate in Anspruch nahmen, ein besonders starkes Bohrwerkzeug von 22 cm Durchmesser. Die Bohrlöcher an den für die Sperre in Aussicht genommenen Stellen wiesen Tiefen von etwa 30 m auf, bevor festes Gestein angetroffen wurde. Erst flussabwärts zeigte sich eine etwas höhere Felslage, die in Tiefen von etwa 22 m ermittelt wurde. Die Bohrungen zeigten weiter, daß das Saalachtal bis zu 20 m Tiefe mit teils grobem, teils feinem Flusgerölle aufgefüllt ist, worauf ein feines lehmiges Material folgt, das seiner Beschaffenheit nach von dem seitwärts anstehenden Gebirge stammt. Dieses Material ist unmittelbar auf dem Fels gelagert. Neben den Bohrungen wurden Versuche über die Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes durchgeführt, die ergaben, daß das Flusgerölle große Wasserdurchlässigkeit besitzt, während das in der Tiefe von 20 m auftretende lehmige Material nahezu wasserundurchlässig ist. Diese Bohrungsergebnisse führten dazu, daß die Sperre um etwa 30 m flussabwärts gerückt und in ihrer konstruktiven Durchbildung geändert wurde. Die Sperre besteht im wesentlichen aus einem auf dem Flusgeröll aufgesetzten Beton-



Abb. 8. Übersichts-Lageplan der Kraftwerksanlage Kirchberg.

körper, der flussaufwärts durch eine bis auf den wasserundurchlässigen Grund in 20 bis 22 m Tiefe hinab geführte Wand abgeschlossen wird. Diese Dichtungswand kann nur mit dem Luftdruckverfahren durchgeführt werden. Wegen der Eigenart der hier vorliegenden Verhältnisse ist dies eine außergewöhnlich schwierige Arbeit.“

Ich habe dieser amtlichen Darstellung nur wenig hinzuzufügen. Zunächst, daß der in 30 m Tiefe erbohrte Felsgrund gewiß nicht gegen meine eingangs angeführte Voraussage von 1909 spricht. Das umstehende geologische Profil der Aufschlüsse (Abb. 9) habe ich nach einer im

Querprofil des Saalachtals

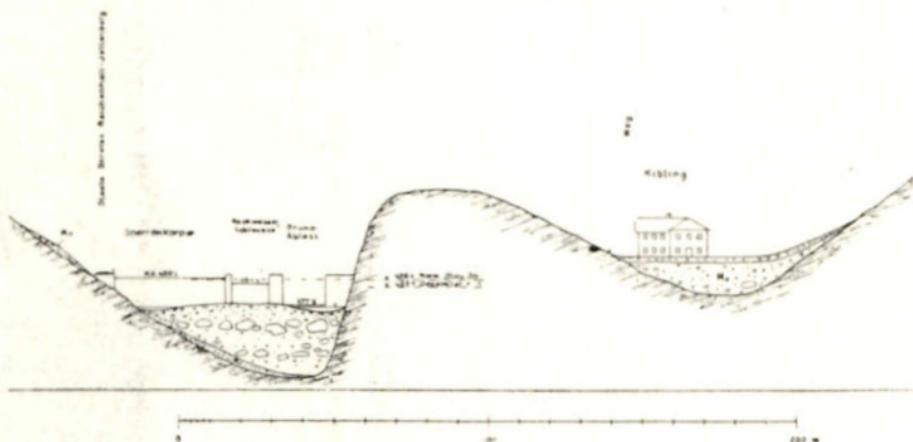


Abb. 9.

Juni 1912 vorgenommenen Besichtigung der Baustelle skizziert. Ich hatte nicht die Möglichkeit festzustellen, ob der in der rechten Profilhälfte angedeutete verschüttete Taleinschnitt nicht wesentlich tiefer in den Felsriegel einschneidet (vergl. Abschn. III., Punkt 1 und 2). Die königl. bayrische Oberste Baubehörde bereitet eine ausführliche Baubeschreibung vor, die noch genauere Angaben über die Aufschlüsse und die technische Ausführung der Talsperre bringen wird. Ich beschränke mich daher auf die Gesichtspunkte von allgemeiner Bedeutung.

Ein Überblick über den Aufbau des Alpenvorlandes zeigt uns, daß zwischen den Bauerfahrungen von Reichenhall und vom Paß Lueg ein geologischer Zusammenhang besteht. Abb. 10 ist eine vereinfachte Wiedergabe der Karte des Inn- und Salzachgletschers aus dem Werke „Die Alpen im Eiszeitalter“ von Penck und Brückner. Hinter den

Moränenwällen der letzten allgemeinen Alpenvergletscherung sehen wir ausgedehnte Seebecken, die bis in die heutigen Engtäler hineinreichen. Die einmündenden Gebirgsflüsse setzten ihr Geschiebe in Form von Mündungsdeltas ab. Ihre Aufschüttungen bauten sich vom Seespiegel mit dem erforderlichen Rinngefälle bis in die fjordartigen Alpentäler hinein. Abstürze von den übersteilen Felswänden vermehrten örtlich die Aufschüttung. Im tieferen Teil des Beckens, hinter den Moränenwällen, gelangten ungeheure

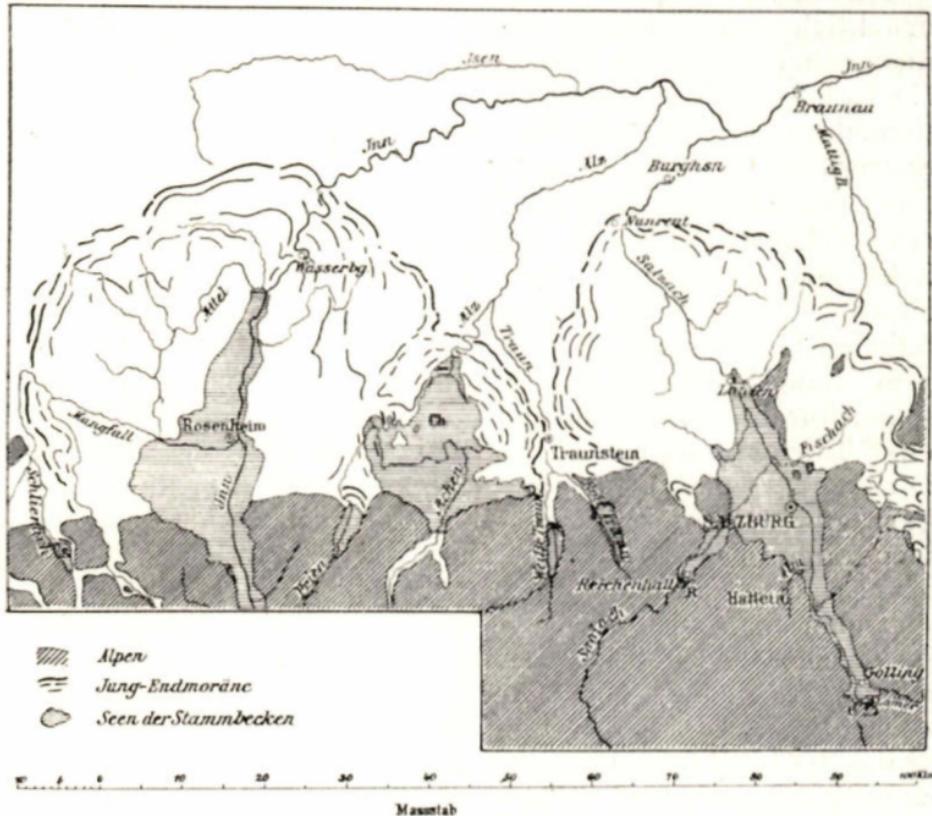


Abb. 10. Karte des Inn- und Salzachgletschers.

Schlammassen zum Absatz. Die stauenden Dämme wurden vom überfließenden Wasser durchschnitten und der Fluß räumte einen großen Teil der alten Deltaschüttung wieder aus. Aber die heutige Flußsohle hat den ursprünglichen Felsgrund noch lange nicht erreicht, insbesondere dort nicht, wo grobes Trümmerwerk die Auswaschung erschwert. In der Karte ist die Baustelle bei Golling mit *G*, jene bei Reichenhall mit *R* bezeichnet; man sieht, daß die gewählten Sperrstellen gewissermaßen auf der Spitze der alten Mündungskegel liegen, das heißt auf hochüberschütteter Talsohle. Die analogen Bauerfahrungen von Reichenhall und

Golling sind ein neuer Beweis für die Wichtigkeit der geologischen Position einer Baustelle, deren Kenntnis es ermöglicht, Bauerfahrungen von einer Örtlichkeit in zutreffender Weise auf eine andere zu übertragen*).

8. Das Erlauftal.

Das außerhalb der großen Alpenvergletscherung gelegene glazialgeologisch wenig erforschte Erlaufgebiet war von meinen allgemeinen Ausführungen im Jahre 1909 ausdrücklich ausgenommen. Die seither durch den Bau des niederösterreichischen Landeselektrizitätswerkes gewonnenen Erfahrungen gestatten aber geradezu, den Gültigkeitsbereich meiner Aussprüche noch weiter gegen Osten zu erstrecken.

Das Gewässernetz der Erlauf weist in der horizontalen Gliederung und im Längenprofil besondere Eigentümlichkeiten auf (vergl. Abb. 11 und 12). Zwischen der obersten Erlauf und der steirischen Salza liegt eine auffallende Gefallsstufe, die in der ersten Anlage wohl mit dem Längsbruch Puchberg-Admont zusammenhängt und später durch glaziale Verschüttung weiter ausgebildet wurde. Die Talrichtung der Erlauf bis Scheibbs wird nach Diener**) bis zu einem gewissen Grad von der ausgeprägten Querstörung Scheibbs-Mariazell beeinflußt. Die topographische Detailkarte 1 : 25.000 läßt erkennen, daß das Erlauftal, wahrscheinlich zur Zeit der größten Vergletscherung der Lassingalpen, von der Hauptflanke des Ötscher gegen Süden entwässert wurde. In der Studie von R. Michael über „die Vergletscherung der Lassingalpen“ ***) wird kurz festgestellt: „Die Moränen des Talgrundes von Mariazell haben einen ehemals südwärts gerichteten Lauf der Erlauf verschüttet“ (a. a. O., S. 24). Aber auch der an der Nordseite des Ötscher gelegene Teil des heutigen Erlauftales wies nach Penck und Brückner (a. a. O., S. 246) kleine Gletscher auf. In der Talstrecke vom Mitterbacher Moos bis zum Webergabn, die heute von Süd nach Nord durchflossen wird, ist die Erlauf nach obigen Angaben rückläufig geworden. Das bei Mariazell zurückgestaute Wasser ist seitlich ausgebrochen und hat sich gewissermaßen durch einen

*) Vergl. hierüber: Singer, „Die Bodenuntersuchung für Bauzwecke“. Leipzig 1911, W. Engelmann.

**) „Bau und Bild der Ostalpen“, S. 401.

***) Ber. über d. XVI. Vereinsjahr d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien 1891.

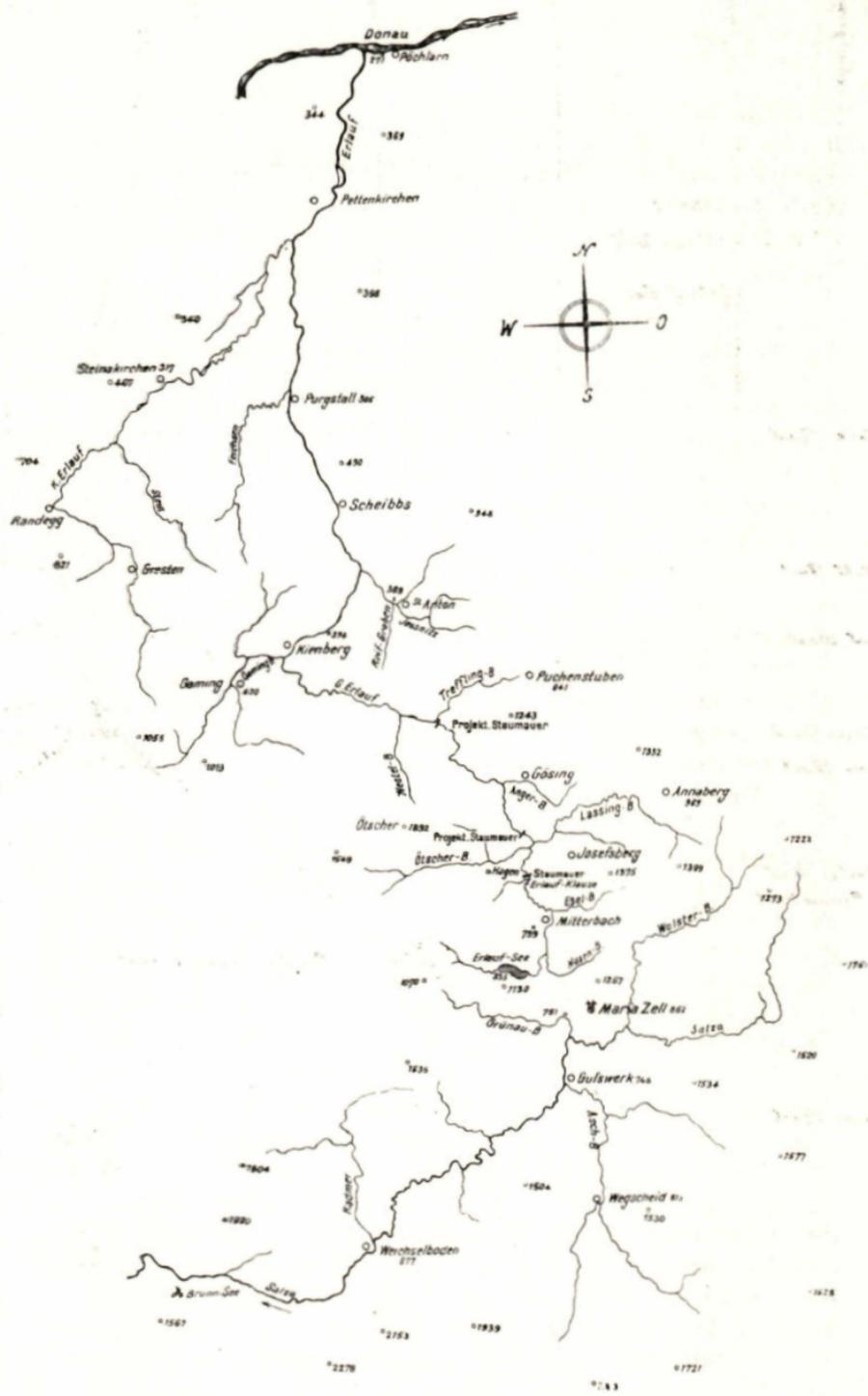
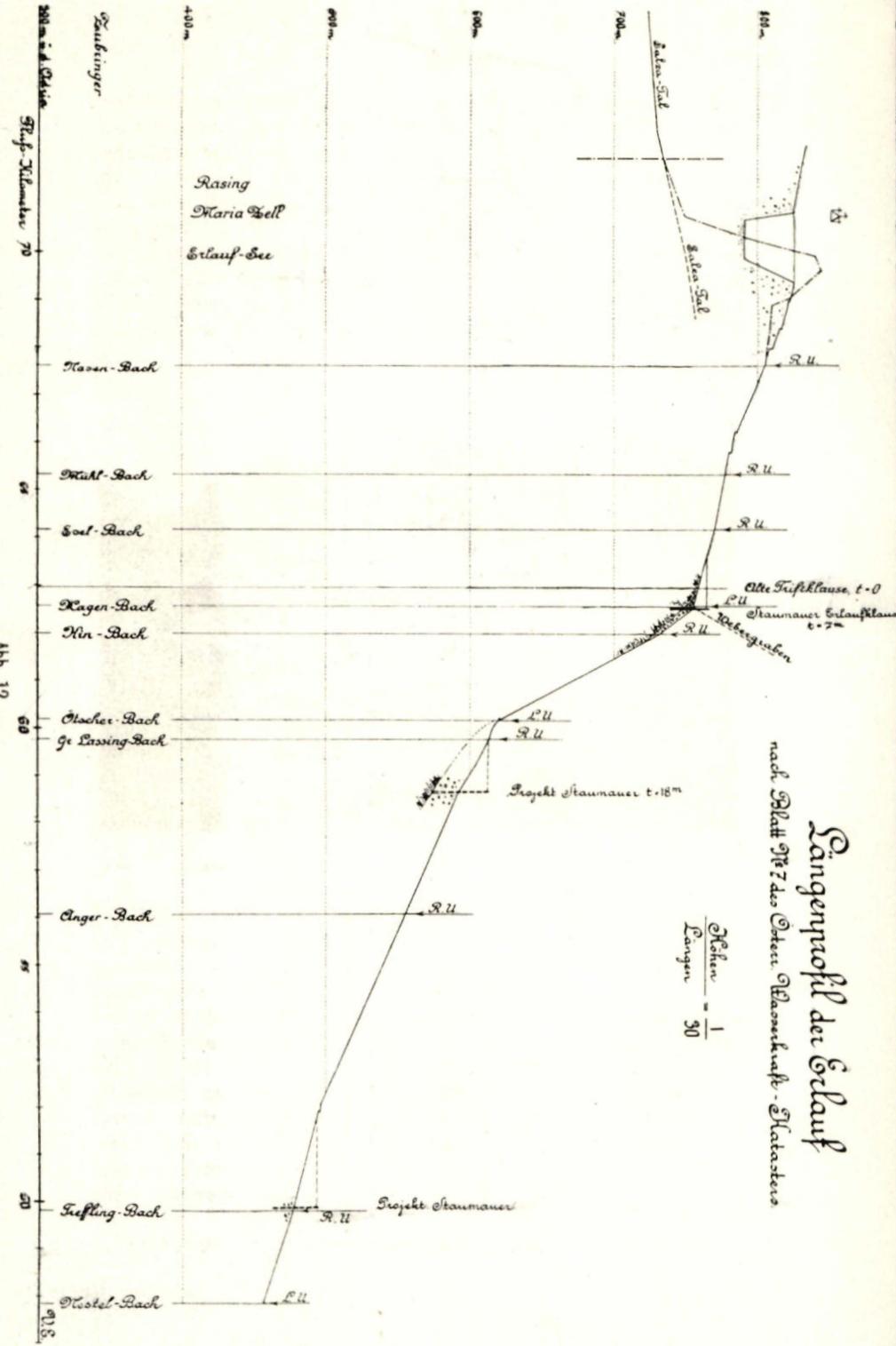


Abb. 11. Gewässernetz der Erlauf.

Längenprofil der Erlauf

nach Blatt Nr. 7 des Cottb. Flächenkraft - Katasters

$$\frac{\text{Höhen}}{\text{Längen}} = \frac{1}{30}$$



Querschlag vom Webergraben bis zum Ötschergraben einen Abfluß in das nach Norden gerichtete Talsystem geschaffen. Sowohl das rückläufige wie das querschlägige Talstück besitzen hoch- bis freiliegende Felssohle. Im Längenprofil (Abb. 12) ist der Felsgrund nach den Angaben, die mir Herr Oberkommissär Wenzelburger mit Bewilligung der n.-ö. Landes-Eisenbahnbaudirektion zur Verfügung gestellt hat, eingetragen. An der Stelle, wo das jüngere Erosionstal aus dem älteren Talzug abzweigt, steht die Staumauer „Erlaufklaus“ (Abb. 13). Trotz des zweifellos

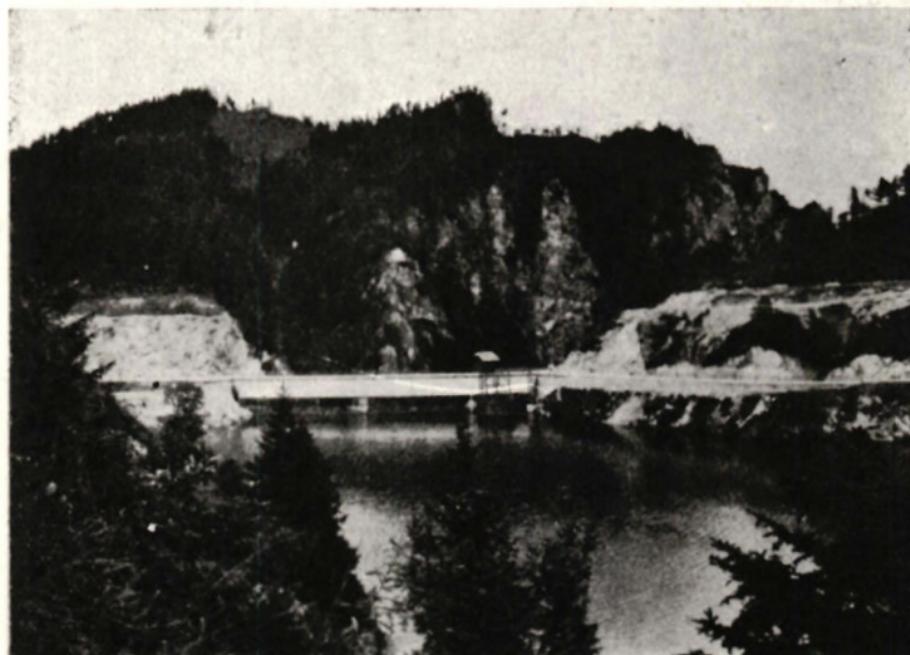


Abb. 13. Talsperre „Erlaufklaus“. Ansicht vom Oberwasser.

günstigen Schluchtprofils war 7 m Abraum ober der Felssohle zu durchfahren. Der Fels entsprach nicht den Erwartungen und gestaltete die Gründung der Mauer schwierig und kostspielig. Es scheint, daß ein an der Oberfläche nicht erkennbarer Aufbruch von gipsführendem Haselgebirge angefahren wurde und daß hier wieder ein Beispiel jener Bauschwierigkeiten vorliegt, die sich nur indirekt aus der Nähe größerer Störungslinien vermuten lassen*). Unterhalb des Großen Lassingbaches wurde seither durch Bohrungen eine 18 m mächtige Überlagerung der Felssohle festgestellt. Die Bohrungen in einem dritten, an der Flusssohle nur 3 m breiten Schluchtprofil oberhalb des

*) Vergl. Singer, „Die Bodenuntersuchung für Bauzwecke“.

Trefflingbaches sind derzeit erst 3 m tief in den Sand eingedrungen; aber auch diese Stelle läßt kein günstigeres Ergebnis erwarten.

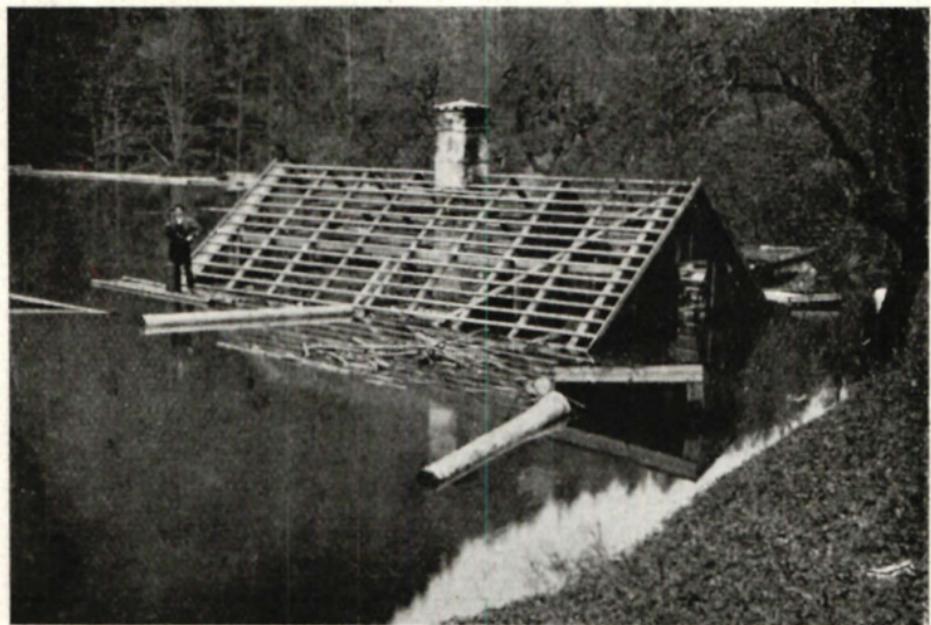


Abb. 14. Stausee (im Hintergrund das unter Wasser gesetzte Haus).

Photogr. von Th. Mark, Scheibbs.

9. Der Reisgraben bei St. Anton a. d. Jeßnitz.

Und nun noch einen Schritt weiter aus dem Hochgebirge gegen das bis Wien ziehende Flyschgebiet. Nahe

der Grenze gegen die Kalkzone erfolgte am 6. Mai 1910 eine mächtige Absitzung einer Flyschlehne, die den Reifegraben vollständig abdämmte. Abb. 14 zeigt den Stausee, der über Wunsch der Bevölkerung durch eine kunstgerechte Wildbachverbauung erhalten wird. Herrn k. k. Forstkommissär Ing. Otto Freis verdanke ich eingehende Unterlagen über das Projekt, aus welchem ich folgenden Längenschnitt entnehme (Abb. 15). Die ver-

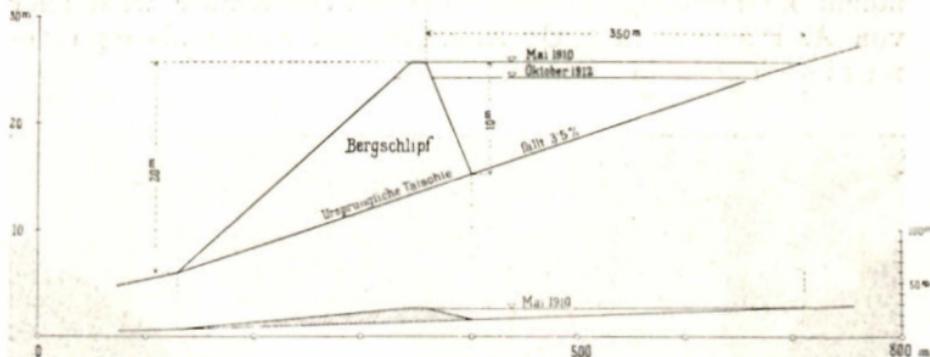


Abb. 15. Längenschnitt des Stausees.

stürzte Stelle ist sowohl im natürlichen Verhältnis als auch mit zehnfacher Überhöhung eingezeichnet. Ohne menschliches Eingreifen würde die talseits 20 m hohe Barre durch das Bachwasser jedenfalls mit der Zeit zum Teil abgetragen und oberhalb hinterlandet werden, wodurch ein ziemlich ausgeglichenes und unverdächtig ausschendes Längenprofil entstehen würde. Wir sehen daraus, wie die bezweifelte Überlagerung der Felssohle vor unseren Augen, selbst ohne Mitwirkung der Vergletscherung entstehen kann.

Und nun noch einige Bauerfahrungen von der Südsseite und aus der Zentralzone der Alpen.

10. *Der Celina.*

Über den 14 m hohen Mauerkörper der Celina-Sperre finden sich in meinem Vortrag von 1909 und in der Diskussion einige Angaben sowie zwei Ansichten des Stauwerkes. Ich füge ergänzend hinzu, daß das Wasser nach der ersten auf Schutt erfolgten Gründung der Sperre unter dem fest in die Felswände gespannten Mauerdamm durchbrach und ausfloss. Zur Abdichtung senkte man talseits der Mauer zwei 4 m breite Kaissons ab, von denen der näher zur Mauer gelegene 10 m unter der Talsohle das Felsprofil erreichte und durch ein festes Sturzbett mit der Sperre zu einem wasserdichten Abschluß verbunden

wurde. Der weiter talwärts gelegene wurde wegen unregelmäßiger Einbuchtungen der Talwand als zwecklos aufgegeben.

11. Das Etschtafel.

Im Etschtafel bildet selbst das über 1000 m Seehöhe gelegene Talgebiet ein Beispiel ungeheurer Verschüttung. Im ganzen breiten Etschtafel bis zur Veroneser Klause taucht keine einzige Felsschwelle auf. Die Klause wird aber von A. Penck (a. a. O., Abb. 118 und S. 888) als e p i g e n e t i s c h gekennzeichnet.



Abb. 16. Olsaklamm.

12. Eisack und Rienz.

Bei Gossensaß in 1065 m Seehöhe ist die Verschüttung des Eisacktales zweifellos bedeutend und bleibt es bis Franzensfeste. Das Rienztal ist mindestens ab Landro (1403 m) stark verschüttet. Schluchten mit wahrscheinlich hochliegender Felssohle finden sich nur zwischen Franzensfeste, Mühlbach und Brixen, wo infolge der Vergletscherung jüngere Talverlegungen in harten Gesteinen entstanden. In der Eisackschlucht von Brixen nach Bozen genügt die Schuttzufuhr der Seitenbäche zur reichlichen Überlagerung

der Felssohle und die Bahnerhaltung der Brennerbahn hat in dieser Strecke häufig gegen Sohlenvertiefungen des Eisack anzukämpfen.

13. Das Drautal.

Die Drau führt von ihrem Ursprung (1192 m) angefangen im Bereich der ehemaligen Vergletscherung nur über glaziale und jüngere Aufschüttungen. Die ganze Mächtigkeit der Talauffüllungen wurde meines Wissens nirgends festgestellt. Der Mittelpfeiler der Draubrücke der Karawankenbahn bei Hollenburg ist 6.2 m unter Flußsohle in diluviale Konglomerate gegründet.

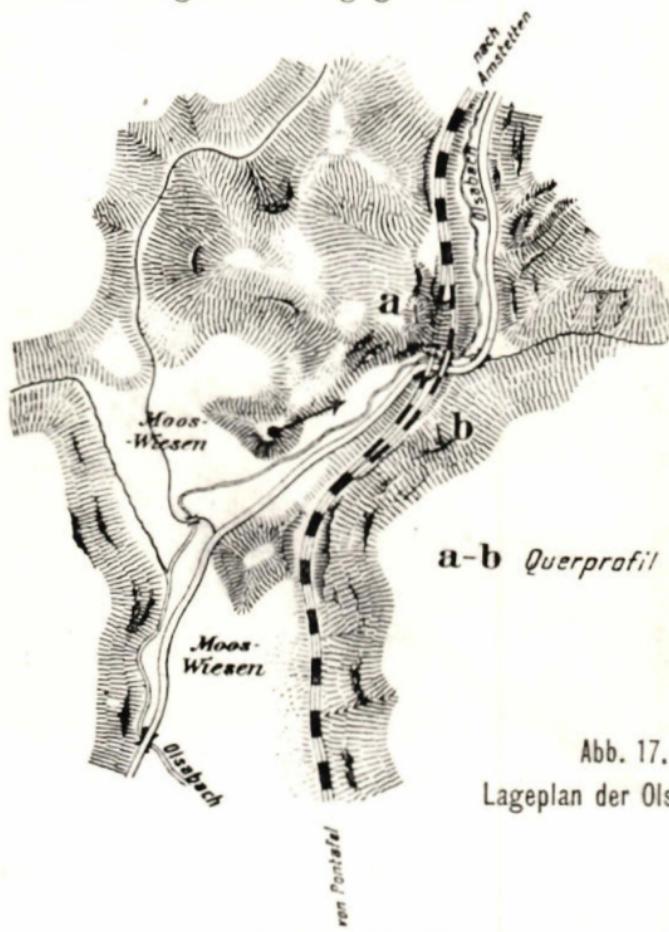


Abb. 17.
Lageplan der Olsaklamm.

14. Die Olsaklamm.

Zum Schlusse eine der jüngsten Erfahrungen aus den Zentralalpen, die mir durch Herrn Inspektor V. Suchanek in Friesach mitgeteilt wurde. Das zweite Gleis von St. Michael nach St. Veit a. d. Glan übersetzt die Olsa am unteren Ausgänge der Klamm zwischen Neumarkt und Bad Einöd auf selbständigem Unterbau (Abb. 16 u. 17).

Querprofil a - b

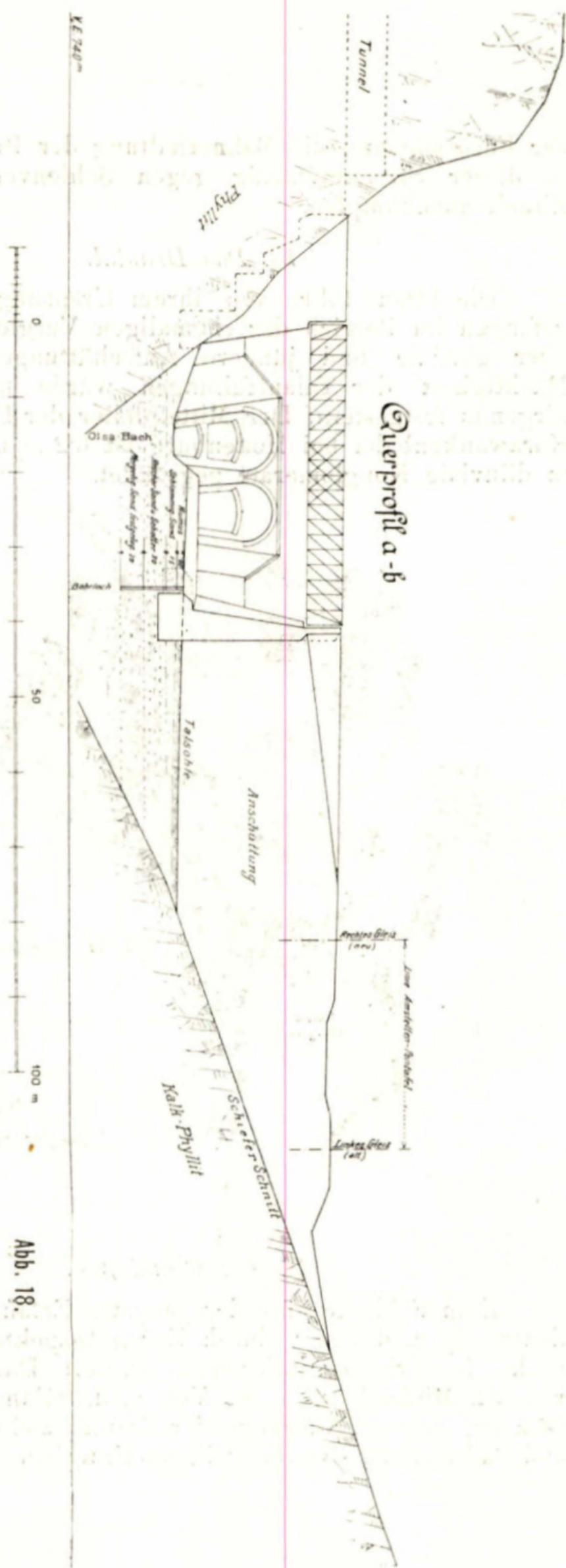


Abb. 18.

K.E. 740 m

Das bestehende Objekt unter dem 20 m hohen Damm der Rudolfsbahn erfuhr seinerzeit derartige Setzungen, daß es nur durch Einbau von Verspannungsrippen und -bögen erhalten werden konnte (vergl. Abb. 18). Die Bohrungen für die Widerlager der neuen Brücke durchfuhren bis 8·3 m unter der Talsohle nur Sand und Kies. Nach dem Verlauf der Felswände dürfte die Felssohle etwa 26 m unter dem heutigen Talboden liegen. Zur Zeit der größten Vergletscherung ist nach Penck und Brückner über den Neumarkter Sattel eine Zunge des Murgletschers in das Olsatal übergeflossen.

II. Geologische Ursachen und Gesetzmäßigkeit der Talverschüttung.

Diese vielen über das ganze Alpengebiet verteilten Erfahrungen können nicht zufällig sein. Durch die Aufschlüsse bei Bauten ist das Vorhandensein, an einzelnen Stellen auch das Maß der Verschüttung nachgewiesen. Die geologischen Ursachen sind mehrfacher Art und sind noch nicht erschöpfend klargestellt. Sicher ist, daß die großen Talsysteme älter sind als die Vergletscherung, und wenn man nicht von vornherein den Gletschern eine nicht erwiesene Räumungskraft zuschreibt, so braucht man auch das Vorhandensein von vorglazialem Schutt oder jungtertiären Ablagerungen nicht von der Hand zu weisen. Die älteren Geologen haben vieles, was wir heute als diluvial betrachten, zum Tertiär gezählt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß eine spätere Zeit, die tiefergehende Aufschlüsse kennt als wir, unter der heutigen Talsohle die Konservierung tertiärer Ablagerungen in den Alpentälern nachweist.

Als wahrscheinliche Ursache kann man auch Nivea u-
verschiebungen in postglazialer Zeit ansehen, wie sie Penck und Brückner am nördlichen Alpenrand nachgewiesen haben und wie sie von anderen Forschern zur Erklärung des Entstehens alpiner Randseen angenommen werden. Auch außerhalb des Alpengebietes trifft man bei Tiefbauten Anzeichen junger Krustenbewegungen. So wurde bei den Gründungsarbeiten für den Neubau des Museums auf der Museumsinsel in Berlin vor kurzem ein 30 m breiter und 50 m tiefer alter Erosionsschlitz angefahren*). Seine Sohle liegt etwa 20 m unter dem Meeresspiegel, während die Elbe bei Hamburg bloß 10 m tief ist.

*) „Deutsche Bauzeitung“ 1912, Nr. 84.

Rein dynamisch betrachtet, ergeben sich einfache Merkmale für die Talverschüttung: Übersteigt die Geschiebezufluss die Räumungskraft des Wassers, so tritt Aufhöhung der Sohle, Akkumulation, ein; ist sie kleiner, so erfolgt Eintiefung oder Erosion.

Entspricht die Räumungskraft der Geschiebezufluss, so herrscht Gleichgewicht. Dieses Gleichgewicht kann nun gestört werden:

a) Durch Veränderungen der Räumungskraft und diese hängt wieder ab von der Abflußmenge und vom Gefälle oder Längenprofil. Ich deute nur kurz an, daß die Abflußmenge durch das Zunehmen, den Stillstand oder den Rückgang der Vergletscherung, zumindest innerhalb der eiserfüllten Talstrecke, beeinflußt wird; daß ferner durch die Vergletscherung starke Veränderungen im Längenprofil der Wasserläufe entstehen, und erinnere bloß an die im Abschnitt I., Punkt 7, erörterten Stammbecken hinter den Moränenwällen und die dadurch bewirkte Aufschüttung von tief in die Alpen zurückreichenden Übergangsgefällen.

b) Durch Veränderungen der Geschiebezufluss; auch in dieser Hinsicht äußern alle Stadien der Vergletscherung ihre Wirkung. Im Gletscher wird nicht nur Niederschlag, sondern auch Geschiebe aufgespeichert, bzw. beim Abschmelzen in Lauf gebracht; die Pflanzendecke, deren Zustand die Geschiebebildung wesentlich beeinflußt, hängt in hohem Grad von den Stadien der Vergletscherung ab.

Weitergehende Folgerungen aus diesen Grundbedingungen sind leicht zu ziehen. Es geht ohneweiters aus der Mechanik des Flüßbettes hervor, daß jede Änderung im Stande der Vergletscherung auf den Stand der Verschüttung zurückwirkt. Es ist zweifellos, daß unsere Alpen noch heute von den Haupttälern bis in die Hochregion ungeheure Massen von nicht abtransportiertem Diluvialschutt enthalten; der größte Teil der alpinen Wildbachverbauungen wird in Anbrüchen dieser Schuttmassen erforderlich. Der Schutt der Hochregion wird von den Seitenbächen in die Haupttäler gefördert. Die Kare und Gräben werden geräumt, die ausgebildeten Täler aber mit Geschiebe überlastet und erfahren daher meist fortschreitende Sohlen erhöhungen. Die Vergletscherung der Alpen wirkt demnach auch noch heute als Ursache der Verschüttung der Talsohle in den größeren Alpentälern fort. Ziffernmäßige Anhalte für die Geschiebebewegung und eine Darstellung des Vorganges

bei der Verlandung von Becken habe ich in der „Zeitschrift für Gewässerkunde“ 1913 gegeben*).

III. Talstrecken mit hochliegender Felssohle.

Trotz dieser allgemeinen Verschüttung der alpinen Täler kennt jeder erfahrene Bauingenieur Talstrecken mit hochliegender oder blanker Felssohle. Der scheinbare Widerspruch klärt sich dadurch auf, daß diesen Talgebieten besondere geographische oder geologische Kennzeichen zukommen, durch die sie eine Ausnahmsstellung einnehmen und sich in folgende Einteilung bringen lassen.

1. Die Hochregion über 1500 m Seehöhe.

Für die Hochgebiete, insbesondere bei festem Gestein, trifft die Annahme einer räumenden Wirkung der Gletscher zu. Bei der größten Ausdehnung der Gletscher waren nur die höchsten Kämme der Abwitterung in freier Luft ausgesetzt, alles andere lag unter Firn und Eis. Die Räumungskraft überwog die Geschiebezuflur und aus diesem Grunde finden wir hier echte, blanke Felsriegel, hinter denen sich nach dem Rückgang der Gletscher allerdings meist wieder große Schuttanhäufungen vollzogen. Ein Beispiel eines blanken Felsriegels in Gneis gibt die Abb. 13 meines Vortrages von 1909, die den Felsriegel der Hölle im obersten Illtal zeigt. Von der bis 1660 m Seehöhe reichenden Felsschwelle führt ein Steilabsturz von 600 m Gefälle zu dem hochüberschütteten Talboden von Parthenen im Montafon. Ein ähnlicher Höhenfall von der Region der blanken Felsschwellen zum Gebiet der allgemeinen Verschüttung schaltet sich in vielen Hochtälern zwischen die beiden gut charakterisierten Gebiete ein.

In der „Schweizerischen Wasserwirtschaft“ vom 25. Dezember 1912 und 19. Jänner 1913 wird das von A. Heim und E. Gerber verfaßte geologische Gutachten über die geplanten Stauanlagen am Gelmersee und an der Grimsel veröffentlicht, über welche Herr Prof. Dr. Brückner in der Diskussion von 1910 einige Mitteilungen gemacht hat. Der Gelmersee liegt an der östlichen Flanke des Oberhasli und besitzt nach A. Heim eine durchlaufende Felsschwelle in zirka 1860 m Seehöhe; E. Gerber vermutet aber an einer

*) A. a. O.: Singer, „Das Rechnen mit Geschiebemengen“. Zu beziehen durch den Verlag für Fachliteratur, Wien I.

schuttbedeckten Stelle eine zugeschüttete, 15 m tiefe alte Abflußrinne. Für die zirka 90 m hohe Talsperre an der Grimsel erwarten die Gutachter in der engen Felschlucht der Spittallamm hochliegenden Felsgrund. Der höchste Stauspiegel von 1890 m Seehöhe wird unmittelbar das Gletscherende bespülen. Die tatsächlichen Aufschlüsse bei der Mauergründung werden von besonderem Wert für den Talsperrenbau in der Hochregion sein.

2. *Epigenetische Täler.*

Das angeführte Gutachten zeigt, mit welcher Vorsicht erfahrene Geologen das Vorhandensein durchlaufender Felsschwellen selbst in der Hochregion beurteilen. In den tiefer gelegenen Alpentälern ist eine ganz besonders sorgfältige Untersuchung der Felsstrecken oder Riegel erforderlich, da sie häufig von älteren Erosionsschlitten, die wieder verschüttet wurden, durchschnitten sind. Der heutige Talweg wird in solchen Fällen als epigenetisch oder nachträglich entstanden bezeichnet.

Prof. M. Lugeon hat schon im Jahre 1901 aus den französischen und Schweizer Alpen einige klassische Beispiele epigenetischer Täler beschrieben*), die zwischen 570 und 1100 m Seehöhe liegen. Lugeon hat unter anderem auch nachgewiesen, daß neben dem berühmten Rhonedurchbruch bei St. Maurice, dessen Riegelnatur schon von F. A. Forel bestritten wurde, ein älteres, verschüttetes Tal verläuft. Das merkwürdigste Beispiel bietet der auffallendste und meistuntersuchte Felsriegel des Kirchet (750 m), der das Aaretal bei Meiringen von einem breiten Talbecken, dem Hasli im Grund, mit dem Ort Innerkirchen (631 m) trennt. Trotzdem der Riegel des Kirchet durch Schluchten quer zum Aaredurchbruch und durch die Serpentinen der Straße gut aufgeschlossen ist, fanden selbst hervorragende Geologen keine befriedigende Erklärung für die seltsame Naturerscheinung. Lugeon entdeckte im Kirchet nicht weniger als drei ältere Taleinschnitte (Klammen) neben dem heutigen Durchbruch, die bei den Vorstößen des Aaregletschers verschüttet wurden (vergl. Abb. 19). Nach dem Rückzug des Eises fand das Wasser den alten Weg nicht mehr. Es begann an der tiefsten Stelle des Rückens einzuschneiden, behielt den einmal fixierten Lauf bei und wühlte ein neues Engbett durch die Barre.

*) Lugeon, „Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigenétiques et sur l'existence de barres calcaires de quelques vallées suisses“. Bulletin de l'Université de Lausanne 1901.

Dr. J. Hug in Zürich hat in der „Schweizer Wasserwirtschaft“ (Nr. 5 von 1910) gezeigt, daß die für Wehrbauten günstigen Felsstrecken des Rheines zwischen Schaffhausen und Basel gleichfalls epigenetischer Natur sind.

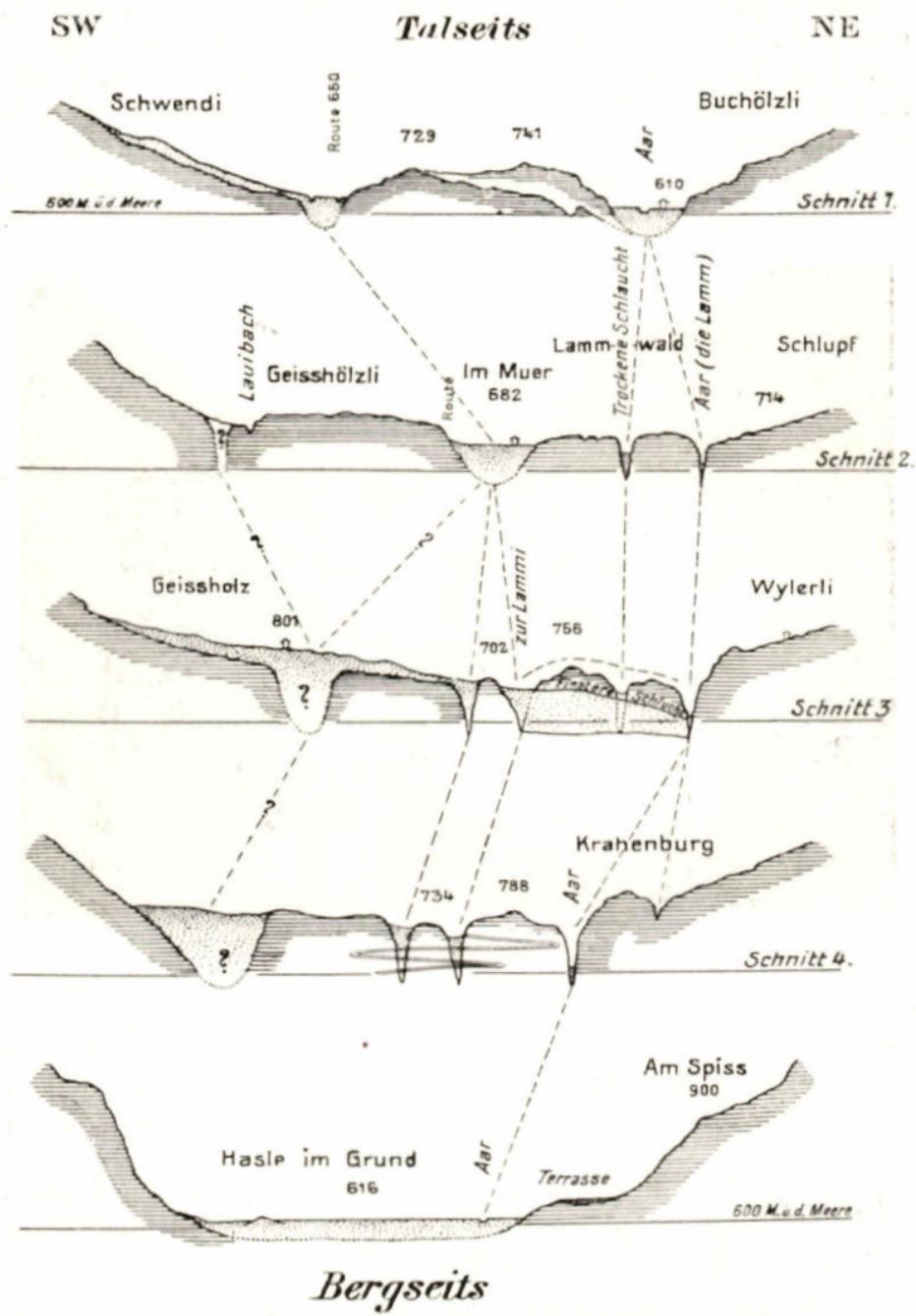


Abb. 19. Schnitte durch den Kirchet.

Die Häufigkeit epigenetischer Talstrecken ist keineswegs auf die Westalpen beschränkt. Enge Schluchten

oder Klammen können durch die darüberherrschende Ver-gletscherung leicht verstopft werden. Wo Bergstürze oder Murgänge nach dem Rückzug des Eises das Wasser vom alten Talweg abdrängen, wird eine neue Klamm eingeschnitten. Ich habe schon im Abschnitt I., Punkt 3, 7 und 11, epigenetische Talstrecken in den Ostalpen erwähnt. Penck und Brückner beschreiben (a. a. O., S. 1102) ein verschüttetes Tal, das quer durch die kristalline Sattnitz vom Drautal ins Klagenfurter Becken führte.

Besonders häufig finden sich epigenetische Talstrecken im Idria- und Isonzotal, von denen einzelne von Prof. Dr.



Abb. 20. Felsschlucht des Isonzo.

Koßmat und von mir bereits beschrieben wurden *). Von den übrigen Stellen sei hier bloß die enge Felsschlucht des Isonzo in Km 120 der Wocheinerbahn erwähnt, neben welcher die alte Talverschüttung von der Bahn im sogenannten „Sandtunnel“ durchfahren wird (Abb. 20).

Zum Schluß sei noch erwähnt, daß auch im Unterlauf der Erlauf epigenetische Talstrecken, und zwar von tertiärem Alter, festgestellt wurden **).

*) Dr. F. Koßmat, „Geologie des Wocheiner-Tunnels“. Wien 1907, S. 73. Singer, „Die Bodenuntersuchung für Bauzwecke“. Leipzig 1911, S. 53 ff.

**) R. Hödl, „Die epigenetischen Täler im Unterlauf der Flüsse Ybbs, Erlauf, Melk und Mank“. Progr. d. Staatsgymn. im 8. Bez., Wien 1904.

3. Rückläufige und querschlägige Talstrecken.

Die Umkehrung der Abflußrichtung und das seitliche Ausbrechen der Gewässer in benachbarte Talsysteme hängen gleichfalls von der Vergletscherung ab. Über die hieher gehörigen Erscheinungen im Erlaufgebiet wurden bereits im Abschnitt I., Punkt 8, nähere Angaben gemacht.

Ein weiteres Beispiel einer rückläufigen Talstrecke bietet die Brandenberger Ache bei Rattenberg in Nordtirol, der einzige größere Fluß dieses Gebietes, der nicht nach Norden ins bayrische Hochland, sondern



Abb. 21. Weißbachmündung.

nach Süden zum Inn entwässert. Im oberen Gebiet ist die Talsohle trotz des Auftretens enger Felsklammen stark verschüttet. Ein gutes Beispiel hiefür gibt die Weißbachmündung (Abb. 21), an der die Moräne knapp neben der ausgehöhlten Dolomitwand in die Tiefe reicht. Penck und Brückner vermuten, daß dieses Tal, solange seine Öffnung gegen Süden durch den Inngletscher verlegt war, sein Wasser nach Nordosten in das Thierseetal sendete (a. a. O., S. 323). In der Tat zeigt sich unterhalb der alten Furche Ellbach-Glemmbach in der Brandenberger Ache hochliegender Felsgrund mit stellenweise quer über das Bachbett streichenden Schichtköpfen (Abb. 22).

Zu den querschlägigen Talstrecken scheinen auch die Lammert-Öfen nächst Golling zu zählen. Dieser überaus enge Erosionsschlitz verbindet unter rechtem Winkel zwei ausgebildete, hochaufgeschotterte Täler. Das obere Lammertal hat von Abtenau an seine natürliche Fortsetzung in zwei alten Talfurchen: Eine nördliche über Pichl und Weitenau gegen Kuchl und, durch die Strubberge davon getrennt, eine südliche direkt zum Ausgang der Lammer-Öfen. Für diese Annahme sprechen insbesondere die scharfe Rückwendung des Weitenauer Baches in die alte Talfurche

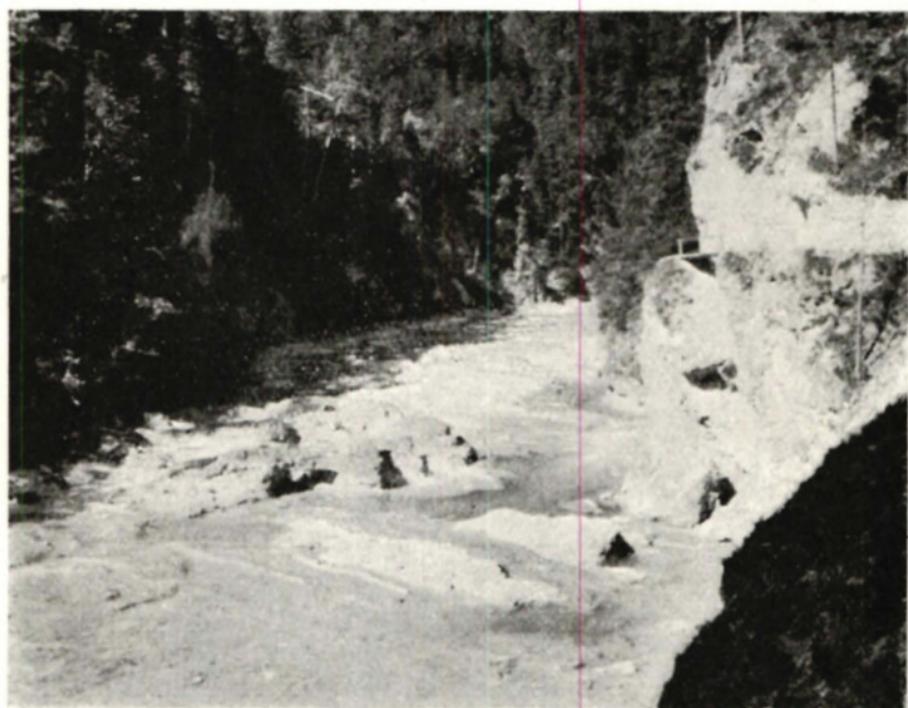


Abb. 22. Brandenberger Ache.

und das unvermittelte Absetzen der Schlucht gegen das breite verschüttete Tal (Abb. 23).

4. Der Steilabfall der Seitenbäche in übertiefe Haupttäler.

Die größeren Täler der Ostalpen sind zumeist viel tiefer eingeschnitten als ihre Nebentäler, die daher stufenförmig in die Talwand einmünden. Wenn der Seitenfluß sich tief in die Felsflanke des Haupttales eingeschnitten hat, so entstehen in standfesten Gesteinen die bekannten Mündungsklammern. Schöne Beispiele hiefür bieten die berühmten Klammern der Zuflüsse des Salzachtals zwischen Zell am See und Werfen.

Das obere Ende solcher Klammen kann, wie im Abschnitt I, Punkt 4, gezeigt wurde, noch von Verlandungen erfüllt sein, die sich während einer zeitweisen Verstopfung der Klamm gebildet haben. Das untere Ende ist häufig durch die Auffüllung des Bodens im Haupttal und den darauf abgesetzten Schwemmkegel des Zubringers verschüttet. In der mittleren, in die eigentliche Felswand des Haupttales-

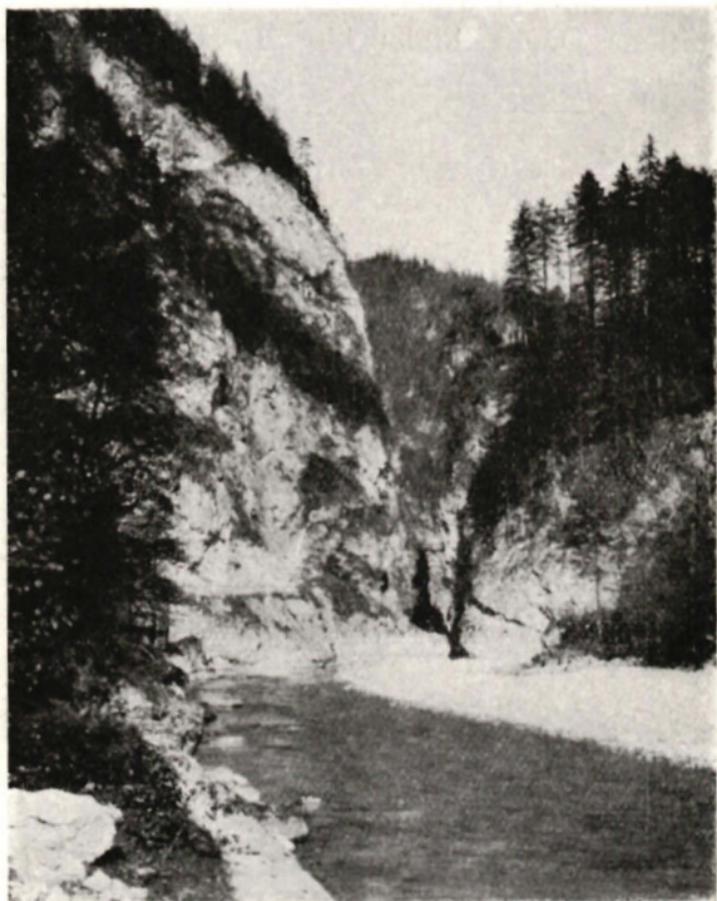


Abb. 23. Lammer-Öfen nächst Golling.

eingeschnittenen Strecke trifft man in der Regel frei- oder hochliegenden Felsgrund. Jenes Wehr zum Beispiel, für welches die Bohrungen im oberen Teil der Gasteiner Klamm keinen Felsboden ergaben (vergl. Abb. 4), konnte im mittleren Teile der Klamm auf blankem Felsboden errichtet werden. Selbstverständlich muß man in Schluchten stets untersuchen, ob nicht eine örtliche Verschüttung durch Felsstürze oder Absitzungen vorliegt.

5. *Talstrecken im Bereich des unteren Denudationsniveaus.*

Jene Höhenlage, in welcher die Gewässer infolge einer praktisch unveränderlichen Erosionsbasis oder infolge zu geringen Gefälles nicht mehr einzuschneiden vermögen, bezeichnet man als unteres Denudationsniveau.

Der schon erwähnte Unterlauf des Inn zeigt von seinem Übertritt aus dem Alpenvorland in die harten, kristallinen Gesteine der böhmischen Masse bis zur Mündung in die Donau echte Felsstrecken. Die selbst in harte Gesteine eingeschnittene Donau bildet hier die feste Erosionsbasis.



Abb. 24. Isonzo bei Dolganjiva.

Ganz ähnlich verhält sich der Isonzo in der Strecke vom Ende seiner einstigen Vergletscherung bei Santa Lucia bis Görz. Das untere Denudationsniveau wird durch den von Görz bloß 40 km (Flußlänge) entfernten Meeresspiegel gebildet. Bei Dolganjiva zeigt der Isonzo ähnlich wie die Brandenberger Ache quer durch das Flussbett laufende Schichtköpfe (Abb. 24). Wenn Flüsse, die nicht mehr in die Tiefe arbeiten können, noch überschüssiges Gefälle haben, wie der Isonzo bei Plava, so arbeiten sie in die Breite und bilden Abrasionsterrassen (Abb. 25).

Durch dauernde Verbauungen des Abflusses können aber auch bei den letztgenannten Tälern epigenetische Verlegungen des ganzen Flusschlauches entstehen, was an den

schon erwähnten epigenetischen Flußstrecken des Isonzo und der unteren Erlauf usw. klar zu ersehen ist.

IV. Zusammenfassung.

Trotzdem ich nur einen kleinen Ausschnitt meines Vortrages von 1909 zu vertiefen hatte, war ich genötigt, ein umfangreiches Erfahrungsmateriale aus der bautechnischen und der geologischen Praxis vorzuführen, welches das ganze Alpengebiet umspannt. Aus diesen mannigfaltigen Beobachtungen erwächst zunächst die Erkenntnis, daß auf



Abb. 25. Isonzo bei Plava.

die Baustelle beschränkte Bohrungen oft genug zum Anlaß irrtümlicher Annahmen über die Gründungsverhältnisse wurden. Hingegen liefert uns das Studium der Talbildung auf geologischer Grundlage wertvolle Fingerzeige für die Beurteilung einer Baustelle. Diese Regeln, die selbstverständlich ihre Ausnahmen haben, kann man in folgende Sätze zusammenfassen:

Nach den durch Wasser- und Eisenbahnbauden sowie durch Bohrungen gewonnenen Erfahrungen wird der anstehende Felsgrund in den unter 1000 m Seehöhe gelegenen Tälern des vergletschert gewesenen Alpengebietes im allgemeinen erst in beträchtlicher Tiefe unter der heutigen Talsohle angetroffen.

Freiliegende Felssohle tritt in der Regel auf in epigenetischen, rückläufigen und querschlägigen jungen Talstrecken, ferner in Stufenmündungen der Seitentäler und schließlich in Talzügen nahe dem unteren Denudationsniveau.

Das Auftreten blanker, vollkommen geschlossener Felsriegel wird am häufigsten in Seehöhen von über 1500 m beobachtet.

Starke örtliche Auflandungen der Talsohle infolge von Bergstürzen und ähnlichen Ereignissen können in allen Alpentälern auftreten.

Starke Schuttdecken oberhalb der Felssohle finden sich ausnahmslos in allen Talstrecken, in welchen die Räumungskraft des Gewässers im Vergleich zur regelmäßigen oder katastrophalen Schuttzufuhr gering ist.

Es sind daher die Täler mit hochliegender Felssohle durch besondere geographische oder geologische Verhältnisse ausgezeichnet und diese allgemeinen Kennzeichen bilden die verlässlichste Grundlage für die generelle Voraussage der Gründungsverhältnisse in Alpentälern.



Literatur über Talsperren und Wasserwirtschaft

Von **Ing. MAX SINGER** sind hierüber in unserem Verlage
bzw. Kommissionsverlage noch erschienen:

Über Wasserwirtschaft im Gebirge

Sonderabdruck aus der »Zeitschrift des Österr. Ingenieur-
und Architekten-Vereines«, Jahrgang 1909, Nr. 27 und 28

Preis K 1·50

Über Flußregime und Talsperrenbau in den Ostalpen

Sonderabdruck aus der »Zeitschrift des Österr. Ingenieur-
und Architekten-Vereines«, Jahrgang 1909, Nr. 50 und 51

Preis K 2,—

Soeben erschienen!

Das Rechnen mit Geschiebemengen

Sonderabdruck aus der »Zeitschrift für Gewässerkunde«,
V. Band, Heft 4. Mit 3 Abbildungen und vier Tabellen

Preis K 1·50

Verlag für Fachliteratur

Ges. m. b. H.

BERLIN

WIEN

LONDON

I. Eschenbachgasse 9