

VORTRÄGE
des
Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien.
XXXII. Jahrgang. — Heft 15.

Über
Wildbach-Verheerungen
und
die Mittel, ihnen vorzubeugen.

Vortrag, gehalten den 16. März 1892

von

Franz Toula,

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Mit 41 Abbildungen im Texte.

Herausgegeben mit Subvention des hohen
k. k. Ackerbau-Ministeriums.

Wien, 1892.

Selbstverlag des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher
Kenntnisse.

Druck von Adolf Holzhausen in Wien.

Der liebenswürdige August Kopisch, der Entdecker der blauen Grotte auf Capri, lässt in seinem „Carnivalsfest auf Ischia“ den einfachen und trefflichen Don Antonio sagen: „Wart', du fauler Stein, du brätst dahier an der Sonne! Von dir wollen wir bald Wein trinken!“ und er „hieß Terrassen umherbauen und aufschütten, die er mit Reben umzog, immer bis zum obersten Gipfel hinan, so dass man wenige Zeit darnach die allerbesten Trauben lesen konnte, wo vorher der klirrende Felsen war“. Derselbe vollführt damit ein Werk, das gewiss nicht nachsteht dem Wunsche Faustens (Goethes Faust, II. Theil, 4. Act), der „zwecklose Kraft unbändiger Elemente“ zu bekämpfen, zu besiegen wünscht und dem Meere Land zu entreißen, indem er sich selbst zuruft:

„Erlange dir das köstliche Genießen,
Das herrische Meer vom Ufer auszuschließen,
Der feuchten Breite Grenzen zu verengen
Und weit hinein sie in sich selbst zu drängen.“

Wenn man ihn dies, was der scharfsinnige Mephisto „Grillen“ nennt, mit des Bösen Kraft thatsäch-

lich ausführen sieht, so wünscht man, er hätte sich sein Ziel etwas höher gestellt. Wie wenn er es versucht hätte, die Vegetationsgrenzen etwas weiter hinaufzurücken an den Bergeshängen und den Wald zu dichten, dort, wo er hin gehört, wo er sein könnte und sollte?! zum mindesten wäre diese That ebenso groß und sicherlich noch wohlthätiger gewesen als jene, einen Streifen Dünenland einzudeichen und zu entwässern; das haben die Niederländer auch ohne den Teufel fertig gebracht. Freilich wurde in den ersten Decennien unseres Jahrhunderts von Verheerungen in entwaldeten Gebieten seltener gehört als jetzt, es werden dieselben eben allgemach immer häufiger und gewaltiger und wird dadurch der menschlichen Cultur gar manche Strecke besten Landes entrissen und dem Verderben überantwortet, oft für alle Zukunft.

Schon in den ältesten Zeiten haben sich jedoch solche Verheerungen vollzogen. Ja es ist kein Zweifel, dass es Zeiten gegeben hat, wo die Verhältnisse noch viel misslichere waren als heute, wo das zerstörende und verschüttende Wirken der Gewässer viel großartiger war, als wir es jetzt auch in den böartigsten Gebieten Europas, etwa im südlichen und südöstlichen Frankreich, sich abspielen sehen. In der diluvialen Epoche, dem Zeitalter der großen Fluten, haben Schottermassen ganze Thalwege gleichmäßig ausgefüllt, und ungeheure flache „Schotterfächer“ oder „Schotterkegel“ haben, aus allen Thalmündungen hinausdringend, breite Zonen an beiden Flanken der Alpen gebildet.

Ja damals müssen diese Gewalten der Masse nach ganz andere gewesen sein als heute; im Wesen aber waren sie dieselben, die auch heute blühende Gärten und Fluren in Wüsteneien verwandeln, fruchtbar gewesene Thalgründe in Steinfelder umwandeln, Vorgänge, die in ihren Ergebnissen unter Umständen gerade so grässlich sind wie jenes Bergsturzfeld, welches Dante im 12. Gesange der göttlichen Komödie besingt, wo er über einen Hang zur Hölle niedersteigt, der gerade so abscheulich ist:

„Wie jenseits Trento wird der Fels gefunden,
Dess Trümmer dort die Etsch zurückgedrückte,
Durch Erdstoß oder eig'ne Last entbunden;
Dass von dem Gipfel, der sie niederschickte
Bis ganz hinab so steil die Felsenwände,
Dass keine Bahn, wer oben wär', erblickte.“

(Dante, Hölle XII, 4—9, nach Kannegießers Übersetzung.)

und wer heute von Verona nach Norden fährt, wird zwischen Ala und Mori noch immer überrascht durch die Großartigkeit des von Dante vor fast 600 Jahren besungenen Ereignisses.

Dieser Bergsturz von S. Marco unterhalb Rovereto soll nach den Fuldaer Annalen im Jahre 883 erfolgt sein. Er erfüllte hier das bei 2 km breite Etschthal, einen gewaltigen natürlichen Damm bildend, der eine Fläche von circa 3 km² bedeckte und eine Masse von beiläufig 150,000.000 m³ vorstellte. Die Etsch wurde damals zu einem See aufgestaut, der Unterlauf trockengelegt, so dass Verona und andere

Orte an der unteren Etsch so lange des Wassers entbehrten, bis das Gewässer zwischen dem Blockwerke sich einen Weg gebahnt hatte. Der Zustand, in den das fruchtbare Stück des Etschlandes an dieser Stelle versetzt wurde, war sicherlich ein solcher, dass Dante ihn noch vier Jahrhunderte später höllisch finden konnte.

Die Folgen eines Ereignisses, das in seinen Wirkungen ähnlich war, wenn auch der Vollzug ein etwas anderer gewesen ist, habe ich in den letzten Ferien bei Kollmann in Südtirol zwischen Bozen und Brixen zu sehen Gelegenheit gehabt, und schon diese erste flüchtige Besichtigung wirkte gewaltig genug, um mich zu veranlassen, mit einigen meiner Zuhörer im vorigen October zu genauerem Studium abermals nach Südtirol zu reisen. Dass ich dabei auch einige andere, durch Elementarereignisse im vorigen Jahre betroffene Punkte in Kärnten und Krain besuchte, war schon durch das Princip der thunlichsten Ausnützung von Zeit und Gelegenheit geboten. Auf diese Weise sammelte ich die Anschauungen, welche ich mir vornahm, an dieser Stelle zu besprechen. Dadurch, dass ich auch mit einem guten photographischen Apparat ausgerüstet war, kam ich aber in die Lage, viele von den gewonnenen Eindrücken festzuhalten, und wenn auch die Witterungsverhältnisse gerade in Kollmann zur Zeit meiner Anwesenheit daselbst nicht eben glänzend waren, gelang es doch, einige brauchbare Aufnahmen zu machen. Dadurch war mein Interesse für die einschlägigen Fragen neu geweckt, und ich brachte bald eine große Zahl

zum Theil geradezu trefflich zu nennende photographische Aufnahmen zusammen, aus welchen eine große Zahl Diapositive- oder Projectionsbilder hergestellt werden konnte. Dass dies nur unter der thatkräftigen Mithilfe unseres hochgeehrten Freundes, des Herrn Directors Eder, und seiner Arbeitsgenossen Hauptmann v. Reisinger und Assistent Walenta möglich war, brauche ich kaum anzuführen. Ich spreche den Herren hiermit meinen verbindlichsten Dank aus; ebenso dem Herrn Oberforstmeister P. Demontzey in Paris, dem Herrn Hofrath Salzer im k. k. Ackerbauministerium, dem eidgenössischen Oberbauinspectorat (A. v. Salis) in Bern und dem k. k. Hofmuseum (geologisch-paläontologische Abtheilung, Director Th. Fuchs), sowie Herrn Oberbaurath Baudirector der Südbahn Prenninger für Überlassung von Aufnahmen zur Herstellung der Diapositive.

Auf diese Weise gewann ich ein Material, welches es mir leicht macht, Ihnen eine Summe von Wahrnehmungen zu vermitteln, welche für den Einzelnen sonst nur durch weite, zeitraubende und auch mühevollere Reisen zu erwerben möglich wären. Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse aber werden Sie in den Stand setzen, die zusammenfassenden Auseinandersetzungen verfolgen zu können, welche ich auf Grund der bei Verfolg der sofort zu umschreibenden Fragen gemachten literarischen Studien für unser Buch verfasst habe. Der Gang der nun sofort beginnenden Vorführungen wird folgender sein: Ich werde Wildwasser- oder

Wildbachverheerungen besprechen und wollen wir zuerst das Ereignis ins Auge fassen, welches in der Nacht vom 17. auf den 18. August Kollmann verwüstete. Es war nichts anderes als der Ausbruch eines Wildbaches. Folgen lassen werde ich Ansichten der Verheerungen, welche der Bartolo-Luscharibach in Unter-Tarvis anrichtete, sowie jene, welche durch die Gailitz zwischen Gailitz und Arnoldstein in Kärnten und durch den Weißenbach unweit Weißenfels in Krain verursacht wurden.

Damit werde ich die letzten Hochwasserkatastrophen, soweit ich sie jüngst selbst beobachtete, erörtert haben. Daran will ich schließen die Vorführung von einigen trefflichen Bildern, welche nach Aufnahmen der Herren Johannes und Christomanos in Meran hergestellt wurden und den Ausbruch des Eissees im obersten Martell- oder Plimathale im Ortlergebiete zur Darstellung bringen sollen, der sich am 17. Juni des vorigen Jahres vollzog und grässliche Wildbachverheerungen zur Folge hatte. Nachdem ich einige weitere alpine Hochwasserkatastrophen gezeigt haben werde, werde ich sodann eine objective Darstellung der Wildbachfrage („Die Wildbäche und der Wald“) zu geben suchen und von den Mitteln sprechen, welche angewendet werden, um die Verheerungen zu bekämpfen: „Verbau der Wildbäche und Aufforstung“. Dabei werde ich Wildbachverbauungen vorführen, wie sie in Frankreich, in der Schweiz und in unseren Alpen zur Durchführung gelangt sind. Die zusammenfassende Schluss-

folgerung wird wohl in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit kurz genug gefasst werden müssen, doch sollen die Ausführungen im Buche etwas eingehender gehalten sein.

I. Verheerungen durch Wildbäche.

1. Kollmann und der Ganderbach.

Wo man auch Alpenthäler durchwandern mag, überall findet man vor jeder Bachausmündung ins größere Thal Schuttkegel angehäuft, die, je nach den Verhältnissen der betreffenden Bäche, größer oder kleiner sein werden, je nachdem das Niederschlagsgebiet, das Gefälle, die Verwitterbarkeit des Sammelgebietes größer oder kleiner sind. Der Schuttkegel, den z. B. der Gadriabach im oberen Etschthale, aus Norden kommend, aufgebaut hat, liegt mit seinem Scheitel bei 300 *m* hoch über der Thalebene von Schlanders, der Fuß desselben im Etschthale aber misst bei 6 *km*. Ein Blick auf irgend ein Blatt unserer Specialkarte (1 : 75.000 der Natur) lässt uns in den Alpenthälern auf Schritt und Tritt diese Schotterkegel erkennen, und fahren wir in der Nacht durch ein Hauptthal, so können wir an der Änderung in der Geschwindigkeit unseres Fuhrwerkes erkennen, so oft wir die Ausmündung eines Seitenthales passieren: es geht langsam hinan und rasch auf der anderen Seite des Schuttkegels hinab.

Solche Schotterkegelbildungen sind zu allen Zeiten erfolgt, ja das, was wir heute bei uns sich vollziehen

sehen, ist im selben Gebiete in vergangenen Perioden noch viel großartiger erfolgt. Jeder solche „Kegel“ lenkt das Gewässer des größeren Thales ab und zwingt es, das entgegengesetzte Ufer anzugreifen, die knieförmigen Biegungen der Fluss- und Bachläufe sind vielfach nur die Folgen solcher Verschiebungen im Thalboden.

Bei Kollmann, das zum Theil auf einem alten Schotterkegel dieser Art gebaut ist, und zwar nahe an der Grenze der jüngeren krystallinischen Schiefer. (Phyllite) und der aus dieser Gegend weit nach Süden reichenden großen Porphyrmasse von Bozen, an der Ausmündung eines engen, tief eingerissenen Grabens, dessen gewöhnlich unbedeutendes Gewässer (Ganderbach) man im Hintergrunde als Wasserfall über eine hohe Gesteinswand herabstürzen sieht. Dieses Wässerchen wurde Ursache der Verheerung.

Die erste Nachricht, die über das Ereignis bei Kollmann telegraphisch nach Wien gelangte, lautet: „Infolge eines Wolkenbruches ist der ‚Gannerbach‘ bei Kollmann ausgebrochen und richtete große Zerstörungen an. Mehrere Menschen fanden den Tod. Der Bahnverkehr ist unterbrochen“ (Abendblatt der „Neuen Freien Presse“ vom 18. August 1891). Am nächsten Tage findet sich das folgende Telegramm im Abendblatte: „Die Verkehrsstörung auf der Brennerbahn ist vorläufig durch ein Provisorium behoben.“ (!)

Bald kamen aber in derselben Zeitung ausführlichere Mittheilungen über die Hochwasser-Katastrophe in Südtirol.

„Südtirol,“ so schreibt ein Berichterstatter, „und zwar das Eisackthal zwischen Klausen und Bozen, ist wieder von einer furchtbaren Hochwasser-Katastrophe heimgesucht worden. Infolge eines Wolkenbruches sind in der Nacht vom 17. auf den 18. d. (von Montag auf Dienstag) durch einen angeschwollenen Gebirgsbach in zwei unweit der Südbahnstation Waidbruck gelegenen Ortschaften, im Dorfe Kollmann und in der Gemeinde Barbian, sechzehn Häuser zerstört und fortgerissen worden, wobei, den bisher vorliegenden Berichten zufolge, dreiundvierzig Menschen ums Leben kamen. Außerdem hat das Hochwasser an den Straßen- und Brückenbauten im Eisackthal bis Kastelruth¹⁾ den größten Schaden angerichtet, das Flussbett des Eisack mit Felsstücken und Steinmassen hoch angefüllt und den Damm der Südbahn in der Länge von 600 m zerstört.

„Über die Ursache und den Umfang der auf der Südtiroler Linie der Südbahn eingetretenen Verkehrsstörung erhalten wir von Seite der General-Direction folgende Mittheilung: Erst gestern nachmittags, nachdem die gestauten Fluten des Eisack einen beschleunigten Abfluss gefunden, konnte eine genaue Besichtigung der Unfallsstätte vorgenommen und der Umfang der Verheerung überblickt werden, welche der Ausbruch des Kollmannbaches — des Ganderbaches nach

¹⁾ Kastelruth liegt hoch oben am linken Ufer des Eisack und nur die Straße dahin ist gemeint.

der Generalstabskarte — hervorgerufen. Danach stellt sich der Sachverhalt folgendermaßen:

„Das Unglück kam diesmal von einer Seite, von der die vielgefährdete Thalenge zwischen Waidbruck und Atzwang bisher verschont geblieben war, nämlich von der rechten Berglehne, an deren Fuß sich zunächst die Reichsstraße, dann das Bett des Eisack und schließlich — weit unterhalb von Kollmann — der Bahndamm hinzieht. Die andauernden Regengüsse, welche dem in der Nacht vom 17. zum 18. d. eingetretenen Wolkenbruche vorangegangen waren, hatten das Erdreich dieser Lehne gelockert, so dass es den durch den Wolkenbruch rapid geschwellten Wassermassen des Kollmann-Wildbaches keinen Widerstand zu leisten vermochte und von demselben mit Bäumen, Felsstücken u. s. w. fortgerissen wurde. Die Wucht dieser in Bewegung versetzten Massen erklärt es, dass alles, was ihnen im Wege stand, zerstört, die Straße, das Bett des Eisack und der Bahnkörper auf weite Strecken übermurt und der Eisack gegen den Bahndamm — am linken Ufer — gedrängt wurde, durch den er sich einen Abfluss bahnte.

„Vierzehn Wohnhäuser des Ortes Kollmann und ein Wächterhaus wurden weggerissen, der Bahndamm auf 600 m Länge zerstört. . . .

„Die nächste Aufgabe der auf die erste Unglücksbotschaft an Ort und Stelle entsendeten Bahnorgane war die Wiederherstellung des Verkehrs. Zu dem Behufe wurde vorerst an die Beseitigung des auf der

Reichsstraße abgelagerten Gerölles geschritten, um die Wiederaufnahme des Personenverkehrs zwischen Waidbruck und Atzwang mittels Straßenfuhrwerkes zu ermöglichen, was auch noch gestern gelungen ist. Daran reiht sich die Herstellung eines Bahnprovisoriums zur Umgehung der vom Eisack durchbrochenen Bahnstrecke für den Gesamtverkehr, und gleichzeitig wurden alle Vorkehrungen getroffen, um so schnell als möglich den Eisack abzuleiten und den durchbrochenen Bahndamm wieder herzustellen. (Als ich am 17. September die Strecke zum erstenmale passierte, mussten wir noch aussteigen und zu Fuß passieren.)

„Siebenhundert Meter Schienen mit Befestigungsmitteln und allem andern erforderlichen Material sind bereits auf dem Wege und die Bahnorgänge mit den nöthigen Vollmachten ausgerüstet, um ein Massenaufgebot von Arbeitskräften zur Bewältigung aller Schwierigkeiten heranzuziehen. Die Zeitdauer der Reconstructiionsbauten lässt sich selbstverständlich heute noch nicht bestimmen. Inzwischen ist jedoch zugleich Vorsorge getroffen, um die im Zuge befindlichen Warentransporte ihrer Bestimmung ohne Verzug zuzuführen.“

Im Abendblatte derselben großen Zeitung finden wir (am 20. August) nähere Ausführung nach den Mittheilungen des „Tiroler Tagblatt“ (vom 19. August):

„Durch einen Wolkenbruch, der in der Nacht vom 17. auf den 18. d. M. über das ‚Rittengebirge‘ niederging, sind in dem kleinen Dorfe Kollmann im Eisack-

thale sechzehn Häuser in wenigen Augenblicken zerstört u. s. w., wie oben erwähnt wurde.

„Es war um Mitternacht, als die Katastrophe hereinbrach. Hoch über dem Dorfe hatte der niederströmende Wolkenbruch eine ungeheure Erdmasse losgelöst, die im Bette des Ganderbaches zu Thal stürzte, mit unwiderstehlicher Gewalt alles mit sich fortreißend, was ihr im Wege stand. Zwei Mühlen — sie liegen, wie wir gleich sehen werden, weit oben im Graben — wurden vom ersten Anprall der niederstürmenden Geröllmassen mitgerissen, ihre Insassen zum größten Theile unter den Trümmern begraben, sämtliche Häuser am linken Ufer des Baches bis zur Reichsstraße, dann einzelne Gebäude am rechten Ufer, sowie unterhalb der Straße, endlich die steinerne Brücke der Reichsstraße fielen dem furchtbaren Ereignisse zum Opfer.

„Die niederstürzenden Erd- und Geröllmassen, die Trümmer der weggerissenen Häuser und der zerstörten Brücke wurden in den Eisack hinabgetragen und füllten das Bett dieses Flusses fast gänzlich aus, so dass dessen Wasser zu einem förmlichen See gestaut wurden und über das linke Ufer austraten, wo der Bahndamm auf eine Länge von 700 m überschwemmt und mit Schutt und Geröll bedeckt wurde. Ein Personenzug der Südbahn, der kurz nach Eintritt der Katastrophe an der zerstörten Strecke ankommen sollte, wurde durch die Pflichttreue des Bahnwächters, dessen Wächterhaus eben erst zerstört worden war, rechtzeitig auf-

gehalten. Beim Kreuzwirthshause unterhalb der Straße wurden beim Eintritt der Morgendämmerung die ersten Leichen gefunden, weitere Leichen wurden flussabwärts die ganze Strecke bis Bozen hinab aus dem Eisack gezogen.

„Das ganze Dorf Kollmann steht auf einem Murkegel. Der Ganderbach (auch Saubach genannt) führt den größten Theil des Jahres kaum Wasser genug, um die beiden Mühlen zu treiben. Zu den großen Menschenverlusten hat der Umstand beigetragen, dass die Thüren der Häuser durchwegs gegen den Bach zu gelegen und die nach den anderen Seiten hinausgehenden Fenster zumeist vergittert sind, so dass eine Rettung geradezu ein Ding der Unmöglichkeit war.

„Die Bahnverwaltung gieng sofort an die Herstellung eines Nothsteges für den Passagierverkehr, und bis gegen Mittag war derselbe über den Ganderbach auch schon passierbar, so dass die Reisenden wenigstens zu Fuß weitergelangen konnten.

Im Morgenblatte der „Neuen Freien Presse“ vom 21. August heißt es weiters:

„Über den Stand der Reconstructionsarbeiten in der durch den Murgang vom 17./18. d. M. unterbrochenen Bahnstrecke der Südtiroler Linie der Südbahn theilt heute die Direction derselben Folgendes mit: Nachdem es, wie schon gemeldet, noch gestern gelungen ist, durch Freimachung der Reichsstraße und Herstellung einer provisorischen Strecke über den Eisack die Wiederaufnahme des Personenverkehrs mit-

tels Umsteigens und Zuhilfenahme von Straßenfuhrwerk zu ermöglichen, wird nunmehr mit aller Kraft an der Herstellung einer die unterbrochene Bahnstrecke umgehenden, ungefähr 800—1000 *m* langen Rollbahn für den Gepäcks-, Eilgut- und theilweisen Frachtenverkehr gearbeitet, deren Anlage so disponiert ist, dass dadurch die gleichzeitig in Angriff genommenen Reconstructionsarbeiten in der zerstörten Bahnstrecke selbst nicht behindert werden. An 2000 Hilfskräfte, Professionisten und Erdarbeiter, sind aufgeboten, um das schwierige Werk mit möglichster Beschleunigung durchzuführen. Der normale Zugverkehr reicht einstweilen von Norden her bis Waidbruck und von Süden bis Kastelruth.

Eine ausführlichere Beschreibung gibt das „Tiroler Tagblatt“: „Um $\frac{1}{2}$ 10 Uhr abends und um $\frac{1}{4}$ 12 Uhr nachts giengen zwei heftige Gewitter mit starken Regengüssen im Rittnerhorn-Gebirge, oberhalb von Kollmann, nieder. Kurz vor Mitternacht fuhr ein furchtbarer Orcan vom Gebirge ins Thal nieder — man hat nicht bis drei zählen können, sagt ein Zeuge, länger währte der Sturm nicht — von einigen am Saubacher stehenden Häusern flogen mit schauerlichem Krachen die Dächer, und in der nächsten Secunde war der Bach da, ein wüthender Bergstrom mit Donnern und Krachen, Riesenblöcke, Erde und auch alles, was an seinen Ufern stand, vierzehn Häuser, mitreißend. Vom Engelwirt will ein später Gast über die steinerne Brücke heim zu seinen Leuten, gerade vor ihm reißt

sie der wilde Bach weg, als ob sie ein Kartenhaus gewesen wäre. Im selben Momente stürzt der Eckbau des Engelwirthes an der Westseite der Brücke in die Fluten, der Bäcker, der drinnen wohnt, seine Tochter und sein Geselle stürzen mit, rettungslos. Vom Engelwirthshause selber geht ebenfalls ein Theil mit, den Leuten gelingt es aber, sich zu retten; bei der Thür können sie nicht mehr hinaus, sie haben aber gegen Westen zum Nachbarhof ein unvergittertes Fenster, durch welches sie entkommen.

„Die vergitterten Fenster waren es in den meisten Fällen, welche den Inwohnern den Tod brachten. Der Mühlackermüller hat seine Frau mit fünf Kindern im Hause. Er sieht seine Lieben dem Tode geweiht, mit Knecht und Magd ist er nicht im Stande, sie aus dem allzu wohlverwahrten Hause hinauszubringen. Alle neun Personen fallen dem mörderischen Elemente zum Opfer. Beim Gasser kommen nur er selbst und ein Kind davon; wie er zurückkehrt, die anderen zu holen, ist sein Haus mit seinen anderen drei Kindern, der Magd und einer alten Inwohnerin verschwunden. Der untere Gannermüller hört den Wildbach rauschen — er muss den Mühlbach ‚abkehren‘, damit er ihm das Rad nicht wegriß — er geht mit drei Burschen hinaus — sie kommen aber nicht mehr, denn sobald sie aus dem Hause getreten, hat sie der Bergstrom erfasst, die Mühle folgt, das Weib des Müllers und ein Kind darinnen. Ein vierter seiner Knechte rettet ein Pferd bergwärts, er ist gerettet, ebenso ein

kleines Kind, das dem ‚Hies‘ weinend nachgelaufen war. Beim Moarmüller fallen drei erwachsene Brüder und ein Dienstmädchen dem Elemente zum Opfer, beim Hannsmüller der Meister, ein Knecht und der Kaschbauer Franz, welcher dort zu Besuch war, wegen des schlechten Wetters aber in der Mühle über Nacht bleiben sollte. Der Bauer Franz Moser und der bei ihm wohnende Spängler mit Frau und einem Mädchen der letzteren können nicht aus dem Hause; die Flut trägt sie mit dem vom Boden verschwundenen Hause fort. Beim Metzger kostet die furchtbare Katastrophe vier Kindern das Leben. Der Maurer Grutner wird, nachdem er seine Frau gerettet, mit einem Knaben und einem Mädchen von den Fluten fortgerissen. Psenner und Frau finden mit einem Ziehnaben ebenfalls den Tod. Die Häuser des Josef Bauer, Menzl und Ferich werden total vernichtet, drei Personen kommen dabei um. Die Schindersäge wird ebenfalls ein Raub der wilden Flut, die Leute können sich aber retten, während beim Kreuzwirt drei Personen zugrunde gehen.

„So hat das Element furchtbar gehaust. Und das alles war das Werk weniger Minuten! Die Erklärung hiefür ist unschwer für den, welcher sich die Mühe genommen hat, am Gannerbach $1\frac{3}{4}$ Stunden hinaufzusteigen. Dort zeigt sich, dass durch das erste Gewitter eine Bergabruetschung erfolgte, welche den engen Thalgang sehr dicht geschlossen haben muss. Es bildete sich so schon beim ersten Gewitter ein Stausee. Das zweite Hochge-

witter vergrößerte den See enorm, bis die vorgelegten Felsen und Schuttmassen den Druck nicht mehr zu ertragen vermochten, worauf dann plötzlich ein Durchbruch erfolgte, der alles niederwarf, was den Fluten im Wege stand. Für die furchtbare Kraft der zu Thal stürzenden Flutmassen spricht am beredtesten der Umstand, dass sie einen Orcan, wenn auch nur für Secunden, zu erzeugen vermochten.

„Die Lage in Kollmann ist heute trostlos. Es gibt keine Familie, in welcher nicht Trauer eingezogen ist. So viel heute bestimmt ist, fehlen aus der ohnehin kleinen Gemeinde 39 Personen. Eine vierzigste, welche ebenfalls vermisst wurde, ein Knecht, hat sich gefunden. Eine Frau wurde auf seltsame Weise gerettet. Sie floh aus dem Hause, wurde aber von einem Steine erfasst und an den Beinen an die Rückwand des weiter unten liegenden Hauses gepresst, das glücklicherweise in jenem Theile erhalten blieb. Die Arme hatte aber den Schmerz, ein Kind vor ihren Augen fortgetragen zu sehen, ohne dass sie helfen konnte. . . .

„Zur nämlichen Zeit wie in Kollmann hauste auch auf der dem Ritten entgegengesetzten Seite, in einem Theile des Sarnthales, ein grausiges Unwetter, so dass der wilde Tanzbach, der von den Schluchten der Sarner-scharte herauskommt, mächtig anschwell und drei Sägemühlen zerstörte; leider werden auch drei Personen vermisst.“

Am 26. August findet sich in der „Neuen Freien



Fig. 1. Der Schotterkegel von Kollmann. (Ansicht von unten.)

Nach einer Photographie von Gugler in Bozen.



Fig. 2. Das obere Brückenprovisorium bei Kollmann.
Nach einer Photographie von Gugler in Bozen.

Presse“ noch die folgende Mittheilung: „Die Arbeiten zur Wiederherstellung des durch den Eisack zerstörten Bahndammes der Südbahn werden mit großem Eifer fortgeführt, dieselben gestalten sich jedoch schwieriger, als anfangs angenommen wurde. In der vorigen Woche wurde zwischen Kastelruth und Waidbruck eine provisorische Verbindung hergestellt, welche auch zur Beförderung kleinerer Frachtsendungen dienen sollte; dieselbe wurde jedoch kurze Zeit nach der Errichtung durch einen Wolkenbruch zerstört. Gegenwärtig arbeitet man an der Erbauung einer soliden Rollbahn, auf welcher ein großer Theil der Frachtransporte befördert werden kann und welche eine größere Widerstandskraft gegen die Unbilden des Wetters besitzen soll. Nach Fertigstellung dieser Rollbahn soll an die gänzliche Reconstruction des zerstörten Bahndammes gegangen werden; durch die Herstellung der provisorischen Vorrichtung hofft man die nöthige Zeit zu einer langsamen und gründlichen Bauführung zu gewinnen.“

Besser als alle Worte werden die bildlichen Darstellungen wirken und eine getreue Vorstellung des Ereignisses geben.

Das erste Bild (Fig. 1) zeigt uns den Schotterkegel fast in seiner ganzen Größe. Die Häuser links sind Kollmann. Rechts sehen wir das neue Bett des Eisack und im äußersten Vordergrund rechts ein stehen gebliebenes Stück Culturland und dahinter ein Bruchstück der alten Straße, die nach Kastelruth hinaufführt. Oberhalb des Schuttkegels erkennen wir den Stausee des Eisack,

seine Größe und Tiefe verrathen uns die in seiner Mitte aufragenden hochstämmigen Bäume, von denen nur die Wipfel und Laubkronen hervorragen. Das Bild wurde von Gugler in Bozen noch vor Beginn der Bahnbauarbeiten aufgenommen. Vom Bahnkörper ist keine Spur zu erkennen. Sehen wir recht genau zu, so bemerken wir Menschen und erkennen daran die gewaltigen Dimensionen der Blöcke, die der Wildbach bis hierher getragen und gewälzt hat. 16—20 m^3 große sind sicher darunter! (20 m^3 Porphyry [spec. Gew. = 2·6] = ca. 50 Tonnen = 50.000 *kg.*)

Das zweite Bild zeigt uns den unteren Theil des Schuttkegels von oben.

Schon wimmelt es von Arbeitern auf dem Trümmerfelde, die Menschen lassen uns auch hier Maßstäbe gewinnen für die Größe des Blockwerkes. Man arbeitet an der Herstellung des Einschnittes für die Rollbahn und das Bahnprovisorium; links im Vordergrund sehen wir den Abbruch der Straße nach Kastelruth. Vom Bahnkörper keine Spur!

Das dritte Bild (Fig. 2) zeigt uns das fertige Provisorium von oben, und wir überblicken fast das ganze neue Flussbett des Eisack.

Von unten schauend gibt uns das nächste Bild (Fig. 3) eine gute Vorstellung. Wir sehen die erste Rollbahnanlage, weiter nach links das jetzige Bahnprovisorium, und noch weiter links sehen wir die Arbeiter mit der Herstellung eines Einschnittes beschäftigt, der wohl das Kühnste ist, was auf dem Schuttkegel ausge-



Fig. 3. Das neue Eisackbett bei Kollmann. Arbeiten im Schotterkegel: Neues Zwangsbett.

Nach einer Photographie von Gugler in Bozen.

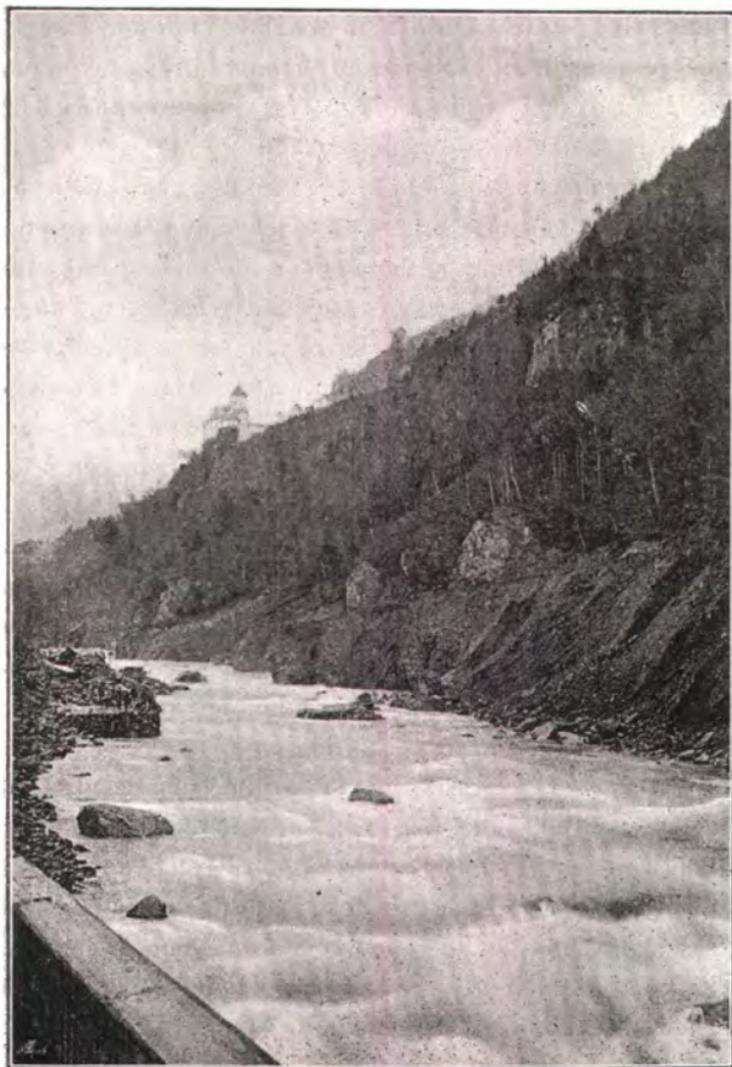


Fig. 4. Das neue Eisackbett bei Kollmann
Nach einer Aufnahme vom Brückenprovisorium von F. Toula.

führt wird, ein Einschnitt, in welchen man den Eisack aus seinem jetzt eroberten Gerinne hinüberzwingen will! Am Hange rechts im Vordergrund erkennen wir einen Rest der Kastelruther Straße.

Das nächste Bild (Fig. 4) zeigt uns den neuen Eisacklauf. Es ist von mir am 24. October v. J. vom unteren Brückenprovisorium aufgenommen und lässt uns ein mittlerweile freigewordenes Object der früheren Bahnlinie, einen aus prächtigen Porphyrquadern hergestellten Wasserdurchlass, erkennen. Der Eisack hat sich sein neues Bett von unten nach oben immer tiefer einschneidend allmählich immer mehr ausgearbeitet und vielen Schutt weiter nach abwärts getragen. Infolge dessen konnte das Object freigemacht werden. Es lässt uns die Mächtigkeit des Schuttkegels erkennen um wie viel höher noch jetzt der neue Eisacklauf liegt als der frühere, jenseits der Bahn gelegen gewesene, denn das von dem zerstörten Hange kommende Gewässer floss durch den Durchlass in den Eisack.

Das untere Brückenprovisorium sehen wir im nächsten Bilde. (Fig. 5.)

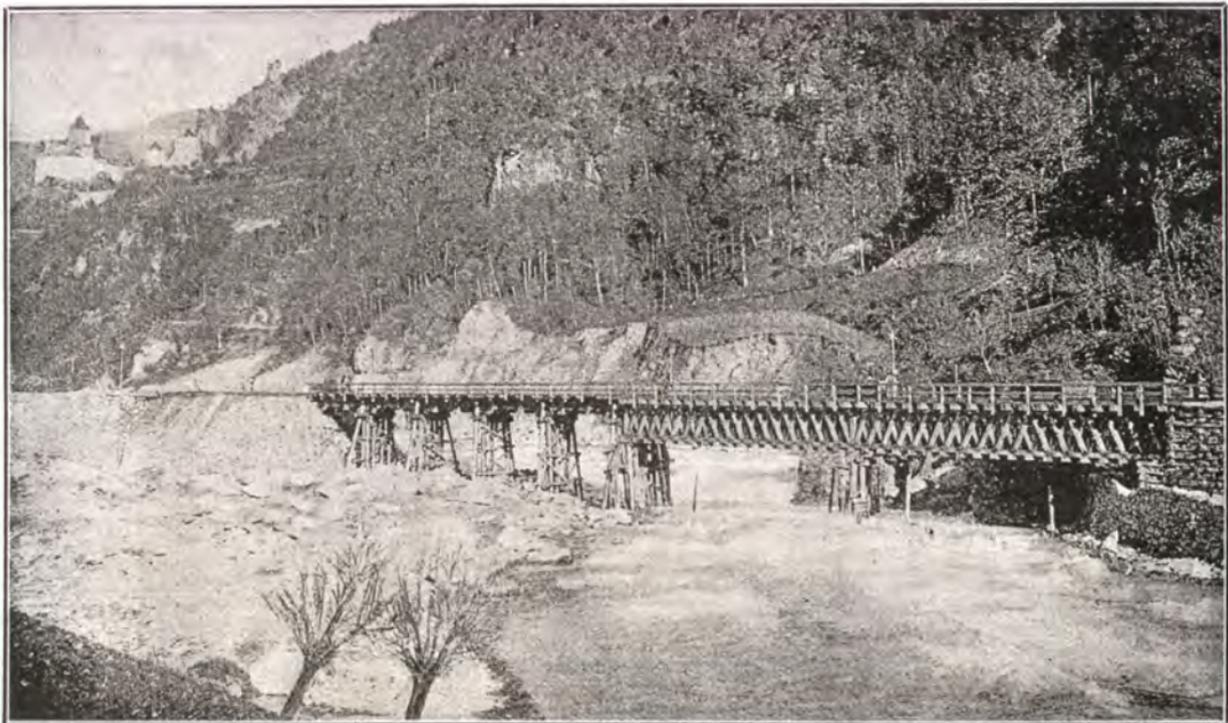
Eine gute Vorstellung von der Größe des Stausees oberhalb des Schuttkegels, bald nach dem Ereignisse, gibt uns das folgende Bild (von oben gesehen). (Fig. 6.) Als ich den See Ende October sah, war er schon viel kleiner, wie man an der von unten gemachten Aufnahme (Fig. 7) erkennt. Man bemerkt links am rechten Eisackufer bereits einen breiten trockenen Saum von Sinkstoffen, die nun umsomehr

zutage treten werden, je tiefer der Eisack sich einnagen wird. Auch an den Bäumen erkennt man deutlich den früher viel höheren Wasserstand.

Ich stieg bei meinem zweiten Besuche selbstverständlich durch den Wildbachgraben hinan bis zu den Mühlen, welche eine so verhängnisvolle Rolle mitgespielt haben.

Zwei Bilder werden genügen, um den Zustand des Ortes, soweit er auf dem angegriffenen alten Schuttkegel lag, zu versinnlichen. Sie lassen uns aber auch die Structur eines solchen Schuttkegels ganz gut wahrnehmen, besonders die erste der beiden Photographien (Gugler), die zweite, die ich einem ehemaligen Studiencollegen, Herrn Professor Hackel in St. Pölten, verdanke, gewährt uns zugleich einen Einblick in den Thalhintergrund, wo wir auch den Wasserfall erblicken.

Ich stieg damals mit meinen Begleitern durch das Weingebirge gegen die Mühlen hinan. Leider war das Wetter recht ungünstig. Es war dunstig und regnete wiederholt, so dass photographisch nicht viel aufgenommen werden konnte, was ich an Ort und Stelle sehr bedauerte, denn der Graben und sein Zustand ist überaus interessant. Er war zur Zeit meines Besuches nach und während des Regens nicht passierbar, doch gewannen wir vortreffliche Einblicke. Alle seine Hänge bis zu den Mühlen hinauf sind wild zerrissen und greifen tiefe Einrisse weit in die Wiesen und Gärten hinein. Wo man die Hänge genau betrachtete, bemerkte man Bewegungserscheinungen in denselben; durch-



**Fig. 5. Das untere Brückenprovisorium bei Kollmann. Gehängeabriß am linken Eisackufer
an der Straße nach Kastelruth.**

Nach einer Photographie von Gugler in Bozen,

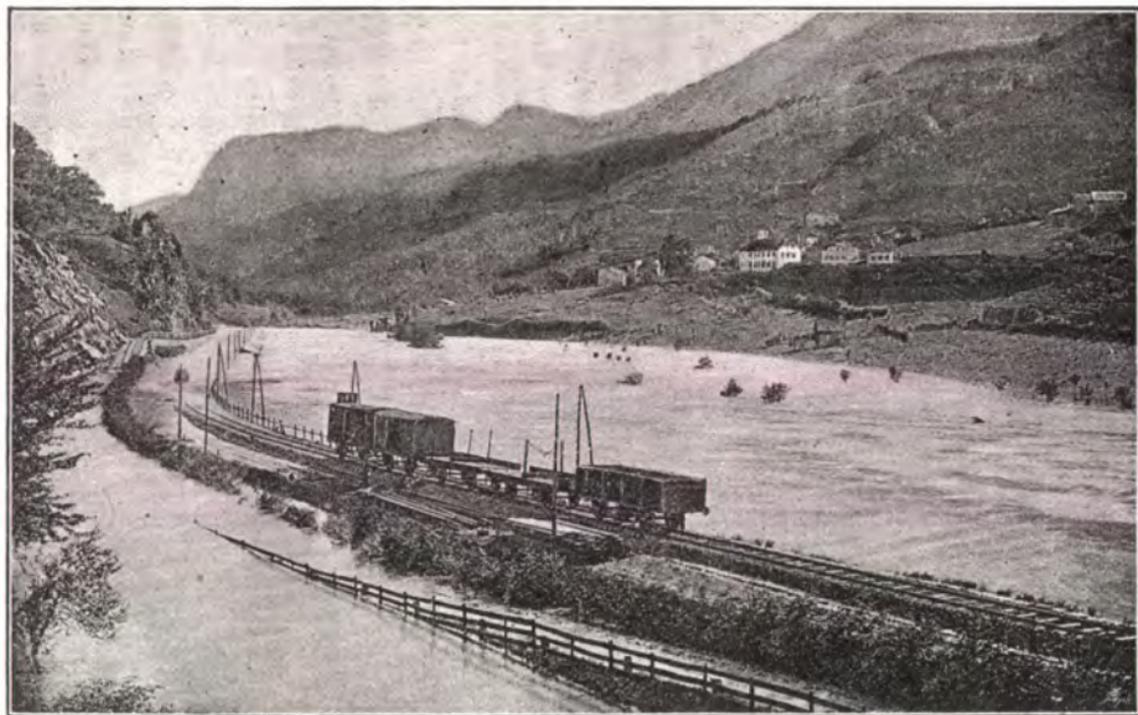


Fig. 6. Der Stausee bei Kollmann-Waidbruck. (Ansicht von oben.)

Nach einer Photographie von Gugler in Bozen.



Fig. 7. Der Staunsee bei Kollmann-Waidbruck Ende October 1891. (Ansicht von unten.)

Nach einer photographischen Aufnahme von F. Tonla.

feuchtet wie sie waren, musste man es begreiflich finden. Allenthalben nahm man kleine, breiige, langsam fließende Schlamm-partien wahr, die sich unten in der Grabentiefe sammelten. War ich betrübt, dass ich von den Wahrnehmungen nichts im Bilde mitnehmen konnte, so freute es mich umsomehr, bald darauf treffliche Bilder durch die Güte des Herrn Ministerialrathes Salzer zu erhalten, der dieselben hatte aufnehmen lassen. Ich bin in der Lage, nach denselben hergestellte Diapositive vorführen zu können.



Fig. 8. Der obere Ganderbachgraben unterhalb der Mühle.
Nach einer von Herrn Hofrath Salzer erhaltenen Photographie.

Das erste gibt eine getreue Vorstellung von dem gegenwärtigen Zustande des oberen Ganderbaches unterhalb der Mühlen (Fig. 8). Man erkennt an der

Stellung der Bäume, dass der ganze Hang sich in Bewegung befindet und beim nächsten starken Regengusse hinabkommen kann.

Einen solchen Abriss zeigt eine andere Aufnahme, Schutt und junge Stämme durcheinander, die letzteren förmlich verfilzt.

Zur unteren Mühle versetzt uns das nächste Bild (Fig. 9). Hier sehen wir noch Blöcke des oben erwähnten Bergsturzes im Graben liegen, am rechten Hang erkennt man auch im Bilde das Blockwerk (es ist ein fester grüner Porphyrtuff). Das kleine Gärtchen steht auf einem alten Schuttkegel. Dieser, das Blockmaterial und die Baulichkeiten haben offenbar vereint das Stauwasser zurückgehalten, bis es so mächtig war, um den Widerstand zu brechen und dann als eine ungeheure Breimasse wie eine gewaltige Woge in die Tiefe zu stürzen.

Was ich in dem Graben gesehen, bringt mich zur Überzeugung, dass unter Umständen alles, was unten am Aufschüttungskegel am Eisack reguliert wird, abgesehen von diesem selbst und was er etwa anrichten kann, vergebliches Bemühen sein kann, wenn nicht der ganze Graben verbaut wird, d. h. seine Hänge zur Ruhe gebracht werden.

Eine treffliche und nun wohl auch Laien vollständig verständliche Darstellung des Schuttkegels von Kollmann und der durch denselben bedingten Veränderungen geben die von Herrn Ingenieur Holzer für einen (im Februar 1892) im Österreichischen Inge-



**Fig. 9. Bergsturz bei der Mühle im Gandergraben
bei Kollmann.**

Nach einer von Herrn Hofrath Salzer erhaltenen Photographie.

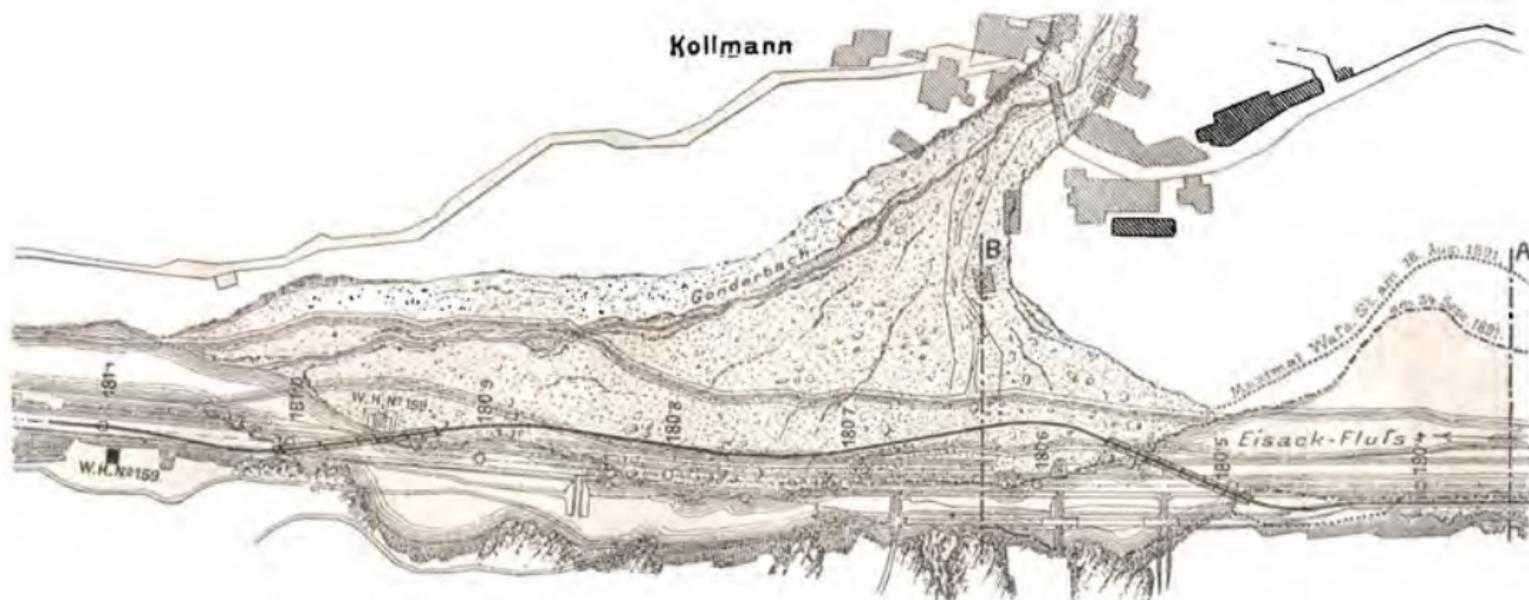


Fig. 10. Der Schuttkegel bei Kollmann. Altes und neues Eisackbett. Stausee.
 Situation 1 : 5700.

Nach einer Zeichnung des Herrn Ing. Holzer (Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Verein).

neur- und Architektenverein gehaltenen Vortrag über die Ingenieurbauarbeiten bei Kollmann angefertigten Zeichnungen, bei deren Herstellung als Diapositive wir, um die Verhältnisse möglichst klar zu machen, Farben zuhülfe genommen haben. Wir erkennen den alten Lauf des Eisack; derselbe wird ihm annähernd wiedergegeben

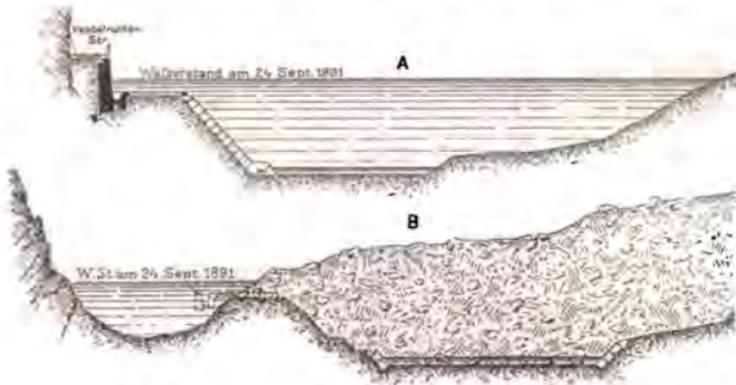


Fig. 11 und 12. Zwei Profile bei Kollmann.
A Stausee, B Schotterkegel und neues Eisackbett.
1 : 1100.

Nach einer Zeichnung des Herrn Ingenieur Holzer
(Oesterr. Ingenieur- und Architekten-Verein.)

werden. Der neue Flusslauf, das Stauseebecken, der Lauf des Gander- oder Saubaches nahe am unteren Rande des Kegels sind ersichtlich, ebenso können auch die früheren Straßen- und Bahnbauten erkannt werden (Fig. 10).

Die Schuttmasse bedeckt eine Fläche von circa 6·8 ha (67.860 m²). Betrachten wir nun das Längen-

profil. Bei demselben sind die Höhen in zehnfachem Maße gezeichnet den Längen gegenüber. Wir sehen das Profil des Schuttkegels daher zehnfach überhöht vor uns. Wir sehen den Maximalwasserstand des Stausees am 18. August im Niveau von 464.5 *m* über dem Meere, wir sehen den Bauwasserstand, also vor der Aufschüttung des Kegels, und endlich auch jenen gesenkten Spiegel vom 24. September 1891. Die höchste Höhe des Kegels ergibt sich mit annähernd 18 *m*. Die mittlere Höhe bei Ausgleichung auf die ganze Fläche dürfte sich mit circa 7 *m* ergeben und würde sich daraus die Menge des noch jetzt im Schuttkegel vorliegenden Materials auf etwa 475.000 *m*³ rechnen lassen. Wie viel hat der Eisack aber von dem Materiale damals nach abwärts getragen? Wie viel hat er nur auf der zerstörten Strecke mit fortgenommen? Zwei Querprofile (Fig. 11 und 12) liegen vor: eines im Schuttkegel und eines im Gebiete des Stausees. Sie zeigen die Ursachen und Wirkungen sehr klar. Wir sehen den Schlamm- und Blockstrom das ganze Flussbett erfüllen und den Eisenbahnkörper bedecken und sehen das neue Bett, das der aufgestaute Fluss sich jenseits des Bahnkörpers, die Kastelruther Straße mit fortnehmend, schaffen musste. In das zweite Querprofil können wir uns leicht auch das neue Provisorium hineindenken. Es ist sogar die planierte Fläche angegeben, aber auch das geplante neue Flussbett rechts von *B* können wir uns vorstellen, etwa 7 *m* unter dem heutigen Stauwasserspiegel, etwa 3 *m* über dem früheren Bauwasserstande.

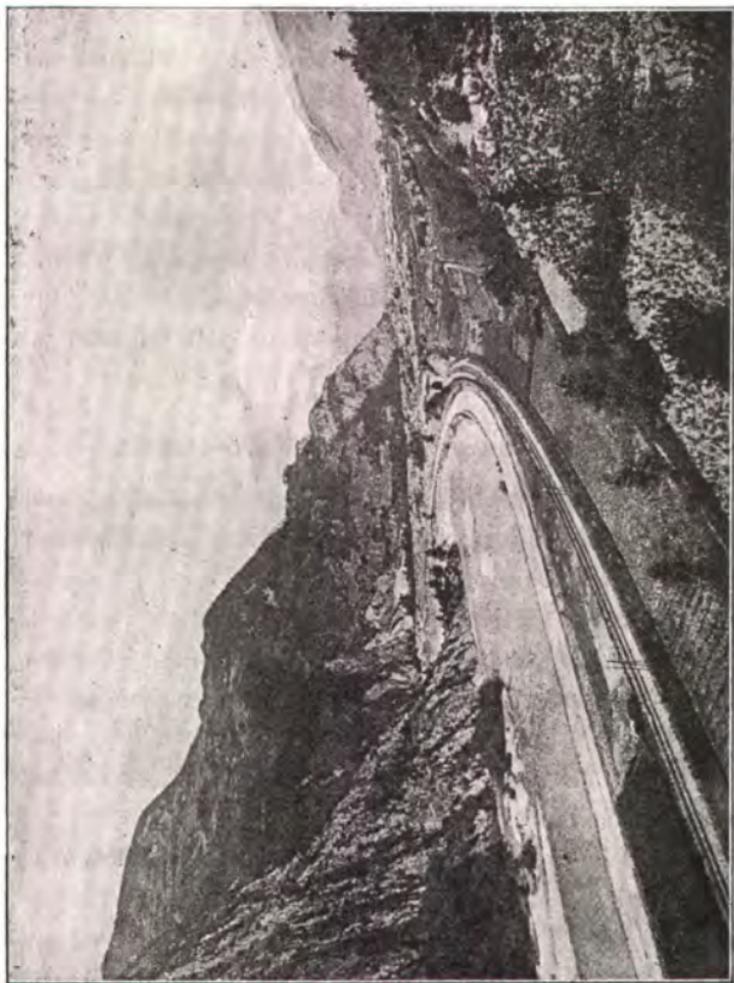


Fig. 13. Der Schuttkegel von St. Martin la Porte am Arc (Isère) an der Straße Chambery nach Turin über den Mont Cenis. (Tunnel durch den Schotterkegel.)

Nach einer von Herrn Demontzey erhaltenen Photographie.

Als ein Gegenstück zu dem angegebenen Schuttstrome möchte ich ein Bild vorführen, dessen Original ich Herrn Oberforstmeister Demontzey in Paris ver-

danke (Fig. 13): Es stellt den Schuttkegel dar, welcher bei St. Martin la Porte an der Straße, die von Chambery über den Mt. Cenis nach Turin führt, gegen den Arc hinausgeschickt wurde und der viel mächtiger ist als jener von Kollmann. Die Ingenieure haben ihn dort auf andere Weise bewältigt. Der Fluss wurde so belassen, wie er durch das Ereignis gewendet wurde, wo er mit starker Krümmung den Kegel umzieht, für die Bahn aber wurde der Weg durch den Schuttkegel genommen, sie durchfährt ihn in einem Tunnel.

2. Verheerungen im Gebiete der Gaillitz.

An die besprochenen Bilder möchte ich einige von den anderen Bildern anschließen, die ich bei meiner erwähnten Excursion aufnahm.

So mag eines eine Vorstellung geben von den Verheerungen, welche der aus zwei Bächen entstandene Luschari-Bartolobach in Unter-Tarvis angerichtet hat.

Auch da möchte ich Meldungen der Tagesblätter vorausschicken.

So schreibt die „Neue Freie Presse“ am 24. August 1891 (Abendblatt): „Wolkenbruch und Hochwasser bei Tarvis. Von der General-Direction der österreichischen Staatsbahnen wird uns mitgeteilt: In der Nacht vom 22. zum 23. d. ist durch einen mehrstündigen Wolkenbruch die Station Tarvis überschwemmt, die Linie Tarvis—Pontafel, sowie die Strecke Tarvis—Kronau der Linie Tarvis—Laibach durch Ver-

murung der Geleise unfahrbar gemacht worden und musste deshalb auf obgenannten Strecken der Gesamtverkehr bis auf Weiteres eingestellt werden. — Ferner wird aus Klagenfurt vom 23. d. berichtet: Infolge Hochwassers sind heute früh in Tarvis sechs Häuser eingestürzt, Arnoldstein wurde theilweise überschwemmt, theilweise verschottert. Die Drau und der Gailfluss zeigen sehr hohe Wasserstände. Bisher sind keine Verluste an Menschenleben zu beklagen. — Aus Graz wird uns berichtet: Wegen der Hochwasserverheerungen in Tarvis und Arnoldstein sind heute nachts sechzig Mann Genietruppen dahin abgegangen.“

Der Luscharibach kommt oberhalb Tarvis aus Süden, der Bartolobach aus Norden herab und wenden sich beide vereint dann nach Ost, um sich bei Tarvis mit der von Raibl kommenden Schlitza zu vereinen und dann verstärkt durch den Weißenbach als Gailitz die Enge zwischen Tarvis und Maglern zu durchfließen und sich weiterhin angesichts der Villacher Alpe mit der Gail zu vereinen.

Es darf uns nicht wundern, dass gleichzeitig mit den Verheerungen in Tarvis auch die aus Krain kommenden Wässer des Weißenbaches, sowie der Seltshacherbach zu Arnoldstein ausarteten, und dass alle zusammen in ihrem Bette nicht Raum fanden und das Gebiet zwischen Arnoldstein und Gailitz verwüsteten.

Im Abendblatte der genannten Zeitung vom 26. August finden wir folgende Notiz: „Über die Verheerun-

gen, welche der in der Nacht vom 22. auf den 23. d. über der Gegend von Tarvis niedergegangene Wolkenbruch in dem 11 *km* von Tarvis entfernten Orte Arnoldstein angerichtet hat, wird uns von dort berichtet: Im östlichen Theile des Ortes Arnoldstein befindet sich das gemauerte Bachbett des Seltlachbaches, welches gerade vor der Gendarmeriekaserne eine scharfe Wendung von Südost nach Nordost macht. Am 22. abends gieng der Regen wolkenbruchartig nieder. Gegen 3 Uhr morgens, alles lag im tiefen Schlafe, erscholl mitten im Orte der Ruf: ‚Wasser!‘ An der Wendung des Bachbettes hatte der mächtig angeschwollene Seltlachbach eine Wand durchbrochen, und die Fluten ergossen sich, Steine, Bäume und Wasserleitungsröhren mit sich führend, mitten durch den Ort, alles zerstörend, in der Richtung gegen Gailitz, um sich dort mit der gleichfalls angeschwollenen Gailitz zu vereinen und den gemeinsamen Lauf gegen Norden fortzusetzen, wobei alle Wehren und Mühlen niedergerissen wurden. Bei Tagesanbruch waren der Platz und die Straße von Arnoldstein eine Steinmure, alle ebenerdigen Locale und Keller standen unter Wasser. Am bedauernswer testen ist der Keuschler Josef Armitter, vulgo Peitler, dem die Flut den ganzen Viehstand vernichtete, die Wohnung, den Hof und die Wirtschaftsgebäude versandete. Die Reichsstraßen nach Osten und Westen sind unpassierbar, Viaducte theils dem Einsturze nahe, theils bereits eingestürzt.“

Eine kleine Vorstellung von der Wirtschaft, welche



Fig. 14. Verheerungen am Bartolo-Luscharibache in Unter-Tarvis.

Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toulà.

der Bartolo-Luscharibach angerichtet hat, mag eine photographische Ansicht des wieder aufs neue versicherten Baches geben. (Fig. 14.)

Überaus vom Glück begünstigt war ich bei der Aufnahme des Schotterbettes des Weißenbaches, den man auf dem Wege von Tarvis zu den so viel besuchten reizenden Weißenfelserseen überschreitet. (Fig. 15.)

Es ist mir bei sinkender Sonne gelungen, das ganze Bild zu erhalten. Der Bach liegt an der Grenze zwischen Kärnten und Krain, kommt vom Nordwesthange des Mangart, also aus Kalken und dolomitischen Kalken. Er besitzt nicht ein Klärbecken wie sein Nachbar im Osten, der aus den Weißenfelserseen abfließt, sondern er schleppt bei Hochwässern allen Schutt mit sich, soweit er kann, bis in die nächste Strecke mit geringerem Gefälle. Solch eine Wegstrecke überblicken wir in unserem Bilde, das von einem rutschenden Hange im Süden aus aufgenommen wurde. Eine solche, das ganze Thal erfüllende Schottermasse, die einem einzigen Hochwasser zuzuschreiben sein kann, lässt uns die Füllung der Thalböden zur Zeit des Diluviums verstehen. Ähnlich so wie in diese Füllungen die kleineren Wassermengen der späteren Zeiten ihre Furchen ausgruben, so sehen wir inmitten des Schotterfeldes des Weißenbaches die Menschen in Thätigkeit, ein künstliches Bett auszuheben, eine „Cunette“ zu graben, um das Wasser zu bewegen, gesittet den Weg zu nehmen, der dem Menschen der liebste wäre. Um solche geweiste Wege fragt in der Regel der Wildbach wenig.

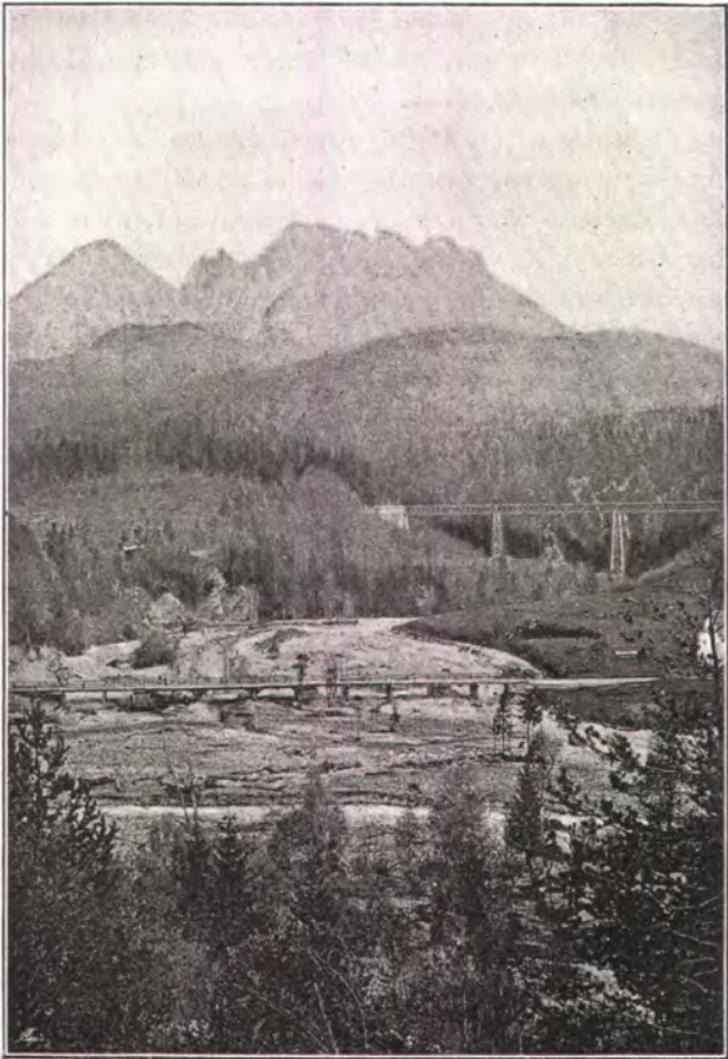


Fig. 15. Verschüttung durch den Weissenbach zwischen Weissenfels und Tarvis. Im Hintergrunde die Fünfspitzen bei Raibl.
Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toulà.

Kunstabett und Brücke hat der Weißenbach schon mehrmals zerstört, er wird sie bei jedem grösseren Hochwasser wieder zerstören.

Wichtig ist die Rolle, welche die Seen der Alpen der Schuttführung der Alpenbäche und Flüsse gegenüber spielen. Wir erkennen sie recht gut, wenn wir den Graben, in welchen der Weissenfelsee liegt, mit dem so nahe liegenden Thale des Weissenbaches vergleichen. Wir verdanken eine hochinteressante Schilderung dieser Rolle dem Professor Heim in Zürich, der die Verhältnisse zwischen Reuß und Vierwaldstädtersee ausführlich darlegte. Derartig tiefe und ausgedehnte Seebecken sind für ungeheure Zeiträume die Aufsammlungsstätten des Gebirgsschuttes und spielen die Rolle von Klärbecken, da auch die Hochwässer ihre Gesteins- und Schlammführung in den Seen absetzen und klar abfließen. Ganz anders verhalten sich die vielen kleineren Seen der Alpen und für viele derselben können wir ihr Verschwinden in absehbarer Zeit voraussagen. Wie rasch dieser Process der Ausfüllung sich vollziehen kann, das sehen wir beispielsweise am Raiblersee. Infolge des erbärmlichen Zustandes des Waldes im Seebachthale wächst nämlich der Schuttkegel von Westen her in einer geradezu fabelhaften Geschwindigkeit gegen Ost, so dass man ihn förmlich von Jahr zu Jahr größer werden sieht. Ephemere Seen hat man kleine Becken genannt, wie sie besonders in unseren Kalkalpen durch gelegentliche größere Bergstürze aufgedämmt werden können. Ein

solcher See ist beispielsweise der Alleghisee, der durch einen solchen Absturz am 11. Jänner 1771 gebildet wurde („Mittheilungen der Section für Naturkunde des Österr. Touristenclub“ III, 1891, Nr. 1 u. 2).

In das Überschwemmungsgebiet Gailitz — Arnoldstein versetzt uns das nächste Bild (Fig. 16). Links im Hintergrunde liegt Arnoldstein, von dort her mündet der genannte Seltshachbach ein, rechts haben wir die Ortschaft Gailitz mit ihrem Schrotthurm. Das Gewässer, welches quer durchfließt, ist die erwähnte Gailitz. Aufgenommen ist das Bild von der Straßenbrücke aus.



Fig. 16. Das Staubecken zwischen Gailitz und Arnoldstein (an der Gailitz).

Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toula.

Diese mit ihrem für solche außergewöhnliche Fluten zu engen Profile und der Straßendamm begrenzen das Überschwemmungsgebiet, sie haben den Abfluss der Hochwässer zurückgehalten, sie zu einem förmlichen See aufgestaut, der dann die ganze Fläche übermurtete, das heißt mit Schlamm, Sand und Geröllen überdeckte.

3. Die Eisseekatastrophe im Martellthale.

(Im Ortlergebiete.)

Die aus den vorhergehenden Anschauungen gewonnenen tatsächlichen Erkenntnisse könnten uns nun recht wohl schon in den Stand setzen, die einschlägigen Fragen etwas näher zu erörtern. Ich möchte mir aber erlauben, vorher noch eine Anzahl von Bildern vorzuführen, welche uns ganz ähnliche Verheerungen zeigen, die aber auf eine ganz andere Art entstanden sind. Waren bei den bisherigen Erscheinungen durchwegs unmittelbar die Niederschläge, welche in zu reichlichem Maße aus der Atmosphäre erfolgten, die Ursache, so haben wir es hier mit Wirkungen durch einen natürlichen Eisdamm aufgestauter Wassermassen zu thun, welche durch die plötzliche Bildung einer Öffnung in der Barre zum verheerenden Ausbruche gelangten.

„Gestern um 12 Uhr mittags — so lautete eine Drahtnachricht der „Neuen Freien Presse“ aus Meran vom 18. Juni 1891 (Morgenblatt vom 19. desselben Monats; nach Christomanos erfolgte der Ausbruch gegen 4 Uhr nachmittags) — erfolgte der Ausbruch des

Sees in Martell. Die Bewohner, die durch ein Signal gewarnt worden waren, flüchteten. Sieben Häuser, darunter der Gasthof vom Eberhöfer, wurden vollkommen zerstört. Auch sämtliche Schutzbauten und Brücken wurden vernichtet und die Poststraße bei Goldrain überschwemmt. Menschen sind nicht verunglückt. Im Etschthal wurde wenig Schaden angerichtet.“

Und Tags darauf hieß es (Meran, 19. Juni): „Erst jetzt hat man hier genauere Nachrichten über den Ausbruch des Sees in Martell erhalten. Das Unglück stellt sich als sehr groß heraus. Neun Wohnhäuser wurden zerstört. Die ganze Thalsohle ist eine Steinwüste, sämtliche Wege und Brücken sind auf eine Strecke von neun Stunden fortgerissen worden. Bei Morter im Etschthale (also doch auch im Etschthale!) wurde die ganze Heuernte vernichtet. Unter der Bevölkerung herrscht großes Elend. Gestern abends erfolgte ein zweiter Ausbruch des Wassers, ohne aber Schaden anzurichten. Der erste Ausbruch begann Mittwoch um 12 Uhr mittags und dauerte bis 6 Uhr abends. Das Gletscherthor ist 15 *m* hoch. Ungeheure Eisblöcke wurden unter Donnergekrach fortgeschleudert. Das größte Lob verdient Dr. Christomanos, der Vorstand der Alpenvereinssection ‚Meran‘, ohne dessen Maßregeln sicher das Unglück noch weit größer geworden wäre.“

Dieser war es auch, welcher neben dem Photographen Johannes in Meran das Ereignis photogra-

phisch festhielt, und einige der Photographien bin ich in der Lage, Ihnen nun auch als Schattenbild zu zeigen.



Fig. 17. Das Stauseegebiet der obersten Pima (Martellthal).
Zufall- und Langenferner, Zufall- und Suldenspitze.

Nach einer Photographie von Johannes in Meran.

Die erste dieser vortrefflichen und in ihrer Art wohl einzigen Aufnahmen versetzt uns in das Gebiet des obersten Martellthales (Martellothal). Das Martell-

thal oder das Thal des Plimabaches mündet bei Latsch oberhalb Meran in die obere Etsch. Am Ausgange des Engthales hat der Bach in viel früherer Zeit einen gewaltigen Schotterkegel aufgeschüttet, dessen Spitze eine Seehöhe von 726 *m* besitzt. Von hier zieht sich das Thal im allgemeinen in südöstlicher Richtung im Bereiche der krystallinischen Schiefer höher und höher empor. Bei etwa 2000 *m* Höhe vereinigen sich zwei Gletscherbäche, der Madritschbach und der Plimabach. Noch weiter hinauf liegt das uns interessierende Gebiet im oberen Zufallboden.

Zwei Gletscher kommen hier ins Thal des obersten Plimabaches herab. Dieselben haben ihre Firnfelder in dem großen Circus zwischen der Zufallspitze im Süden (3761 *m*), der Suldenspitze im Westen (3385 *m*) und der Eisseespitze im Norden. Unser erstes Bild, die Hauptansicht, ist von B. Johannes in Meran aufgenommen worden, und zwar von der oberen Plima aus und nach der Katastrophe (Fig. 17). Es zeigt uns die beiden Zufallspitzen (Monte Cevedale) links und die Suldenspitze ganz rechts im Hintergrunde. Vor der letzteren erblicken wir die oberen Partien des Langenferners, der sein Zungenende erkennen lässt. Unterhalb dieser, näher zu unserem Standpunkte hin, erblicken wir die Thalsperre aus Eis, das zum Theil mit Moränenmaterial bedeckte Zungenende des Zufallferners, das bis an die linke Thalwand reicht. Zwischen dieser und dem Langenferner-Zungenende erfolgte ein Aufstau der Plima zu einem Eisse, der seinen Abfluss



**Fig. 18. Der Stausee (Eissee) zwischen Langen- und Zufallferner.
Acht Tage vor dem Ausbruch. Gegen Südwest blickend.**

Nach einer Photographie von Dr. Christomanos in Meran.



Fig. 19. Erosionsfurchen im Eiswalle (Zungenende) und Wasserstandslinie des Eissees im Martellthale.

Nach einer Photographie von Dr. Christomanos in Meran.

durch ein Gletscherthor erhielt, das wir gleichfalls erkennen. Dasselbe genügte aber nicht für die sich dahinter ansammelnden Schmelzwässer und bildete daher einen Stausee.

Eine Vorstellung von diesem Eisstausee gibt uns das nächste Bild, aufgenommen vom Nordostgehänge des Stauseebeckens, mit dem Blick auf die Zufallspitzen und über den Langenferner hin (Fig. 18).

Die Schmelzwässer desselben nagten nun an der Eiswand des Gletschers. Wir sehen eine Partie derselben im nächsten Bilde (Fig. 19). Dasselbe stellt uns die dem Eisse zugekehrte Wand des Eiswalles vor und lässt uns die Erosionsfurchen im gebänderten Eise erkennen, sowie in der Tiefe den Erosionscanal, durch den der Ausbruch schließlich erfolgte, als der Eiskörper so weit durchgenagt war, dass der Druck des Wassers die letzte Eiswand zerbrechen konnte. Es geschah dies mit großer Gewalt, so dass das Eis in ansehnlichen Blöcken weggeschleudert wurde.

Das leere Stauseebett mit Spuren des Seespiegels zeigen die nächsten beiden Bilder, von welchen das eine gegen Südwesten (Fig. 20), das andere gegen Südosten hinblickend, aufgenommen wurde.

Auch der Ausbruch selbst wurde photographisch aufgenommen, und führe ich Ihnen zwei Phasen vor, den Beginn desselben am 17. Juni 1891, gegen 4 Uhr nachmittags, und kurz vor Erreichung des Höhepunktes, um $5\frac{1}{2}$ Uhr. Das Wasser wallt förmlich auf vor der Thormündung.

Diese sehen wir nach Schluss des Ereignisses, nach Abfluss des Eissees, als einen schwarzen Schlund vor uns (Fig. 21). Dieses Bild zeigt uns auch die bei Beginn des Ausbruches weggeschleuderten Eisblöcke, deren Größe durch den daneben stehenden Mann gut ersichtlich gemacht wird.

Eine Vorstellung von den großartigen Verheerungen im Martellthale selbst geben uns zwei Bilder, die uns den Zustand der Straße im Dorfe Gand darstellen (Fig. 22). Dieses oberste kleine Dörfchen liegt in einer kleinen beckenförmigen Thalweitung, zwischen zwei engen Thalwegstrecken, und war, wie dies bei allen Hochwasserkatastrophen immer wieder zu sehen ist, den größten Verheerungen aus dem Grunde ausgesetzt, weil das Thalbecken eine viel geringere Neigung aufweist wie die Wegstrecke weiter oben, weil das Wasser also seine Geschwindigkeit und damit seine transportierende Gewalt verliert. Daraus erklärt sich die greuliche Verschüttung des ganzen Thalbodens mit zum Theil geradezu ungeheuren Blöcken. Eine Folge der verminderten Geschwindigkeit und der darunter folgenden Enge ist aber auch die Stauung des Wassers und weit über die ganze Thalebene ausgedehnte Überschwemmung.

Ich will es nicht unterlassen, an dieser Stelle auf die Schrift des Josef Walcher, Professor der Mechanik an der Wiener Universität: „Aus der G. J.“ hinzuweisen, der in seinen „Nachrichten von den Eisbergen in Tirol“ (Wien, 1773), einer recht gut geschriebenen Abhandlung, ausführlich auf die Eisseen



Fig. 20. Das leere Stauseebett des Eissees im Martellthale mit den Spuren des Seespiegels.
Gegen Südwest.

Nach einer Photographie von Dr. Christomanos in Meran.



Fig. 21. Die Ausbruchsstelle des Eissees im Martellthale nach dem Ausbruche
am 17. Juni 1891.

Nach einer Photographie von Dr. Christomanos in Meran.

zu sprechen kommt. So beschreibt er sehr treffend die Bildung des Rofener Eissees im obersten Ötzhale und bespricht die Ausbrüche des Sees und die Verheerungen, welche diese im Gefolge gehabt haben, sowie die Vorschläge, welche gemacht worden waren, um eine 1771 zu befürchtende Katastrophe abzuschwächen; die Bäche wurden „ausgeräumt, das unnöthige Holz von dem Gestade weggeschafft, viele Brücken erhöht, viele abgetragen und an sehr vielen Orten starke, wohl eingerichtete Archen (also „Verbauungen“) aus großen Steinen erbaut“ etc. Auch den Gurgler-Eissee besprach er ausführlich und gab gar nicht üble Kupfer tafeln dazu. Auch die wiederholten ruhigen, d. h. gefahrlosen Abflüsse dieses Eissees erwähnt er. Ebenso wird des „Passeyrersees“ oberhalb Meran erwähnt, dessen Aufdämmung nicht durch Eis, sondern „aus Stein, Sand und Erde zusammengesetzt ist“. Ausführliche Darlegungen werden den Wildbächen und ihren Verheerungen gewidmet, ebenso aber auch den Bergstürzen und Bergrutschen, welche er „trockene Murren“ nennt, und die nur durch ihre eigene Schwere aus den hohen Bergen herabstürzen, während die Wildbäche durch Angriffe auf den Fuß der Berge Abstürze bedingen, die im Thale liegen bleiben, bis sie von dem anwachsenden Gewässer zur Last der unten gelegenen Gegenden fortgetragen werden. Er bespricht unter anderem auch einen Bergrutsch, der vom Kahlenberge auf der Weidlinger Seite 1770 erfolgte.

Friedrich Simony hat übrigens schon im Jahre



Fig. 22. Straßenbild aus dem verwüsteten Gand im Martellthale (19. Juni 1891).

Nach einer Photographie von Dr. Christomanos in Meran.

1857 in einer Arbeit „Über die Alluvialgebiete des Etschthales“ (Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissensch., XXIV. Bd., S. 466) die Folgen des Dammdurchrisses von Seen, und zwar an jenen des Mitteroder Grauen Sees unterhalb Reschen geschildert, welcher am 17. Juni des niederschlagsreichen Jahres 1855 plötzlich auf 6 Klafter Weite erfolgte, und auch das Brechen des darunter liegenden Heidersees zur Folge hatte, worauf die Flut sich über die steile Laufstrecke (1 : 39) nach abwärts wälzte, das Bett auf die doppelte Breite aufwühlte und ganze Dörfer verheerte (Burgeis, Schleiß). Auf der darunter befindlichen geringeren geneigten Strecke (1 : 398) erstarb die aufwühlende und forttragende (erodierende) Thätigkeit, und alles schwerere Material kam zur Ablagerung, wodurch das Flussbett ausgefüllt und die Gärten und Wiesen von Glurns mit bis klafterhohen Schuttmassen überdeckt wurden, welche Simony auf wenigstens 30.000 Cubikklafter (200.000 m^3) schätzte. Durch solche Übersüttungen wurde dieses kleine und uralte Städtchen wiederholt betroffen und wurde dadurch förmlich umwallt. Aber auch weit unterhalb wurden damals noch Unmassen von größerem Gebirgsschutt abgelagert, darunter Blöcke bis über 1 m im Durchmesser. Bis zur Umbiegung der Etsch wird diese Masse auf mehr als 70.000 Cubikklafter (etwa 500.000 m^3) geschätzt. Die Menge des fortgeführten feinen Schlammes und Sandes nimmt Simony nur auf ein Zehnthel dieser Beträge an.

Als ein Gegenstück zu den bisherigen modernen Lichtbildern möchte ich auch das treffliche Bild vorführen, welches Simony, ein hervorragender Meister der bildlichen Darstellung mit der Zeichenfeder, seiner angeführten Abhandlung beigegeben hat. Es führt uns das verschüttete Dorf Schleiß im Vintschgau vor. Beachten Sie den Baum im Vordergrund, der stehen geblieben, und in dessen Zweigen ein recht ansehnlicher Stein hängen geblieben ist. Er zeigt die Höhe des Wassers an und dessen große Tragkraft infolge der hoch gesteigerten Geschwindigkeit!

Noch einige bildliche Darstellungen über Zerstörungen durch Wildbäche in den österreichischen Alpen will ich vorführen. So von den Verheerungen, die im Val Sugana an der oberen Brenta im südöstlichen Tirol gleichzeitig mit noch zu besprechenden Zerstörungen am Avisio und an der Fersina im Herbste 1882 eintraten, die Katastrophe von Grigno.

Ein Bild nach einer Photographie (August 1883), die auch von Seckendorff in sein Werk¹⁾ aufgenommen worden ist, wird eine gute Vorstellung vermitteln. Wir sehen den Wildbach von Grigno entlang hinab in das Thal der Brenta, die gegen links (südöstlich) abfließt. Die Felswand links musste durch Sprengungen zum Theil beseitigt werden, denn sie war es, die den Hochwasser- und Schuttstrom zwang, sich

¹⁾ Verbauung der Wildbäche, Aufforstung und Berasung der Gebirgsgründe. Herausgegeben vom k. k. Ackerbauministerium, Wien 1884.

gegen rechts zu wenden und den Ort zu verschütten. Der Schuttkegel des Baches, in dem bereits das neue dem Bach zugedachte Bett abgegraben wird, liegt vor uns. 28 Häuser wurden hier zerstört, alle anderen bis



Fig. 23. Verheerung durch den Wielenbach
(rechtes Ufer der Rienz, oberhalb Bruneck). September 1882.

Nach einer Photographie von E. Lotse in Schliersee, Bayern.

zu 4—5 m tief eingemurt. Die Schuttmassen sind bis 7 m mächtig!

Über die Hochwasserverheerungen im Pusterthale im Jahre 1882 (15./17. September und 28./29. October) hat J. A. Rohrer geschrieben (Section Hochpuster-

thal des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins) und vor allem auch eine Schätzung der angerichteten Schäden vorgenommen. Dieselben beziffern sich für die Bezirkshauptmannschaft Bruneck auf 3,235.000, für jene von Lienz auf 2,688.000 fl.!

Auch in das Gebiet der Rienz (westlicher Theil des Pusterthales) wollen wir einen Blick werfen, indem wir ein Beispiel für leider nur zu viele herausgreifen und die Veränderungen betrachten, welche durch den Wielenbach, der oberhalb Bruneck am rechten Ufer der Rienz von Norden her ausmündet, hervorgerufen wurden. Das Bild spricht auch ohne Worte (Fig. 23). Man sieht, wie der Thalgrund bei Unter-Wielenbach zerrissen, die Straßen und Häuser zerstört, aber auch höhere alte Hänge weithin zum Absturze gebracht worden sind, indem sie das Material lieferten für die entsetzlichen Verschüttungen weiter unten!

II. Die Wildbäche und der Wald.

Was man unter einem Wildbache versteht, ist bald gesagt.¹⁾ Jeder Bach, der zur Zeit größerer Niederschläge verheerend anschwillt, wird ein Wildbach („Regenstrom“ sagt Lehmann l. c., S. 5) genannt. Weitaus den größten Theil des Jahres ist er wasser-

¹⁾ Eine recht ansprechende zusammenfassende Schrift über „die Wildbäche der Alpen“ hat Dr. F. W. Paul Lehmann herausgegeben (Breslau 1879).

arm, verräth aber seine Natur schon im Aussehen seines Thalweges.

Ein Gewässer, welches uns den Charakter eines Wildbaches, wenn auch nur annähernd, vor Augen führen kann, ist unsere Wien. Wir kennen sie den größten Theil des Jahres als ein kleines wasserarmes Bächlein, das der Metropole nicht gerade zur Ehre gereicht: wochenlang einem förmlichen Jaucheablaufe vergleichbar. Nach jedem Platzregen aber sehen wir das Wässerchen das immer aufs neue hergestellte Zwangsbett verlassen und für einige Stunden zu einem trüben Schlammstrome werden, der nicht selten mit Trümmern aller Art beladen ist, ein „Regenstrom“ im wahren Sinne des Wortes. Ihr Niederschlagsgebiet bis an die Grenze zwischen Penzing und Rudolfsheim ist mit 21.500 *ha* ($= 215 \text{ km}^2 = 3.74$ Quadratmeilen) anzunehmen, während der bereits eingewölbte Alsbach (zum Vergleiche) ein kleinerer Wildbach ist, von nur 1739 *ha* ($= 17.34 \text{ km}^2$), also nur etwa $\frac{1}{12}$ so großer Niederschlagsfläche.

Nebenbei sei bemerkt, dass fast das ganze Niederschlagsgebiet der Zuflüsse der Wien ein prädestiniertes Waldland ist, das nur mit aller Sorgfalt in gutem Bewaldungszustande zu erhalten ist, um größeren Gefahren zu begegnen, dass aber Sünden am Walde gerade hier, wo das Wohl und Wehe der größten Stadt des Reiches in Frage steht, auf das allersorgfältigste zu vermeiden sein werden.

Aus dem angeführten Werkchen Lehmanns will

ich in Kürze einige für unsere Frage wichtige Daten entnehmen.

Da das Auftreten verheerender Wirkungen der Wildbäche in erster Linie von erfolgenden Niederschlägen abhängt, so seien einige Angaben über Niederschlagsmengen in Summen der Niederschlagshöhen angegeben. Diese schwanken für die Alpen zwischen 43 und 250 *cm* im Jahre. In den Ostalpen hat z. B. Althofen in Kärnten nur 64 *cm*, die Drauthalstationen haben nicht mehr als 100 *cm* (nur Sachsenburg weist 102 *cm* auf), die eigentliche Centralzone hat nirgends mehr als 80 *cm*. Auf der Nordseite hat Salzburg dagegen 110, Ischl 158, Alt-Aussee 182 *cm*, Gastein wieder nur 88 *cm*. Auf der Südseite steigt die Regenmenge in den italienischen Alpen von 109 *cm* in Schio bis auf 243 in Tolmezzo. Auch das Gailthal gehört dieser niederschlagsreicheren Region an und werden für Raibl z. B. 192 *cm* angegeben.

Also hängt, so schließt man, die Niederschlagsmenge von der Höhenlage und von der Neigungsrichtung der Gebirgshänge ab oder verhält es sich umgekehrt, und ist gerade die größere Menge der Niederschläge und des dadurch bedingten größeren Abtrages die Veranlassung der steileren Südhänge.

Verschiedene Gebiete der Ostalpen haben aber auch die größten Niederschlagsmengen zu recht verschiedenen Zeiten: vorwaltend im Sommer (in den Nordalpen z. B. Salzburg im Juni) oder im Herbst (in den Südalpen z. B. in Raibl im November). Enorme Nieder-

schlagsmengen entfallen aber zuweilen auf einzelne Regenperioden. Im Laufe des October 1872 fielen in Raibl z. B. 49 *cm* Regen (im ganzen Gailthale 30 bis 34 *cm*), ohne dass eine Katastrophe eingetreten wäre. In der Zeit vom 12.—19. September, also innerhalb acht Tagen erfolgten dagegen 23·6 *cm* Niederschläge, davon in der Zeit vom 15.—18., also in vier Tagen, 17·3 *cm*, und hatten die grässlichen Verheerungen zur Folge, von welchen noch gesprochen werden wird.

Wolkenbruchartige Regen sind meist locale Erscheinungen, sie erreichen aber für ihr Gebiet oft ganz enorme Mengen. In Alt-Aussee wurde ein Tagesmaximum von 7·2 *cm*, in Tolmezzo einmal in zwei Stunden 6·1 *cm*, in Pontebba im Laufe eines Morgens 9·8 *cm* beobachtet.

Auch die Wirkung des Föhn auf Schneelagen muss in Betracht gezogen werden. Das Schmelzwasser kann verhängnisvolle Katastrophen herbeiführen, besonders wenn es zu den Regenfluten hinzutritt, und muss mit diesem Factor selbstverständlich immer gerechnet werden.

E. Whympfer in seinen „Berg- und Gletscherfahrten in den Alpen“ (Braunschweig 1872, S. 36) erzählt, dass die Durance im Frühjahr zur Schneeschmelze bisweilen so viele Felsblöcke mit herabbringe, dass man in der engen Schlucht von La Bessée, durch welche sie strömt, gar kein Wasser, sondern bloß Steine sehe, welche übereinander hinwegstürzen, sich gegenseitig zerreibend und so viel Funken schlagend, dass sich der Strom im Feuer zu bewegen scheine.

Die Wirkung von Regengüssen auf Gletschereis bedingt Abschmelzungen im Betrage von etwa 6⁰/₀ der Hochwassermenge für das Rheingebiet und wurde für die Rhône mit ihren viel größeren Gletscherflächen bis zu 25⁰/₀ berechnet.

Die Wildbachfrage wurde schon frühzeitig recht ausführlich erörtert, und zwar auch in Bezug auf die Mittel, welche angewendet werden könnten, um den zerstörenden Wirkungen erfolgreich entgegenzutreten.

So schrieb der Lehrer der Physik an der Universität zu Innsbruck, Franz von Zallinger, schon 1778 eine Abhandlung über die Überschwemmungen und die Wildbäche in Tirol (lateinisch und 1779 ins Deutsche übersetzt). Dieses Buch erschien also lange vor M. Fabres Theorie der Torrenten und Flüsse (1797), Freiherr von Arretin behandelte denselben Gegenstand 1808 (Innsbruck), und von Josef Duile erschien 1826 in Innsbruck eine Abhandlung über Verbauung der Wildbäche in Gebirgsländern, in welcher manche einschlägigen Fragen trefflich behandelt werden, wieder lange vor der ausführlichen Arbeit M. Surells: „Étude sur les torrents des Hautes Alpes“ (1841).¹⁾

Duile unterscheidet die „Wildbäche“ in solche, welche das ganze Jahr hindurch fließen: Abflüsse beständiger Quellen und von Seen; in solche, welche erst bei

¹⁾ In zweiter Ausgabe in zwei Bänden, Paris 1870 und 1872, herausgegeben von Ernest Cézanne. (Hauptwerk!)

Eintreten der wärmeren Witterung Wasser führen und versiegen, wenn es kälter zu werden beginnt: Gletscherbäche; endlich in solche, welche nach lange andauerndem Regen, bei Gewittern oder Wolkenbrüchen entstehen. Die beiden ersteren werden nur bei plötzlicher Wasserzufuhr, sei es durch schnelles Schmelzen des Schnees bei heißen Südwestwinden oder bei Hinzutreten der Factoren der dritten Gruppe oder auf andere Weise — wir haben ja so einen besonderen Fall, den Ausbruch eines Eissees ausführlich besprochen — verheeren und zu Wildbächen im wahren Sinne des Wortes werden.

Jedes Wildbachgebiet lässt sich nach Duile mit einem Trichter vergleichen: In einem weiten Becken sammeln sich die Wässer und werden durch einen engen Thalweg in das Gerinne der nächst höheren Ordnung hinausgeführt. Vor der Ausmündung der Enge, dem „Ausguss“, findet dann in der Regel die Ablagerung des von oben gebrachten Schuttes statt. Es ist dies eine Eintheilung, welche ganz und gar der Natur entspricht und auch mit der von Surell gegebenen Eintheilung: Trichter („l'entonnoir“), Hals („la gorge ou le goulot“) und das Ablagerungsbett („lit de déjection“) aufs beste übereinstimmt. Die Ausführungen, wie sie von Duile gegeben wurden, sind von den Späteren an Schärfe kaum übertroffen worden, und man kann kaum etwas vorbringen, was bei ihm nicht schon zutreffend Erwähnung gefunden hätte.

Diese drei verschiedenen Theile wird jeder Beobachter in jedem „Graben“ unserer Alpen mehr oder

weniger deutlich wiederfinden, der sich in etwas steilerem Gehänge gegen eine Kammlinie hinanzieht, besonders das oberste Gebiet, der eigentliche Trichter, erscheint oft wie amphitheatralisch oder circusartig umrandet. Die vor der Ausmündung solcher Gräben liegenden Schuttkegel aber lässt uns jede bessere Karte in größerem Maßstabe erkennen.

Kovatsch unterscheidet in einer Arbeit über das obere Fellgebiet im Kanalthale Kärntens (Wien 1881) drei Phasen der Thätigkeit eines ausbrechenden Wildbaches:

1. Die Entwicklung, die von Beginn des Niederschlages bis zu dessen Maximum sich steigert: die Wasserläufe schwellen an, lockern die im Bachbett befindlichen Massen, von allen Hängen werden die abschwemmbareren Stoffe in das Bachbett getragen, stauen das Wasser, etwa vorhandene Schuttanhäufungen im Thale werden durchtränkt, das dahinter drängende Wasser setzt sie endlich in Bewegung und schiebt sie thalabwärts (Murgänge).

2. Nach Eintreten des Maximums des Niederschlages erreicht das Gewässer das Maximum der lebendigen Kraft, es wird das größte Maß von Arbeit (Materialtransport) geleistet („die Verwicklung“?).

3. Meist nach dem Maximum beginnt „die Abwicklung“: die transportierende Kraft des Wassers mindert sich infolge der Abnahme der Wassermassen, und die Anhäufungen des Materials („die Vermurung“) schreiten vor, die Rinnsale werden verlegt, neue müs-

sen geschaffen werden, das Wasser theilt sich in viele kleinere Gerinne im neu herabgebrachten und abgelagerten Material.

Oben sind neue, zum Theil kesselförmige Vertiefungen entstanden, aus denen das Schuttmaterial durch den Schlund in die Schuttkegelregion getragen und dort abgelagert wird.

Mit voller Bestimmtheit warnt er schon vor dem „unvernünftigen Auslichten der Waldungen an steilen Bergwänden“: das Erdreich verliere nach dem Verfaulen der Stöcke und Wurzeln seine Bindung und falle bei der ersten Veranlassung in die Tiefe; dadurch entstehen Abrutsche und Bergstürze, diese verdammen die Thalwege, bedingen Rückstau, endlich Damnbrüche und alles verheerende Ausbrüche der rückgestauten Wasser, die mit dem Schuttmaterial „Murgänge“ bilden können, d. h. alle von oben herabgebrachten und am Damme gestauten Erdtheile, Rollstücke, Blöcke werden dann durch die Enge geführt und im größeren Thale „kegel-“ oder „fächer-“ förmig abgelagert, und wird unter Umständen dadurch der Bach oder Fluss des größeren Thales gegen die andere Thalseite gedrängt oder das Gewässer desselben zurückgestaut, wodurch in dem oberhalb des Schuttkegels des Murfächers gelegenen Theile des größeren Thales wegen der dadurch verminderten Tragkraft des Wassers Ablagerungen von Sinkstoffen erfolgen müssen, welche dessen Thalsole erhöhen und verbreitern und nach dem Abflusse des Stauwassers bei nächsten Hoch-

wässern Austritte des Wassers über die Ufer und bleibende Versumpfungem bedingen können. Moose und Riede in Thalwegen sind vielfach auf diese Weise entstanden (man vergleiche hierüber: Streffleur: Sitzungsber. der kais. Akademie der Wissensch., VIII. Bd., S. 250, und Lorenz von Liburnau ebendasselbst 1857: Versumpfungem in den Oberlaufthälern der Salzach, Enns und Mur). Wie beträchtlich die Erhöhung des Flussbettes sein kann, führt schon Duile aus (S. 28, 29). Das Bett der Fersina bei Trient liegt weit über der Stadt, die Talfer bei Bozen hat ihr Bett in der Höhe der Dächer, das Bett der Passer bei Meran liegt ein Stockwerk höher als der Horizont der unteren Stadt, die Thurmköpfe von Schlanders und Laas in Vintschgau stehen tief unter dem Horizonte des Gardriabaches u. s. w. Mitursache ist dabei in vielen Fällen unglückliches Gebaren bei Ufersicherungen, die nach neuerlichen Verheerungen immer wieder verändert werden müssen.

Jede „Verwundung“ der Hänge, sagt schon Duile, soll vermieden werden: schlecht angelegte Holzriesen, Ausrodungen beim „Theerschwellen“, schlecht angelegte Bewässerungen u. s. w. können verhängnisvoll werden. Jeder Angriff eines Bergfußes kann ein Nachrücken des darüber gelegenen Gehängematerials, ja unter Umständen die Entstehung von Murbrüchen bedingen.

Für das Ausmaß der eintretenden Veränderungen sind sehr viele Momente bestimmend. Streffleur

hat in seiner schon angeführten Abhandlung in den Sitzungsberichten auf die Wichtigkeit der Lage der Berghänge hingewiesen.

Die nach Norden fließenden Wildbäche, so sagt er, richten in der Regel weniger Schaden an als die von dem Süden zugekehrten Hängen kommenden, weil hier die Wirkung der Bestrahlung und der warmen Südwinde früheres und rascheres Abschmelzen des Schnees bedingen. Ist doch der Föhn im Stande, im Laufe von zwölf Stunden bis zu 75 cm mächtige Schneelagen zu schmelzen! Aber auch öfteres Thauen und Wiedergefrieren, also wirksameres Walten der vor allem auf Gebirgsauflockerung und Zertrümmerung hinarbeitenden Kräfte wird dadurch bedingt. Die Südhänge der Kalkgebirge, der Alpen und des Karstes sind steiler und auch weniger bewaldet als die Nordhänge, welche auch länger befeuchtet bleiben als jene.

Es ist selbstverständlich, dass von der Verwitterbarkeit der Gesteine die Menge der Schuttführung der Wildbäche und damit eine ihrer wesentlichsten und gefährlichsten Eigenschaften abhängig sein wird. Während z. B. granitische Gesteine und der Centralgneis in den Alpen als der Wildbachbildung wenig günstig bezeichnet werden können, bilden die mürberen Glieder der Reihe der Glimmer-, Talk-, Chlorit- und Thonschiefer einen der Wildbachausbildung viel günstigeren Boden.

Über die oben erwähnten Murbrüche oder Muren (kurzweg Muhren, Murren, Rufen, Rufenen) liegen schon eine ganze Menge von Abhandlungen vor.

Sie entstehen nur dort, wo auf geneigten Hängen verwittertes und zertrümmertes Gebirge durch Aufweichung bis Durchtränkung mit Wasser die Bildung von breiartigen, langsam fließenden Massen ermöglicht, deren Bewegung schon Streffleur mit der Bewegung, die man an Lavaströmen beobachten kann, verglichen hat (l. c. VIII. Bd., S. 257). Schieferige Kalke und Mergel, mürbe Sandsteine, Thonschiefer und Thonschieferletten sind am meisten dazu geneigt.

Besonders wird ein Abrutschen des Bodens dann begünstigt werden, wenn das oberflächlich durchtränkte Materiale auf einem für Wasser mehr oder weniger undurchlässigen Untergrunde aufliegt, und wenn Kahlheit der Hänge und vorhergegangene Dürre und Wassereinlässigkeit des Bodens die Wirkung des Niederschlagswassers begünstigen. Durch Angriffe des Fußes von zum Rutsch geneigten Hängen dieser Art, sei es durch Straßen- oder Bahnanlagen,¹⁾ sei es durch unterwühlende Thätigkeit eines Gewässers oder Vermehrung der Belastung, können Abrutschungen begünstigt werden. Entwässerungen an der wasserundurchlässigen Schichte können dagegen zum Rutsch geneigte Hänge zur Ruhe bringen.

Eine gute Vorstellung, wie eine solche Gehänge-rutschung aussieht, werden Sie vielleicht durch Anblick

¹⁾ Eine große Anzahl von Erfahrungen, wie sie bei „Entwässerungs- und Bauarbeiten bei Eisenbahnbauten“ gemacht wurden, hat der Ingenieur Alfred Lorenz besprochen. Zürich 1876.

des Bildes gewinnen, welches ich bei der erwähnten Excursion an der Zufahrtsstraße zum Bahnhof in Unter-Tarvis aufnahm (Fig. 24). Sie erkennen hier im kleinen, wie bei dem großartigsten Ereignisse dieser Art drei Theile: oben das Abrissgebiet, dann den Rutschweg und unten den Ablagerungskegel.



Fig. 24. Eine Abrutschung von der Zufahrtsstraße zum Bahnhof Tarvis.

Nach einer photographischen Aufnahme von F. Toulà.

Ein großartiges Gegenstück dazu bilden die Rutschungen des Sécheron oberhalb Bourg d'Aine blanche bei Moutiers in Savoyen an der Isère und an der Straße, die über den kleinen St. Bernhard nach Aosta führt. (Fig. 25). Wir sehen das Abrissgebiet bis gegen die Höhe des Berges emporreichen, sehen den engen Wildbach-



Fig. 25. Die Rutschung des Sécheron bei Moutiers (Savoyen).
Bourg d'Aigne blanche an der Straße zum Kleinen St. Bern-
hard, Isère.

Nach einer von Herrn Oberforstmeister Demontzey erhaltenen
französischen Photographie.

schlund, durch welchen die Massen hindurchgepresst
werden, und werden es sofort begreiflich finden, dass

die Schuttströme bei der Größe der Gefälle die ganze Hangfläche überzogen und vielfach ruinierten, während der Hauptstrom im Wildbachbette gegen Bourg d'Aine blanche hinabgeführt wurde und den Ort zum Theile zerstörte, ein Ereignis, welches sich im Jahre 1868 vollzog und reiche Fluren verwüstete. Sorgfältige Entwässerungsanlagen und Aufforstungen hatten nach zwei Jahren die Beruhigung der Hänge zur Folge. Der betreffende abgerutschte Hang des Sécheron war im Jahre 1830 von den Italienern unglücklicher Weise abgeholzt worden (er war von Nadelholzwäldern bedeckt gewesen), ohne dass sofort Wiederaufforstung vorgenommen worden wäre. Der so entblößte Boden wurde durch Weidethiere und durch Regengüsse immer mehr gelockert, bis endlich der große Abrutsch erfolgte.

Hang- und Schuttrutschungen liefern den Murgängen ihr Material und wandeln Wildbachhochwässer in Schlammströme oder Muren um.

Die Entstehung von klaffenden Rissen oben, von wulstartigen Zusammenschiebungen des Schuttbodens unten bezeichnen ein ins Rutschen gelangendes Gebiet, und unser Bild lässt uns erkennen, dass wir es an dieser Stelle mit einem zum Rutsch geneigten Hange zu thun haben; er zeigt mehrfache Höcker und Wülste, die wohl auf ältere Terrainbewegungen hindeuten. Während die Risse, wie Heim in seiner lehrreichen Schrift: „Über Bergstürze“ (Zürich 1882) sehr bestimmt dargelegt hat, nach oben gerichtete Bögen bilden, sind die Bögen der Wülste nach unten (oder

vorwärts) gerichtet, da ja die Bewegung in der Mitte schneller erfolgt als an den Seiten („Linien des größten Zuges“). Der Wirkung der Schwere — Zug nach abwärts — wirkt der Reibungswiderstand entgegen. Dieser Reibungswiderstand erwächst einerseits aus den Widerständen am Untergrunde und am Rande der in Bewegung gerathenden Bodenpartie, andererseits aber aus dem inneren Zusammenhange der Theile des Bodens (der inneren Reibung). Senkrecht auf die Richtung des größten Zuges entstehen im Abrissgebiete die Klüfte, senkrecht zu den Linien des größten „Druckes“ der nachdrängenden Massen verlaufen die Stauwülste, während fächerförmig klaffende Spalten, welche über den Rücken der aufgestauten Schuttmasse hinziehen, mit den Linien größten Druckes zusammenfallen, ganz ähnlich wie bei Gletschern. Rutschflächen bilden sich am Untergrunde und an den Seiten dort, wo der rutschende Boden am feststehenden hingleitet.

L. E. Tiefenbacher hat in mehreren Arbeiten die Rutschungen behandelt ¹⁾ und bezeichnet vier Gruppen von Factoren, welche Rutschungen verursachen: das Wasser, Cohäsionsverminderung, Lagerungs- und Schichtungsverhältnisse und mechanische Einwirkungen. Wenn man wollte, könnte man die Schwere-

¹⁾ „Die Rutschungen, ihre Ursachen, Wirkungen und Behebungen“, Wien 1880, Lehmann und Wentzel, und „Der Wald und seine Beziehungen zu Rutschungen“, Wien 1881, Vortrag im Österreichischen Ingenieur- und Architektenverein (22. Jänner 1881).

wirkung als alleinige Ursache der Rutschungen betrachten und annehmen, dass alle anderen Factoren nur als veranlassend zu bezeichnen seien. Dass unter diesen Factoren das Wasser die Hauptrolle spielt, ist kaum zu bezweifeln, und die Erfahrung bestätigt es.

Ist das Gehänge steiler, so gleitet der in Bewegung gerathende Schutt nicht, sondern er stürzt: Schuttstürze.

Aber auch Felsmassen bewegen sich oft plötzlich nach abwärts, indem sie, wenn sie, etwa im Sinne des Abhanges geneigt, auf einer erweichenden Zwischenschichte lagern, auf dieser abrutschen: Bergschliff oder Berg-Felsrutschung (z. B. der berühmte Bergschliff von Goldau in Schwyz 2. September 1806), oder, und dies ist die häufigere Erscheinung, mürbe und zerklüftete Felspartien brechen an einer tiefergehenden Kluft ab und rollen oder stürzen nach abwärts: Felssturz, wobei oft Riesentrümmer in ungeheuren Bögen durch die Luft fliegen, wie es z. B. bei dem Felssturze von Elm in Glarus am 11. September 1881 der Fall war. Bei diesen Felsstürzen wirkt das Wasser nur vorbereitend mit: auflockernd und die Klüfte beim Gefrieren erweiternd.

Eine zusammenfassende Darstellung „über Murbrüche in Tirol“ liegt von Dr. G. A. Koch vor (Jahrbücher der k. k. geologischen Reichsanstalt 1875, S. 97—128). Die Literatur bis 1875 ist recht ausführlich berücksichtigt. Derselbe Autor hat später die Wildbachfrage wiederholt behandelt (man vgl.

z. B. Monatsblätter des Wissenschaftlichen Club 1882, S. 44—50, Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins 1883, 136—169 etc.) und hat auch die Ursachen der Wildbachverwüstungen in Hallstatt besprochen (Monatsblätter des Wissenschaftlichen Club 1884, S. 49—56). Der Ausbruch des „Mühlbaches“ am 18. Juli 1884 erfolgte daselbst nach einem heftigen Gewittergussregen, und die gewaltige breiartige Mure, die sich aus den den Salzstock und seine schützende Hülle bedeckenden localen Block- und Schuttmassen bildete, verschüttete einen Theil des kleinen, auf dem alten Schuttkegel stehenden Marktes.

Von allergrößter Wichtigkeit für unsere Frage ist das Verhältnis, das zwischen dem Walde und den Wildbächen besteht, auf welches schon Duile ganz bestimmt aufmerksam gemacht hat, und das wohl nicht schärfer ausgedrückt werden kann, als es durch Surell, den berühmten französischen Wasserbauer, geschehen ist, wenn er sagt: „Wo neue Torrenten (Wildbäche) sind, gibt es keine Wälder, und wo man abgeholzt hat, haben sich Torrenten gebildet.“ Auch über diesen Theil der Frage gibt es eine reiche Literatur, und ich glaube auch darüber das Wichtigste zusammenfassen zu sollen.

M. Jousse de Fontanière sagt in seinem Berichte an die französische Regierung: „Der Ruin der Wälder ist die Hauptursache der Wasserschäden. Das Verschwinden derselben überliefert den Boden der Wirkung der Gewässer, welche ihn in die Thäler hinab-

reißen. Die Berghänge, entkleidet ihrer fruchtbaren Decke, lassen das Einsickern des Wassers nicht mehr zu, das nun mit ungeheurer Schnelligkeit hinabstürzt. Die Quellen versiegen, Dürre tritt ein, die Vegetation geht zu Ende und die Elemente der Zerstörung gebären eines das andere, denn hören die regelmäßigen Quellen und der Bestand der Waldungen auf, dann fehlen die nothwendigsten Bedingungen zum Leben und zur Cultur: Feuer und Wasser (Streffleur l. c., VIII. Bd., S. 259. Man vgl. darüber auch den Aufsatz von F. Wondrak über Bewaldung und Hochwasser in der Zeitschrift des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins 1883, 170—186, der die zum Theil trübseligen Waldverhältnisse in Tirol und Kärnten erörtert).

Vor 15 Jahren hat (am 21. Februar 1877) ein Altmeister erdkundlicher Wissenschaft, Professor Friedrich Simony, in unserem Vereine einen Vortrag gehalten, der betitelt ist: „Schutz dem Walde“, und der gewiss zu den besten gehört, was aus dem Wirken unserer Vereinigung entsprang (17. Bd., S. 449—508). Sechs Jahre später (am 7. März 1883) sprach dann Professor Dr. Breitenlohner über Murbrüche („Wie Muhrbrüche entstehen, was sie anrichten und wie man sie bündigt“, 23. Bd., S. 457—483). Er sprach unter dem Einflusse der erschütternden Ereignisse, welche einige Monate zuvor (September 1882) eines der schönsten Längenthäler unserer Alpen, das Pusterthal, verheert hatten.

Simonys Schrift gehört sicherlich zu dem Besten,

was überhaupt über die Waldfrage geschrieben worden ist, und die darin ausgesprochenen Überzeugungen sind auch heute noch vollauf gültig. Er erörtert alle einschlägigen Fragen klar, bündig und überzeugend. Die Milderung der Temperaturregengegensätze durch den Wald, die Verminderung der Intensität der Winde, die Wichtigkeit des größeren Wasserdampfgehaltes der Waldluft und ihr Einfluss auf die Wolken- und Niederschlagsbildungen, die längere Dauer und größere Ergiebigkeit derselben, wovon ja wieder die Üppigkeit der Vegetation abhängt, sowie die dauernde, gleichmäßigere und reichlichere Speisung der Quellen und Flüsse, und der Schutz, den der Wald dem Boden gewährt, den er bedeckt: alle diese Momente werden in Betracht gezogen und an den besten Beispielen erörtert.

Alles, was den Wald schädigt, wird offen dargelegt und gezeigt, welches die Folgen davon sind, indem mehrere durch Waldvernichtung dem Ruine nahegebrachte Länder vorgeführt werden. So die Bergländer der Provence, von welchen schon Saussure 1780 ein trübseliges Bild entrollte, das er nur auf die Zerstörung der Wälder zurückgeführt hat: Die Zerstörung der Wälder sei ein großes Unglück für das Land gewesen, „. . . eine anhaltende Dürre, unter der alles versengt wird, und zerstörende Regenfluten wechseln nun miteinander ab“, und Blanqui (1843) sagte, man könne sich keinen richtigen Begriff von den brennenden Bergschluchten dieser Gegenden machen, wo es kaum einen Busch mehr gebe, wo alle Quellen versiegt seien, wo



**Fig. 26. Perimeter von Curusquet (750—1265 m). 8 km nordöstlich von Digne, Basses Alpes.
Aufforstung der Hänge.**

Nach einem Lichtdruck in v. Seckendorff's: Verbauung der Wildbäche (Taf. III).

aber bei Gewittern Wassermassen niederstürzen, die ... den Boden nur noch öder machen, als er vorher war, ... schauerliche Einöden, aus welchen der Mensch endlich sich zurückziehen müsse.

In solchem Zustande befinden sich im südöstlichen und südlichen Frankreich ausgedehnte Landstrecken in den Flussgebieten der Durance und Isère (Basses Alpes — Hautes Alpes) sowohl, als westlich von der Rhône in den Cevennen und am Nordabhange der Pyrenäen; in früherer Zeit Länderstrecken von großer Fruchtbarkeit, sind sie zum Theile noch heute in einem Zustande, als sollten sie aufs neue den Satz erhärten: „Der Mensch schreitet über die Erde und ihm folgt die Wüste.“

Ich bin in der Lage, einige treffliche Bilder aus dem südöstlichen Frankreich vorzuzeigen, welche wohl geeignet sind, das Gesagte zu erhärten. Das eine zeigt uns das zur Wiederbewaldung bestimmte Gebiet „Perimeter“ von Curusquet bei Digne an einem Nebenflusse der mittleren Durance (Basses Alpes) und zeigt uns ein grässlich zerrissenes, in eine Wüstenei umgewandeltes, vom Menschen misshandeltes Gelände. (Fig. 26.) Durch unermüdliche Arbeit soll es aus einer Wüste wieder in Wald umgewandelt werden. Wir sehen die Thätigkeit der Wildbäche auf das klarste vor uns. Wir sehen förmlich, wie das von den steileren Böschungen im Hintergrunde niederstürzende Wasser an den sanfter geneigten Schutthängen, als wollte es sein Gefälle nicht aufgeben, tiefe Schluchten einreißt. Wahre Berg-

ruinen im Sinne von J. Lorenz von Liburnau¹⁾ sehen wir auf diese Weise entstehen.

Merkwürdig sehen der Vegetation beraubte geneigte Sandböden aus. Unzählige Rinnen und Furchen („Rocheln“) verlaufen wie das Geäder in Blättern über die Hänge hin, die, je weiter nach abwärts, sich in immer weniger, aber auch tieferen und breiteren Furchen, die schließlich zu Runsen und Schluchten werden, vereinigen. Vergleich für ein solches Geäder im kleinen, auf engerem Gebiete, könnte man das Aussehen eines ganzen Gebirgshanges mit all seinen Bachfurchen im großen anführen, wie es sich etwa auf einer genauen Karte darstellt.

Das zweite Bild (Fig. 27) aber führt uns an einen ähnlichen Hang bei Barcelonnette, es ist der Perimeter von St. Pons, der gleichfalls zur Aufforstung bestimmt ist, und an welchem die Arbeit schon in vollem Gange ist.

So versuchen die Nachkommen gut zu machen, was die Ahnen sündigten.

Schon im Jahre 1857 charakterisierte Fr. Simony, in seiner schon angeführten Akademieschrift, die Thätigkeit des Menschen, wodurch die von Natur aus preisgegebenen Räume von den wüsten Höhen der Alpen nach und nach bis an seine Wohnstätten hinabgezogen werden, indem durch die maßlose Entwaldung der zer-

¹⁾ Monatsblätter des Wissenschaftl. Club in Wien 1886, VIII. Bd., Beil. zu Nr. 6.



**Fig. 27. Perimeter von St. Pons (bei Barcelonnette, Ubaye-Durance).
Muschelförmiger Ausriss St. Bernard. Lebende Thalsperren, Aufforstung der Hänge.**

Nach einem Lichtdruck in v. Seckendorff's Werk (Taf. XI).

störenden Thätigkeit der Atmosphärlilien immer ausgedehntere Angriffsflächen dargeboten werden, welchen Lawinen und Regenfluten von Jahr zu Jahr furchtbar

zunehmende Mengen von Schutt entnehmen, um sie zu Thale zu führen.

„So verdirbt eine Gegend und mit ihr das sie bewohnende Volk, wenn dieses nichts für deren Erhaltung thut, wenn es die Producte der Natur nur consumieren und nicht auf die Erhaltung der Productionskraft bedacht sein will,“ sagt ein Schweizer Commissionsbericht über die Verödung der Hautes Alpes (Zürich 1864).

Der Wald fällt zunächst dem Culturbedürfnisse des Menschen zum Opfer, dem Weide für sein Vieh wertvoller scheint als der Feuchtigkeit bindende und die Temperatur erniedrigende Wald; dass mit dem Walde die wichtigsten Existenzbedingungen des feldbauenden und viehzüchtenden Geschlechtes gefährdet werden, dass aus grünenden üppigen Matten und fruchtbaren Thalböden einerseits durch Versiegen der speisenden Quellen und andererseits durch das Wüthen der entfesselten Fluten unwirtliches Steingeklüft und Schotterfelder werden, das wird noch nicht überall erkannt. Dadurch müssen die Gegensätze gesteigert werden: jetzt Regenfuten, die den Boden überschwemmen, dann staubtrockene Dürre mit rissig klaffenden Böden.

Übrigens ist wohl festzuhalten, dass für die Forstcultur die geologische Natur des Gebirges von eminenter Bedeutung ist. Es ist ganz und gar nicht gleichgiltig, ob der Wald in einem Sandsteingebirge kahlgeschlagen wird, wo Stockausschlag den Nachwuchs bedingt, wo also auch ohne alles Zuthun des Menschen die boden-

bindende Rolle der Wurzeln nicht vollständig unterbrochen werden wird, oder in einem Kalkgebirge, wo ein Kahlschlag und ein Säumen mit der Wiederaufforstung unheilbare Schäden zur Folge haben kann. Ein Raubbau z. B. im Schneeberg-Raxgebiete oder an den Hängen in den Karawanken kann einem Waldmorde gleichbedeutend werden, der unter Umständen der Arbeit von Generationen spotten wird, wie wir dies in den Karstländereien des dinarischen Gebirgssystems grell genug vor Augen haben, wo sich nun gleichzeitig hingebungsvollste und unsere Bewunderung voll auf verdienende Aufforstungsarbeit vollzieht, während gar nicht so ferne davon durch maßlose Nutzung des Waldes gewirtschaftet wird, als wollte man durchaus der Zukunft noch größere Probleme schaffen als jenes der Wiederaufforstung des Karstes.

Auf das Verhältnis der Waldbedeckung zu den atmosphärischen Niederschlägen hat auch Tiefenbacher hingewiesen und darauf aufmerksam gemacht, dass der aus der Waldstreu entstehende Humus eine Feuchtigkeit zurückhaltende Rolle spielt, so dass im Walde von den 75⁰/₀ des auf den Boden gelangenden Niederschlagswassers 35—55⁰/₀ versickern und (auch mit Hilfe der Moosvegetation) festgehalten werden, gegen 33⁰/₀ im Ackerlande. Wird der Wald entfernt, so trocknet der Boden rasch aus und verändert nicht nur seine Cohärenz, sondern es werden Niederschläge mit ihrem vollen Betrage auffallen, mit einem entsprechenden Betrage rasch eindringen, das Oberflächen-

material durchfeuchten, auf undurchlässigen unterirdischen Lagen abfließen und die Terrainbewegung begünstigen. Auf waldbedecktem Terrain gelangen dagegen in der Regel nur etwa 75⁰/₁₀₀ überhaupt zur Erde, diese ist schon feucht, ihre Fähigkeit, das Wasser rasch in die Tiefe zu leiten, ist vermindert, es wird oberflächlich abfließen, ohne das Material zu erweichen und abfuhrfähig zu machen.

Aber auch die Erklärung der Thatsache, dass die Quellen rascher versiegen, zurücktreten, verschwinden oder an tieferen Stellen entwaldeter Hänge auftreten, ist auf die Verminderung der wasserhaltenden Kraft der ehemaligen Waldböden und auf ihre nunmehrige größere Auflockerung zurückzuführen. Waldrodungen in größerem Maße auf weiten Flächen werden aber selbst zu weitgehenden Änderungen in den klimatischen Verhältnissen führen, da waldbedeckte Gebiete immer eine größere condensierende Wirkung ausüben und daher größere Niederschlagsmengen aufweisen als unbewaldete unter sonst gleichen physikalischen Umständen. (Madeira und St. Helena liefern Beispiele.)

Es wird dies in local entwaldeten Strecken eines Waldgebietes, also eines Gebietes mit größeren Niederschlagsmengen, besonders verhängnisvoll werden können, und muss dieser Umstand nur noch mehr zur Vorsicht bei der Waldnutzung mahnen und vor Kahlschlägen warnen.

Die Wirkung des Waldes Niederschlägen gegenüber ist somit eine sehr vielfache: er fängt mit seinem

Laube einen Theil des Wassers und hält ihn zurück, er verlangsamt den Fall der Tropfen, er vermindert die wirksame Fallhöhe, das Niederfallende findet zwischen den Stämmen und Wurzeln Hindernisse des rapiden Ablaufes, Moosdecke, Streu und Humus saugen das Wasser auf und halten es zurück, spätere langanhaltende Speisung der Quellen bedingend.

Die zahlenmäßigen Angaben werden mit Vorsicht zu gebrauchen sein, und Lehmann hat sicherlich Recht, wenn er sagt (l. c., S. 39): „dass die Laubkronen eines dichten gesunden Waldstandes wohl imstande sein mögen, einen schwachen einstündigen Regen fast ganz aufzufangen“, dass sie aber „nimmermehr 26⁰/₀ von anhaltendem Platzregen aufzuhalten vermögen würden“, wie Ebermayer angenommen hat. („Die physikalischen Einwirkungen des Waldes“, Berlin 1873.)

J. Lorenz von Liburnau betont in seinem inhaltsreichen Buche: „Wald, Klima und Wasser“, München 1878, dass „eine allgemeine Verminderung der Niederschläge, aus welcher die Abnahme des Wassers in den Flüssen als nothwendige Folge hervorgehen müsste, bisher nicht constatirt werden kann“. Solche ziffermäßige Nachweise könnten erst nach jahrelangen Beobachtungen erbracht werden, wobei es übrigens selbstverständlich nicht auf die Summen ankommt; schon die Steigerung der Gegensätze bei gleichbleibender Summe kann verhängnisvoll werden, und auch dann selbstverständlich, wenn sie durch andere Factoren herbeigeführt werden sollten.

Die Schwierigkeit, über diese Fragen überhaupt zu sicheren Schlüssen gelangen zu können, wegen der Zusammenwirkung verschiedener Factoren, erörtert Lorenz von Liburnau in ausführlicher Weise. Wie zutreffend ist z. B. der Hinweis auf die Abhängigkeit der Wasserstände der Flüsse von Änderungen des Niveaus der Sohle, infolge von Schotteraufschüttung in dem einen, von Tiefereinschneiden des Flusslaufes im anderen Falle.

Es darf nicht vergessen werden, dass der Wald nicht nur der gerade jetzt lebenden Generation gehört, sondern dass wir ihn den kommenden Generationen erhalten müssen, soll die Möglichkeit der Existenz derselben nicht in Frage gestellt werden! „Nach uns die Sündflut“ darf doch nicht die Losung werden.

Momentane übermäßige Nutznießung wird zum Verhängnis und bedeutet, wo sie auch vorgenommen wird, eine Versündigung. Wir haben Holz genug, um unseren eigenen Bedarf bei klugem Gebaren zu decken, für den Holzbedarf Italiens, Frankreichs, Egyptens u. s. w. können unsere Alpen für die Dauer gewiss nicht aufkommen, und der augenblickliche Gewinn hat den künftigen Ruin im Gefolge, das Verderben.

Darum heißt es nach wie vor: „Schutz dem Walde!“ damit unsere Ostalpen nicht waldlos werden wie die Westalpen im südöstlichen Frankreich.

Breitenlohner lenkt in seinem trefflichen Vortrage: „Wie Muhrbrüche entstehen“ (Schriften des

Vereins 1883, S. 459—485), unsere Aufmerksamkeit besonders auf die ausgedehnten Gebiete oberhalb der Waldgrenze.

Simony hat schon auf den bekannten Umstand wiederholt aufmerksam gemacht, dass es scheine, „als wenn die Baumvegetation an der oberen Grenze ihrer Verbreitung im Absterben begriffen wäre“, indem, wo heute nur noch kärglicher, verkümmender Nachwuchs angetroffen wird, auch halb oder ganz abgedorrte ansehnliche Lärchen und Zirben zerstreut herumstehen, eine Erscheinung, die eigentlich noch der sicheren Erklärung wartet, die aber vielfach, ohne dass Beweise dafür hätten erbracht werden können, „auf ein Rauherwerden des alpinen Klimas oder auf eine Verminderung der atmosphärischen Feuchtigkeit und der Niederschläge zurückgeführt“ wurde, was wohl kaum bestritten werden kann, denn auch die Abnahme des Wasserreichtums von Quellen und Flüssen spricht dafür.

Es zieht sich also offenbar die Waldgrenze nach abwärts zurück, die kritische Mattenregion dringt nach abwärts vor. In dieser Region aber liegt der Sommeraufenthalt des Weideviehes: Rinder, Schafe, Ziegen, darüber aber ist die kahle Fels-, Schnee- und Eisregion, und mit dieser greift die Verheerung nach abwärts und reicht bis in die Thalböden.

Die auf der Höhe niedergehenden Regengüsse der Gewitter wühlen an jeder irgendwie dazu geeigneten verwundeten Stelle den Boden auf, sei die Wunde nun hervorgerufen worden durch die Wühlarbeit eines Wur-

zelgräbers, eines Wildheuers oder durch den schweren Tritt eines Weidethieres, jede solche Stelle kann zum Angriffspunkt des niederstürzenden Gewässers und der Anfang einer der zahllosen Runsen werden, durch die diese Wässer gegen die Sammelrinnen („Tobel“, Gräben) hinabstürzen. In diesen staut sich vielleicht irgendwo das Material auf, und das Verhängnis nimmt seinen Lauf.

Breitenlohner schilderte uns die Verheerungen an der Rienz im westlichen Pusterthale und berechnete uns die Massentransporte, welche in der Hochwasser-Katastrophe vom 17. September 1882 vollzogen wurden. Er zeigte, dass die Rienz bei Brunecken in $1 m^3$ Wasser nahe an $60 kg$ feste Stoffe in feiner Form mitführte, der Bach zu Lorenzen bei Brunecken, und zwar am 17. September, gar $145 kg$, das ist 76-, beziehungsweise 183mal so viel als die Donau zur Zeit einer Überschwemmung! An diesem einen Tage trug die Rienz etwa $18,000.000$ Metercentner, d. s. fast $700.000 m^3$, solcher Sedimente durch das Profil bei Brunecken! Im ganzen Überschwemmungsgebiete Tirols schätzt Breitenlohner die Masse der entführten erdigen Theile auf $1.000,000.000$ Metercentner, d. s. etwa $40,000.000 m^3$, und mit Recht sieht er darin den größten, weil unwiederbringlichen Verlust, den das arme Land erlitten hat, und um diesen fürchterlichsten Schäden vorzubeugen, dringt er auf gründliche Abhilfe durch Ausdehnung der Schutzarbeiten auch auf die Region oberhalb des leider so arg „verrissenen und zerfetzten“ Wald-

mantels; schon hoch in den obersten Sammelgebieten des Wassers muss dessen Laufgeschwindigkeit und Arbeitsfähigkeit thunlichst vermindert, der Abfluss verlangsamt werden. Er empfiehlt, indem er dabei an Selbsthilfe der Hochgebirgsbewohner denkt, die von Oberingenieur Geppert in Innsbruck vorgeschlagenen Horizontalgräben, die in Reihen übereinandergestellt werden und deren Aushub durch Strauchwerk-anpflanzung befestiget wird. — In vielen Fällen mag die Wirkung eine ganz gute sein; in manchen aber könnte auch Abrutschneigung der Hänge dadurch begünstigt werden.

III. Verbau der Wildbäche und Aufforstung.

Wald zu erhalten, wo er besteht, ist verhältnismäßig unschwer, die Wiedergewinnung aufgegebenener Strecken jedoch oft nur mit den größten Mühen zu erreichen, besonders wo die Gehänge ihrer Culturschichte entkleidet wurden.

Wo die Gehänge überaus steil sind, müssen bei der Aufforstung in übereinander liegenden Etagen stufenförmige Absätze hergestellt und auf die horizontale Oberfläche dieser Stufen („Banquettes“) die Bäumchen gesetzt werden, wie es zum Beispiel aus dem Bilde über dem Perimeter von Seyne (Basses Alpes) zu entnehmen ist.

In den Quellrinnen an den obersten Theilen der Hänge legt man Flechtzäune an, um das lockere Material zur Ruhe zu bringen, ein Vorgang, wie er z. B.

durch den Runsenverbau im Perimeter von Curusquet illustriert wird. In die tiefer eingerissenen größeren und größten Wildbachgräben baut man aber Thalsperren ein, die entweder aus Holz oder aus Stein auf das sorgfältigste hergestellt werden. Dadurch wird das allzugroße Gefälle vermindert und damit auch die Trag-, Schieb- und Erosionskraft des Wassers.

Die Tieferlegung der Sohle des Wildbaches verhindern schon einfache querübergelegte Schwellen oder Faschinen („Barrages Jourdan“ nach dem Waldwärter Jourdan, der in den Basses Alpes in den Jahren 1855 bis 1861 bei 300 solcher Anlagen ganz aus eigenem Antriebe herstellte und uns erkennen lässt, was etwa von ganzen Gemeinden auf dem Wege der Selbsthilfe erreicht werden könnte!).

Die Anlage der Thalsperren aus Stein hat schon Duile ausführlich erläutert, und die neuesten Bauten dieser Art unterscheiden sich im Wesen nicht von jenen ersten Projecten. Dabei kommt es natürlich zuerst auf die geologische Beschaffenheit der Thalwände an. Im anstehenden Fels werden sie in wirksamer Weise dem Anprall widerstehen können. Durch die Hinterfüllung könnten die Hänge gegen Angriffe geschützt werden. Freilich ist bei allen diesen Arbeiten die größtmögliche Sicherheit in der Ausführung geboten, denn — „eine schlechte Sperre ist weit gefährlicher als gar keine“ (Heim: Schweizer Alpenclub VI, S. 329). Man bringt daher auch nicht selten statt einer größeren entsprechend viele kleinere Sperren hintereinander

an, um der Gefahr des Bruches einer großen Sperre zu entgehen.

Erst nach Verbauung des Wildbaches können weitere Regulierungs- und Bauarbeiten im Ablagerungsgebiete mit Aussicht auf Erfolg ausgeführt werden, im anderen Falle wird der unverbaute oder nicht genügend verbaute Wildbach immer mit neuen Gefahren drohen, das gilt für den Gandergraben bei Kollmann geradeso wie für jeden anderen. — Alle Verbauungen sind aber nach meiner Überzeugung nur vergängliche Werke und werden nur dazu geschaffen, die natürliche Heilung der erkrankten Niederschlagsgebiete überhaupt zu ermöglichen. Diese Heilung aber wird nur erfolgen bei vernünftiger Behandlung der Hänge, also durch gesunde Waldcultur, vernünftige Waldnutzung und durch Ausführung von vor allem die Rasendecke schützenden Vorkehrungen, über der oberen Waldgrenze. Könnten da nicht Prämien oder Steuernachlässe aneifernd wirken?

Über die Schwierigkeiten, welche sich der Forstgesetzgebung entgegenstellen, wenn es sich darum handelt, die Wahrung der öffentlichen Wohlfahrt mit den Rechten einzelner in Einklang zu bringen, enthält das oben erwähnte Werk: „Wald, Klima und Wasser“ von J. R. Ritter Lorenz von Liburnau in seinem dritten Hauptstücke¹⁾ eine Fülle von Aufklärungen. Er zeigt, was es da noch alles zu thun gebe. Wie drastisch wirkt nicht das Beispiel, wonach ein zur Wiederaufforstung

¹⁾ S. 271—284.

eines Kahlschlages Verpflichteter den gesetzlichen Strafbetrag von vornherein erlegt, „damit er nicht aufzuforsten brauche“!

Auch über die Zweifel, welche vielfach noch bestehen darüber, ob dieses oder jenes das richtigste sei,



Fig. 28. Thalsperre am Riou bourdoux (Ubaythal, Durance-system) bei Barcelonnette, Basses Alpes.

Nach einer von Herrn Oberforstmeister Demontzey erhaltenen französischen Photographie.

spricht er sich aus und meint in seinem Schlusssatze, es sei der Waldstand „möglichst zu schützen, damit nicht mancher Wald bereits verschwunden sei, wenn man hinterher nachweisen kann, dass er nothwendigerweise hätte erhalten werden sollen“!



Fig. 29. Thalsperre am Riou chanal, Zufluss des Bachelard (Ubayfluss, Durancesystem), südlich von Barcelonnette, Basses Alpes.

Nach einer von Herrn Oberforstmeister Demontzey erhaltenen französischen Photographie.

Eine der beim internationalen land- und forstwirtschaftlichen Congress zu Wien 1890 aufgeworfenen

Fragen lautet: „Welche Erfahrungen liegen über Wildbach- und Lawinerverbauungen vor? und wäre es nicht gerechtfertigt, die Action der Wildbachverbauung zu einer internationalen zu gestalten, und wie ließe sich dies realisieren?“

Einer der Berichtersteller war der verdienstvolle Oberforstmeister Prosper Demontzey, der Leiter der Wiederbewaldung im südlichen und südöstlichen Frankreich. Sein Bericht erschien im Verlag der k. k. landwirtschaftlichen Gesellschaft und gibt uns die beste Übersicht über das, was seit 1860 in Frankreich geschehen ist.

Es handelt sich darum 1. die Möglichkeit des Unterwühlens in den vorhandenen Wildbächen vorläufig zu verhindern und diese durch Schutzbauten in unschädliche, ja nutzbringende Gebirgsbäche umzuwandeln; 2. die Bildung neuer oder die Wiedererweckung verbauter Wildbäche zu verhüten.

Gegenwärtig sind in Südfrankreich 27 Wildbäche verbaut worden. Die ausgeführten Arbeiten bestehen aus Thalsperren aus Mauerwerk. Ich will einige Typen vorführen:

1. (Fig. 28.) Eine große Thalsperre am Riou bourdoux im Ubaythale bei Barcelonnette, im Gebiete der Durance (Basses Alpes), und oberhalb derselben eine zweite gemischten Baues, Mauerung mit Flechtwerk.

2. (Fig. 29.) Eine große gemauerte Thalsperre aus drei übereinander stehenden Absätzen am Riou

chanal, einem Zufluss des Bachelard, südlich von Barcelonnette.

3. (Fig. 30.) Sogenannte Rusticalsperren aus Trockenmauerwerk, viele übereinander folgende Absätze bildend, aus dem Wildbachgraben von Grollaz in Savoyen, nahe der Mt. Cenis-Straße.

Außerdem werden Wasserrisse durch in der Längsrichtung eingelegte Bäume bekleidet, Rutschlehnen durch verzweigte Entwässerungsgräben befestigt, Abrutschungen durch Auflage von Rasenplatten und durch Untermauerung verhindert.

Ein interessantes Beispiel dieser Art hat Herr Oberingenieur Vincenz Polack jüngst in einem Vortrage im Ingenieur- und Architektenverein (am 9. Jänner 1892) ausführlich erörtert, und bin ich, dank seiner Freundlichkeit, in der Lage, Ihnen einige Bilder darüber vorzeigen zu können.

Die Bilder geben uns eine gute Vorstellung von dem Verbau eines Felsturzanbruch-Gebietes im brüchigen Granit, und zwar jenes zum Schutze der Badeanlage La Raillère bei Canteret, südlich von Lourdes, am Nordhange der Hochpyrenäen. (Fig. 31.)

Die Quellen entspringen am Fuße eines gewaltigen Schuttkegels mit gigantischem Granittrümmerwerk in den untersten Theilen. Oberhalb erhebt sich ein Steilhang, der gebildet wird aus mehr weniger losen Riesenblöcken von Granit, die in Grus und Sand eingebettet liegen und bei Abgang des Sandes alles gefährdend zu Thale stürzen.



Fig. 30. Rusticalsperre aus Trockenmauerwerk aus dem Wildbachgraben von La Valette in Savoyen (angrenzend an den Wildbach von Riou bordoux).

Nach einer von Herrn Oberforstmeister Demontzey erhaltenen französischen Photographie.

Dieser Hang musste geschützt werden. Es wurden alle losen bedenklichen Blöcke abgeräumt, die festgefügt durch Bindung des mürben sandig-erdigen Ma-



Fig. 31. Raillère-Canteret (Hochpyrenäen). Baugruppe XIV.
Nach einer von Herrn Ober-Ingenieur V. Pollak erhaltenen Photographie.

teriales mittels Rasenbelages gesichert und, wo es nöthig erschien und Rasen kein Fortkommen versprach, durch Ausführung von Trockenmauerwerk gestützt. Die Arbeit wurde 1885 begonnen und 1890 beendet.

Das eine der Bilder, aus der obersten Region, wo die Arbeit beginnen musste (Baugruppe IV, V, VI), lässt uns ganz gut die berasteten Stellen zwischen den Blöcken erkennen, ebenso aber auch das Stützmauerwerk und links noch offene, unberastete Schutthangpartien. Im Hintergrunde erblicken wir die Berge an der spanischen Grenze.

Das zweite Bild zeigt uns den Beginn der Schutzarbeiten an einer der unteren Baugruppen (XIII), das dritte diese Baugruppe vollendet, mit treppenförmig zurücktretenden Stufen von unten nach oben; auch die Berasung ist zu erkennen.

Das vierte Bild (Fig. 31) zeigt uns die darunter liegende Gruppe im Bau; der Riesenblock von $45 m^3$, wo der Arbeiter steht, wurde mit Dynamit gesprengt. Das letzte Bild endlich zeigt die unterste Gruppe (XV) im Bau. Rechts sieht man die Rollbahn zur Steinzufuhr.

Eine großartige Leistung wurde auf den französischen Arbeitsgebieten ausgeführt, Bachbette wurden gereinigt, Wasserrisse durch Einlegen von Stecklingen gebunden, steile Lehnen in der schon angeführten Weise auf Horizontalstufen mit 7—8jährigen Nadelholzballenpflanzen bewaldet und mit der Pflanzung von Nadelhölzern bis um mehr als $500 m$ über die gegenwärtige obere Waldgrenze vorgegangen. Bis zum 1. Jänner 1889 waren $145.000 ha$, d. s. $1450 km^2$, zur Wiederbewaldung gelangt; davon wurden $60.600 ha$ in den sogenannten Wohlfahrtsperimetern (ein Fünftel der in Aussicht genommenen Fläche) und $84.400 ha$

freiwillig mit Subvention des Staates von Gemeinden und Privatleuten ausgeführt.

Bewunderungswürdige Erfolge nach 23jähriger Arbeit, die zu den besten Hoffnungen für die Zukunft berechtigen! Weiler, Dörfer, Städte, Straßen und Eisenbahnen wurden geschützt, Culturgründe bewahrt und neue gewonnen, Bewässerungen ermöglicht und die Entwicklung des nationalen Wohlstandes gefördert!

Die verausgabten Beträge bezifferten sich schon 1884 auf 29,000.000 Franken, die Gesamtkosten der in Aussicht genommenen Arbeiten für die nächsten 60 Jahre sind aber auf ca. 220,000.000 Franken berechnet, davon wurden 148,000.000 für die eigentlichen Arbeiten, 72,000.000 aber für Grundeinlösungen bestimmt.¹⁾

¹⁾ Die auf Wiederbewaldung und Berasung der Gebirge bezüglichen französischen Gesetze von 1860 und 1864, nebst den dazu gehörigen Verordnungen, der Gesetzentwurf von 1879, sowie die Generalinstruction, betreffend die Wiederherstellung und Erhaltung der Productivität der Gebirgsgründe vom 12. December 1882, finden sich in dem erwähnten Werke von Seckendorffs (aus dem Jahre 1884, und zwar S. 239—294). — Eine Zusammenstellung der auf Wildbachverbauung bezug habenden Gesetze, Verordnungen, Kundmachungen und Erlässe findet sich in der von dem Forstinspections-Adjuncten und Docenten Ferdinand Wang anlässlich der Land- und forstwirtschaftlichen Ausstellung im Auftrage des k. k. Ackerbauministeriums herausgegebenen Schrift: „Fortschritt und Erfolg auf dem Gebiete der Wildbachverbauung“ (Wien 1890). In derselben Schrift werden auch die geleistete Arbeit und die Kosten derselben übersichtlich

Über die „Wildbachverbauung in der Schweiz“ erschien im Jahre 1890 das erste Heft eines prachtvollen Werkes, in welchem die ausgeführten Anlagen vom eidgenössischen Oberbauinspectorat (von dem vor Kurzem verstorbenen A. von Salis) dargestellt und besprochen werden.

Ich will aus dieser Publication als ein gutes Beispiel ein Stück aus der systematisch durchgeführten „Verbauung der Kleinen Schlieren bei Alpnach“, und zwar des südlichsten Seitengrabens des Schwandbaches, im obereocänen Flyschgebiete gelegen, südlich vom Pilatus (Canton Unterwalden), vorführen, nach einem Specialplane (im Maßstabe 1 : 2000). Wir sehen die großen Abbrüche in den obersten Sammelbecken, die gewaltige Schuttanhäufungen außerhalb der Enge verursacht hatten; um weitere Geschiebeentleerungen zu verhüten, musste der Schwandbach verbaut werden. Der oberste Theil des Baches (außerhalb des Planes gelegen) wurde abgeleitet, dadurch Bodenbewegungen im obersten Gebiete hinter den Abbrüchen aufgehoben. Zwei große Thalsperren, die untere aus Stein, die obere zum Theil Holzconstruction, wurden aufgeführt (die letztere 13.95 *m* hoch); oberhalb aber im ganzen 89 kleine und ein großer Einbau vorgenommen und dadurch ein Tiefereinschneiden der Sohle des Baches verhütet.

dargestellt. In der Zeit von 1883—1889 wurden 1,868.727 fl. aufgewendet, davon 1,052.135 fl. für Tirol, 370.465 fl. für Kärnten und 189.293 fl. für Salzburg.

Als nicht uninteressant möchte ich aus dem genannten Werke anführen, was über die Vergangenheit des Gebietes der Kleinen Schlieren angegeben wird. Nach dem Jahre 1863 wurde von Prof. Culmann das



Fig. 32. Verbauung des Spreitenbaches bei Lachen (Schwyz).
Hauptbachsperre Nr. 1.

Nach einem Lichtdruck aus dem eidgenössischen Werke:
„Die Wildbachverbauung in der Schweiz“.

Gebiet als nicht zu den gefährlichen Bächen zu rechnen angeführt, „wenn nur auf Erhaltung der Wälder geachtet werde“. Seither wurde kahlgeschlagen und das Holz geflößt, und greuliche Zugrunderichtung

war das Ergebnis! Gewiss ein sprechendes Beispiel dafür, wie sehr die Wildbachbildung von der Erhaltung des Waldes abhängt.

Die nur 700 *m* lange Strecke des Grabens zeigt einen Höhenunterschied von 280 *m*, also ein Gefälle von 1:2·5. So etwa müsste wohl auch der Ganderbach bei Kollmann bis hinauf zum Wasserfall verbaut werden.

Demselben Werke entnahm ich einige Wildbachbilder, die wohl geeignet scheinen, sowohl den Charakter der betreffenden Bachbette, als auch die bewegende Kraft des Wassers erkennen zu lassen. Sie sind der Verbauung des Spreitenbaches entnommen, welcher bei Lachen in den Züricher See einmündet (Canton Schwyz), der nach einigen Verbau- und Regulierungsversuchen am 24. Juli 1882 ausbrach und fürchterliche Verheerungen anrichtete (Fig. 32). Eine Vorstellung von der Geschiebebeschaffenheit geben viele der Bilder des Werkes, so die Tafeln VIII, XI, XII, XVI und XVII; sie zeigen dieselben Blockmassen, nur eines, und zwar jenes nach Tafel XII, lässt uns das anstehende Gebirge an der Sohle des Baches erkennen; es sind Gesteine der Süßwasser-Molassen, d. s. Sandsteine und Mergel, die den Untergrund des ganzen Bachgebietes bilden, aber zumeist überdeckt sind von erraticen Block- und Schuttmassen. Die bis zu mehreren Cubikmetern Größe vorkommenden Blöcke bestehen hauptsächlich aus groben Conglomeraten. Solche Blöcke werden bewegt in einem Bache, dessen ganzes Niederschlagsgebiet kaum 7·1 *km*² Fläche beträgt (etwa so

groß als der I. und II. Bezirk von Wien zusammen-
genommen), der bei heftigen Niederschlägen oberhalb
Lachen $21 m^3$ Wasser pro Secunde abführt, was immer-
hin ein Drittel der Wassermenge der Themse bei
Kingston, oberhalb London, vorstellt. Im ganzen wur-
den 58 Sperren (die höchste mit $5.4 m$) eingebaut. Die
Ufersicherung konnte zumeist schon durch Ausräu-
mungen und entsprechende Ablagerung der großen
Blöcke hergestellt werden. Doch sind auch seitliche
Sicherungen durch Parallelbauten von zusammen $369 m$
Länge und eine Anzahl von Sohlversicherungen neu
hergestellt worden. Die Gesamtkosten beliefen sich
auf 134.000 Franken. Das mittlere Gefälle im Haupt-
bache beträgt $1 : 7.6$, im Stollenholzbach $1 : 5.6$, im
Mutzenbaubach $1 : 4.6$.

Ich kann von vielen Bildern nur zwei heraus-
greifen (Fig. 33 und 34). Sie behandeln den Mutzen-
baubach, einen Nebenbach des Spreitenbaches, und zwar
bei der Sperre Nr. 5, und zeigen uns das Thal vor und
nach der Verbauung.

Im ganzen sind im Bereiche der Schweiz Wild-
bachverbauungen ausgeführt oder in Ausführung be-
griffen, deren Kosten mit mehr als 9,000.000 Franken
beiffert werden (!). Fast durchwegs sind es glaciale
Ablagerungen, alte Bergstürze und Verwitterungs-
schutthalden, welche die Arbeiten nothwendig machen.

Auch in den österreichischen Alpenländern sind
schon viele Schutzbauten an Wildbächen ausgeführt
worden.



**Fig. 33. Spreitenbach (Schwyz). Mutzenbach. Sperre Nr. 5.
Vor dem Verbau.**

Nach einem Lichtdruck aus dem eidgenössischen Werke:
„Die Wildbachverbauung in der Schweiz“.

In von Seckendorff's Werk wird z. B. die Verbauung einiger Wildbäche in Tirol und Kärnten ausführlichst behandelt.

Zuerst das Gebiet der Fersina und des

A visio. In dem zwischen Dämmen liegenden Unterlaufe der Fersina hat sich die Sohle des Baches im Jahre 1882 um 4.4 m erhöht, indem auf 3.3 km Länge



Fig. 34. Spreitenbach (Schwyz). Mutzenbach. Sperre Nr. 5.
Nach dem Verbau.

Nach einem Lichtdruck aus dem eidgenössischen Werke:
„Die Wildbachverbauung in der Schweiz“.

nicht weniger als 270.000 m³ Schutt abgelagert wurden (Fig. 35). Die Dämme waren damals 5.1 m hoch und sind 1883 um 1 m erhöht worden, und zwar infolge des Bruches der dritten (Cantanghie-) Sperre;

wäre damals die 35·2 m hohe Pontaltosperre, wenn auch nur theilweise, gebrochen (sie ist in die Fersinaschlucht eingebaut), so wäre wohl die Verheerung von Trient die Folge gewesen. Die Breite des Bauwerkes beträgt unten 4·5 m, oben 10 m. Der Beginn des Baues reicht zurück bis 1537. 1751/52 wurde sie zum siebenten Male aufgeführt, 1824/25 erfolgte eine Reconstruction, 1847 und 1849/50 wurde sie erhöht, zuletzt aber 1883 von 34 auf 35·2 m gebracht.



Fig. 35. Mittleres Querprofil der unteren, von Dämmen eingeschlossenen Fersina.

Aus v. Seckendorff's: Verbauung der Wildbäche, S. 118.

Eine gute Vorstellung der Fersina-Thalsperre „Pontalto“ gibt die Fig. 37 in von Seckendorff's Werk (S. 119), wo sich auch Schnitte in vier verschiedenen Höhen dargestellt finden (Fig. 38—41). Wir verdanken es der Liberalität des hohen k. k. Ackerbauministeriums, dass wir die Ansicht und einen Schnitt bringen können. (Fig. 36.)

Der Zustand der Thalsole des Avisio war nach den Verheerungen von 1882 auch im Jahre 1886, in welchem Jahre ich mit einigen meiner Zuhörer eine

Excursion dahin unternahm, auf weite Strecken ein ganz entsetzlicher.

Eine gute Vorstellung der Verbauungsarbeiten in der Gegend von Borgo an der Brenta gibt die Fig. 113 des von Seckendorff'schen Werkes, welche uns in das Val Sopra Vigo (I Boale) versetzt (Fig. 37). Zur Bindung der für Borgo gefährlichen Erdrisse wurden in diesem Graben 10 Rustical-Stein-Thalsperren ausgeführt, außerdem aber viele Flechtzäune angelegt und bei 1200 Akazien gepflanzt. Noch viel zahlreicher sind die Bauten im Val canaja di sopra e di sotto (vgl. Fig. 116, S. 313, in von Seckendorff's Werk). In diesen beiden Thälern wurden 13 Holzsperrn (I—IX, XVI, XVII, XXXI und XXXII) und 18 Steinbauten (X—XV, XVIII—XXV und XXVII—XXX) ausgeführt, letztere zum Theil mit Flügelmauern. Außerdem wurden Holzdämme gebaut (XXVI), das Bachbett verlegt, die Ufer abgeböscht und das Bett von größeren Steinen befreit u. s. w.

Die Ursache jener Katastrophe im Herbste 1882 wird auf Regengüsse und auf die durch einen Scirocco zum Schmelzen gebrachten Schneemassen an den nach nordwärts gerichteten bewaldeten Hängen, sowie auf die aus der über der Waldgrenze gelegenen Region niederbrechenden Wildbäche zurückgeführt.

Aus diesem Gebiete führe ich nur noch zwei gewiss recht interessante Bilder vor, die Erdpyramiden von Segonzano, an verbauten Zuflüssen des Rivo di Regnana, südlich von Segonzano am unteren Avisio.

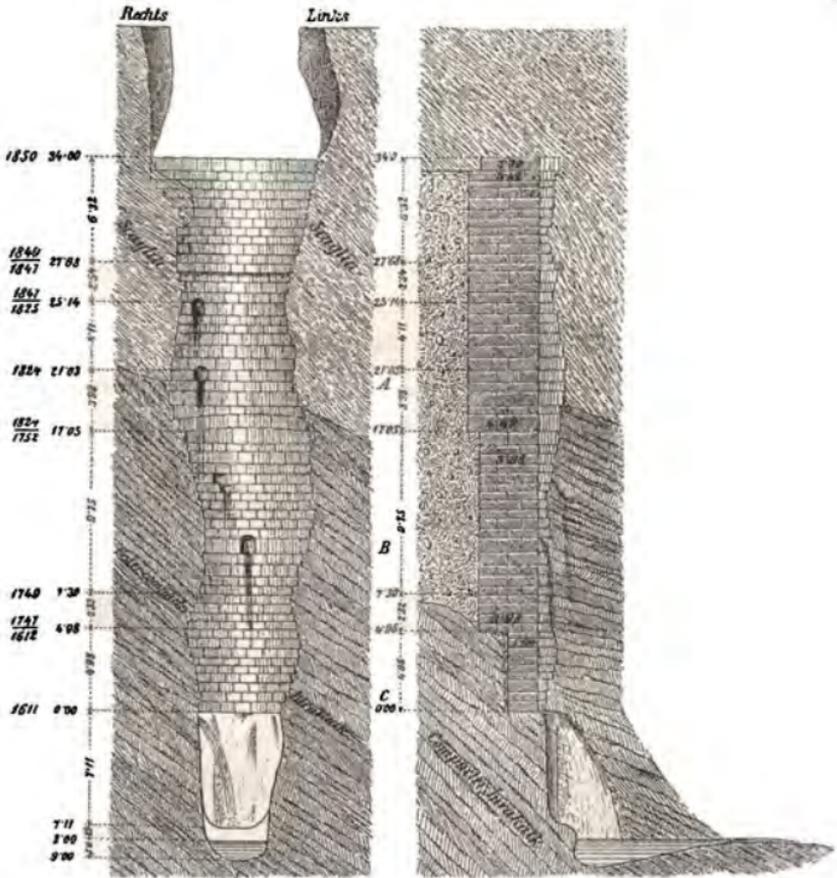


Fig. 36. Die Thalsperre von Pontalto in der Fersinaschlucht.
Höhe 35·2 m.

Aus v. Seckendorff's: Verbauung der Wildbäche, S. 119.

gelegen. Es sind dies, ganz ähnlich wie die Erdpyramiden von Bozen (bei Atzwang am Finsterbach gelegen), nichts anderes als bei tiefgehender Regenauswaschung

unter dem Schutze größerer Blöcke stehen gebliebene Säulen von alten (diluvialen) Schuttanhäufungen, Schuttkegeln oder Thalbeckenausfüllungen.

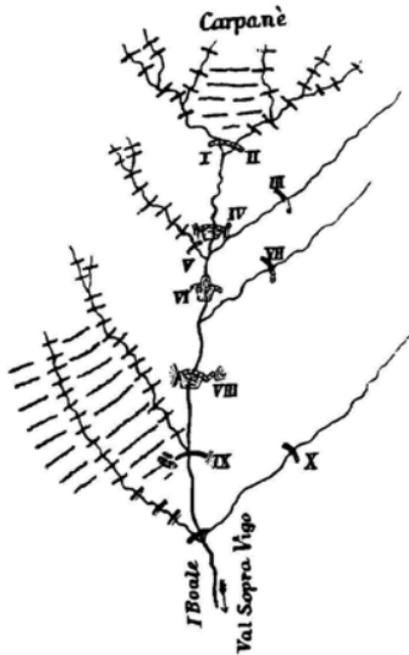


Fig. 37. Rustical-Steintraversen zur Bindung von Erdrissen. Waldort Carpanè (Val Sopra Vigo I Boale).

Aus v. Seckendorff's: Verbauung der Wildbäche, S. 308.

Das eine der Bilder zeigt uns diese Schuttmasse mehr im Zusammenhange, nur an den Rändern in Erdpfeiler aufgelöst, und erhalten wir dadurch auch eine getreue Vorstellung über den inneren Bau der Mur-Schuttkegel überhaupt: wir sehen, es ist eine Anhäu-

fung von größeren und kleinen Blöcken zwischen sandig-lehmigem Material. Wo größere Blöcke in günstiger Stellung auftreten, bilden sie einen Schirm für die darunter liegenden leicht gebundenen Schuttmassen. — Denken wir uns etwa eine große Thalsperre hinweg, so wird die dahinter stehende Schuttmasse sich ganz ähnlich darstellen. Das zweite Bild, in einem andern Graben, zeigt uns die Schuttmasse vollständig in spitze Pyramiden aufgelöst (Fig. 38).

Auch A. Weber von Ebenhof hat „Die Aufgaben der Gewässerregulierung, Wildbachverbauung und Wasserverwaltung in Österreich, mit besonderer Berücksichtigung der Alpenländer“ besprochen (Wien 1886) und bringt unter anderem viele Angaben über Südost-Tirol, das Gebiet seiner eigenen Thätigkeit. Er weist auf die Gefahren hin, welche Holzbauten im Gefolge haben können, nach Erfahrungen im Lorganzathal (Val Sugana) bei Roncegno, wo solche Holzbauten in den Sechzigerjahren weggerissen wurden und grässliche Verwüstung zurückließen. Freilich waren sie schon „in den Dreißigerjahren“ errichtet worden und war wieder nur eine Unterlassungssünde gestraft worden. Er erhebt aus amtlichen Acten, dass in Tirol schon zu Beginn unseres Jahrhunderts (von Nowak 1808, Schemmerl 1819) die richtigen Ansichten ausgesprochen worden sind über die Nothwendigkeit, die Flussverheerungen an der Wurzel anzufassen, d. h. in den Wildbächen, durch Verbauung derselben, durch Schutz und Wiederherstellung der Wälder. Er bringt auch

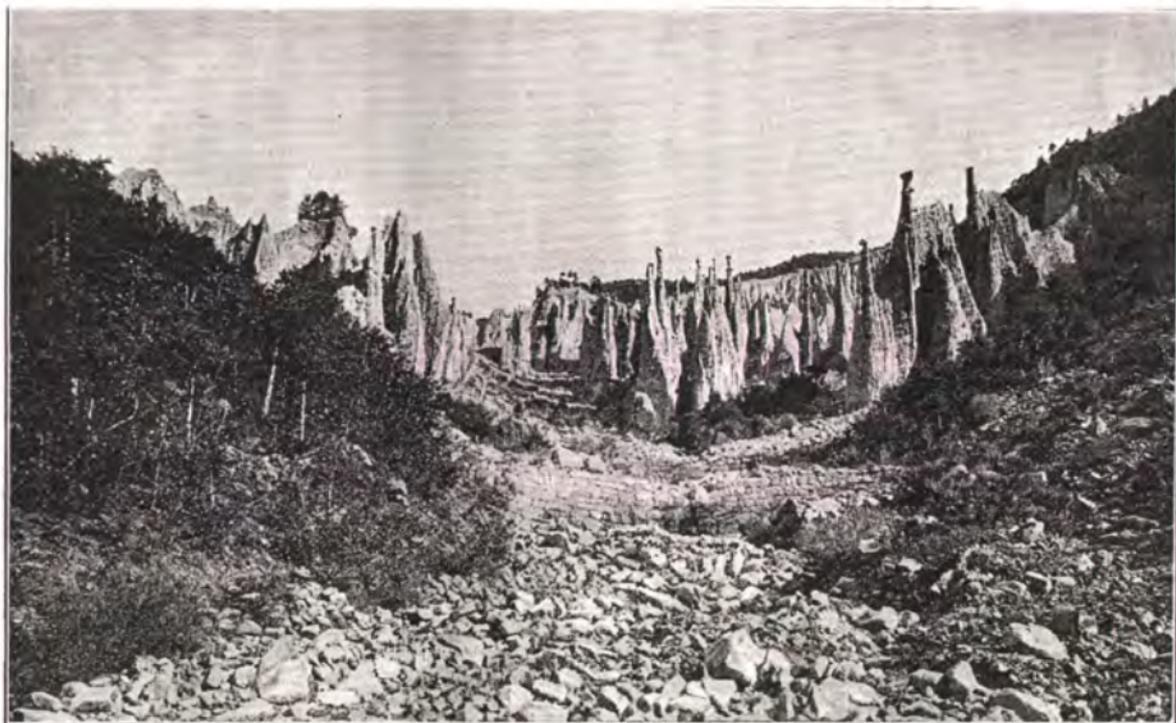


Fig. 38. Die Erdpyramiden von Segonzano an einem Seitenbache der Regnana (untere Avisio).

Nach einer Photographie von Unterweger in Trient.

die Gründe vor, welche trotzdem die Vornahme der Regulierungsarbeiten in den Flussthälern vor der Verbauung erklären sollen, um ungerechte Angriffe auf die ausführenden Ingenieure abzuwehren. Diese Angriffe sind gewiss vielfach ungerecht gewesen, wenigstens soweit sie die Ausführenden betroffen haben, werden aber sicherlich Berücksichtigung verdienen, wenn sie gegen den einseitigen Grundplan des Vorgehens gerichtet waren. Das geht aus den von dem Autor angeführten Beispielen selbst klar hervor. Alle Ausgrabungen und Verdämmungen im Hauptthale werden beispielsweise Grigno im Val Sugana ebensowenig dauernd schützen, wenn nicht die Quellen des Unheils, die angegriffenen Hänge in den oberen Theilen der Thalläufe, befestigt werden, als etwa noch so sichere Uferschutzbauten in dem in Herstellung begriffenen neuen Zwangs-Thallauf des Eisack bei Kollmann dieses Thalstück und die immer gefährdete neue Bahnanlage sichern werden, wenn nicht im Gonderbachgraben und in seinem Sammelgebiet das Nöthige vorgekehrt werden sollte!

Niemandem wird es einfallen können, zu verlangen, Schutzbauten in den Hauptthälern seien ohne weiteres zu unterlassen; diese aber auszuführen, ohne die Zustände in den oberen Regionen zu verbessern, dagegen müsste sich jeder aussprechen, der es mit dem Wohl und Wehe des Landes ernst meint. Der angeführte Autor spricht dies übrigens (S. 14) selbst ganz bestimmt aus.

Dass zur Durchführung der Verbauungsarbeiten Jahrzehnte nothwendig sein werden, wer könnte daran zweifeln?

Gewisse Aussprüche Weber von Ebenhofs sind wohl zu überlegen. Wenn er z. B. in seiner Polemik gegen von Seckendorff sagt, die Arbeiten der Verbauung der Seitenbäche des Avisio „kämen vor allem — zu spät“, so erscheint mir dies als zu viel gesagt. Die Verbauungen und Sicherungsarbeiten in den Seitenbächen kommen auch heute nach der Neuausführung der großartigen Avisiothalsperre nicht nur nicht zu spät, sondern sie müssen, sollen die Zustände gesunden, ausgeführt werden.

Übrigens wäre es falsch, darin hat Herr von Weber gewiss recht, wenn man glauben möchte, der Wald könne allein in allen Fällen Elementarereignisse ganz und gar abhalten. Es geht dies aus dem Gesagten klar hervor. Gewiss ist dies keinem derjenigen Männer eingefallen anzunehmen, die für die Erhaltung des Waldes und für Wiederbewaldung womöglich aller des Waldes beraubter Waldgebiete ihre Stimme erhoben haben, d. h. aller jener Gebiete, welche infolge der Herrschaft bestimmter physikalischer Verhältnisse, wie sie aus Höhenlage, Neigung der Hänge, geologischer Natur des Untergrundes hervorgehen, nur durch Waldbedeckung nutzbar erhalten werden können. Dass aber alle jene Ereignisse durch den Wald gemildert werden, das ist zweifellos. Manche der weiteren Ausführungen Weber von Ebenhofs sind nicht voll-

kommen leidenschaftslos. Im Wesen ist er aber doch eigentlich in vollkommener Übereinstimmung mit den „Waldenthusiasten“, denn auch er kommt zu dem Schlusse, dass man des Waldes nicht entbehren könne, und darin, dass Wildbachverbauung Hand in Hand mit Wiederaufforstung gehen müsse, sind wohl alle einig, die sich mit diesen Fragen eingehender beschäftigen.

Über „das obere Fellagebiet im Kanalthale in Kärnten und die dortigen Wasserbauten“ schrieb M. Kovatsch (Wien 1881).

Er schildert uns die Verhältnisse der interessanten Thalwasserscheide von Saifnitz, die zwischen dem Bartolo- und Luschariwildbach im Osten und dem Filla-, Filza- oder Fellawildbache im Westen gelegen ist, auf der bei Saifnitz selbst der aus Norden kommende, aus den Sucha- und Raschuttagrabenbächen entstandene Saifnitzbach ausmündet. Da die beiden Wildbäche im Osten und Westen fortwährend Schottermassen in das Hauptthal hinausbringen, ist der Abfluss des Wildwassers von Saifnitz gehemmt und bildet auf der beiderseits abgedämmten Wasserscheidemulde einen zeitweilig stark anschwellenden kleinen See, der nun künstlich durch einen Wasserabzugsgraben, den Rampenkanal, mit dem Luscharibache verbunden ist, wodurch sein Spiegel gesenkt und die wiederholten Überschwemmungen von Saifnitz vermieden wurden.

Er führt an, dass der Luschariwildbach bei einem einzigen Hochwasser etwa 20.000 m^3 Geschiebe und davon mehr als die Hälfte an der Reichsstraße ins

Bachbett geworfen hat, und dass die Straße in den letzten zwanzig Jahren durch solche Ablagerungen um 3 m erhöht wurde. Die Wildbäche im Fellagebiete fließen zum Theil förmlich am Rücken ihrer Schuttkegel. Durch Steinkästen, das sind mit Steinblöcken gefüllte, aus Holz hergestellte Gerippe, sucht man die Ufer des Fellathales gegen die Angriffe bei Hochwässern thunlichst zu schützen.

Unter anderem finden sich die Kosten der Bauherstellung der großen Thalsperre im Vogelbachgraben mit zusammen 11.500 Gulden verzeichnet. Sie steht in einem engen Thale zwischen Wänden aus dolomitischem Kalk. 1862 15·1 m hoch, wurde sie 1866 auf 23·55 m erhöht. Die Hinterfüllung beträgt (1881) nicht weniger als 280.000 m³. Diese Hinterfüllung war durch die „Herbstregen von ein paar Jahren“ vollbracht.

Der Gefällsbruch ist ein ganz beträchtlicher, doch schüttet der mit verminderter Geschwindigkeit fließende Bach immer neue Schuttmassen hinter dem Gemäuer auf, erhöht dadurch das Gefälle allmählich immer mehr und mehr, bis „die Geschiebe wieder mit der früheren Kraft über die Thalsperrkrone hinweg ins Hauptthal abgeschwemmt werden können“.

Die hinter der Sperre sich ansammelnden Schuttmassen erlangen übrigens im Laufe der Zeit eine gewisse Bindung, wie dies bei der Auswechslung von hölzernen Thalsperren, z. B. in den Saifnitzer Wildbächen beobachtet wurde. Solche hölzerne Sper-

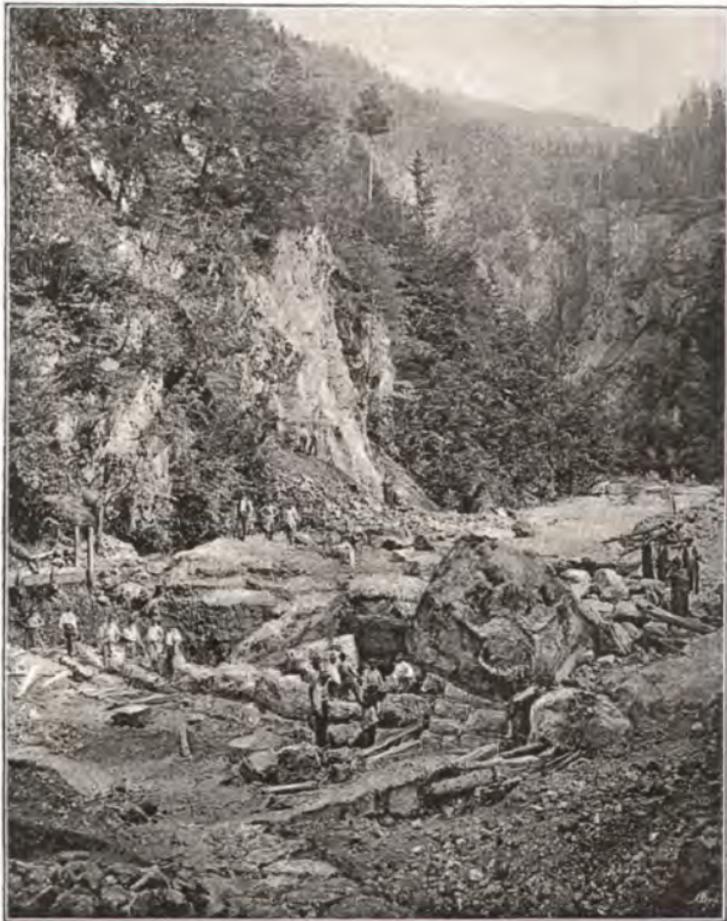


Fig. 39. Der Silberbach bei Ober-Drauburg
(rechtes Ufer der Drau).

Nach einer Photographie von Herrn v. Staudenheim.

ren sind nach Art der Steinkästen gebaut und stellen also eine Art Skelet aus Bäumen und Pfählen dar, welches mit Steinblöcken ausgefüllt wird. Ihre Durchschnittsdauer gibt Kovatsch mit etwa 22 Jahren an.

Aus dem oberen Drauthale und seinen Zuflüssen besitzt meine Lehrkanzel sehr schöne photographische Aufnahmen, die ein sehr erfahrener Amateurphotograph, Herr von Staudenheim in Feldkirchen (Kärnten), im Sommer 1886 aufgenommen hat, und die für uns sehr lehrreich sind.

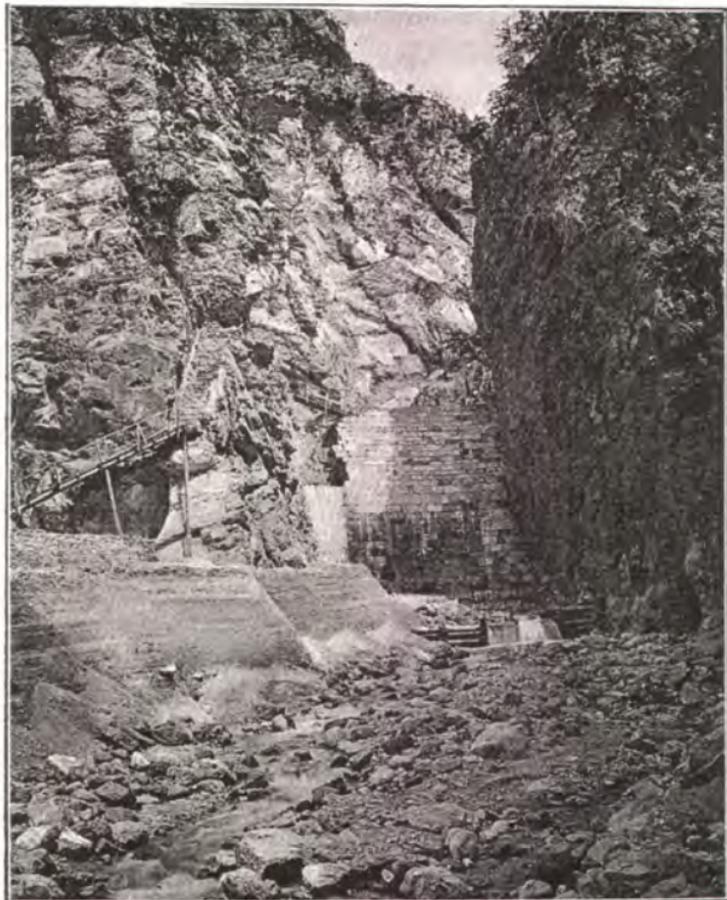
Das erste dieser Bilder (Fig. 39) führt uns ins Silberbächthal, das bei Oberdrauburg von Süden her ausmündet. Wir sehen eine Thalsperre im Bau, welche bestimmt ist, den dahinter liegenden Schuttkegel festzuhalten.

Das zweite Bild zeigt uns den oberen Theil des nicht ganz 5 *km* langen Bergergrabens, der auf der linken Seite der Drau von Norden her zufließt, aus für Glacialschutt erklärten Schottermassen. Wir sehen einen solchen Schotterhang im verbauten Zustande mit einem gemauerten Gerinne, um das Versitzen des Wassers zu verhüten. Gerade diese im Geröll und Schutt liegenden Bäche haben 1882 die gefährlichste Rolle gespielt. So war z. B. von zwei etwas weiter oberhalb Berg ausmündenden Gräben der nur 5 *km* lange Mödritschbach einer der am grässlichsten thätigen, gerade der großen, mehrfach versumpften Glacialschuttmasse in seiner Quellenregion wegen (die Schadenziffer wird mit 30.000 Gulden angegeben),



**Fig. 40. Sifitzgraben (rechtes Ufer der Drau) oberhalb
Sachsenburg. Zweites Leitwerk.**

Nach einer Photographie von Herrn v. Staudenheim.



**Fig. 41. Die Thalsperre im Vogelbachgraben (Canalthal)
im Jahre 1886.**

Nach einer Photographie von Herrn v. Staudenheim.

wogegen der über 10 *km* lange Drassnitzbach, der aus der Wasserscheideregion zwischen Möll und Drau kommt, verhältnismäßig geringen Schaden anrichtete.

In den Radlacher Graben, und zwar zu den Mühlen an seiner Ausmündung auf dem alten Schuttkegel von Radlach versetzt uns das nächste Bild. Dieser Graben ist wieder nur 4 *km* lang, sein Gefälle beträgt aber 1:2·5 (oder 40⁰/₀) und daher und der schotterreichen Steilhänge wegen ist er sehr gefürchtet. Das Bild zeigt uns auch die Neigung der Hänge zum Rutsch ganz deutlich.

Zwei weitere Bilder lassen uns die Anlage von Leitwerken zum Schutze der seitlichen Gehänge erkennen. Sie versetzen uns (Fig. 40) in den Siflitzgraben, der oberhalb Sachsenburg aus OSO. einmündet. Sie geben uns eine sehr gute Vorstellung von der Beschaffenheit der Schutthänge der Thäler.

Einen größeren Verhau im Gödnachergraben (Draugebiet in Tirol) bringt die schon angeführte Publication Ferd. Wang's zur Anschauung. Wir befinden uns am unteren Theil des Grabens und bemerken Staffelung mit Steinsperren.

Aus dem oberen Fellathale (Kanalthal) kann ich mehrere gute, von Herrn von Staudenheim aufgenommene Bilder vorführen.

Das erste führt uns den Zustand der Vogelbachthalsperre in der Nähe von Pontafel im Jahre 1886 vor Augen (Fig. 41). Sie lässt einen Durchriss an der rechten Thalseite erkennen hinab bis auf die frühere,

durch die größeren Quadern leicht kenntliche Partie der Steinwand. Als ich mit meinen Hörern die Sperre im Jahre darauf besuchte, war sie bereits bis auf diese Höhe, also auf ihre frühere Höhe vor dem Jahre 1866 abgetragen worden. — Recht lehrreich ist die Entblößung der alten, deutlich geschichteten Schuttauuffüllung auf der rechten Thalseite unterhalb der Sperre.

Einen Einblick in einen Thalhintergrund der Karnischen Alpen gewährt uns das nächste Bild. Wir befinden uns im oberen Bombaschgraben, der bei Pontafel von Norden her ausmündet. Im Vordergrunde sehen wir einen Bergsturz, die dolomitischen Hänge sind vorwiegend kahl oder schlecht bewaldet. Im Hintergrunde erblicken wir die Wände des Malurch mit einer zerfetzten Walddecke am oberen Theile des Gehängeschuttes, während der untere sich als ein Abrissgebiet darstellt.

Eine hölzerne, im Bau befindliche Thal-sperre, aus „Steinkästen“ gebildet, bringt uns das nächste Bild zur Anschauung, das uns in den Malborghettograben versetzt.

Die Culturarbeit der Techniker, welche mit den Regenfluten kämpfen, ist gewiss eine überaus große und hochwichtige. Dabei steht Menschenarbeit allein im Kampfe mit den Gewalten der Natur, die nicht selten geweckt und gefördert wurden durch Sünden der Vorfahren oder beutegieriger Zeitgenossen. Sollte die Menschenarbeit im Kampfe zum Theile mit wahren Sündfluten bestehen, so müssen die Arbeiten durch die

Natur selbst unterstützt werden, sonst sind sie immerfort gefährdet und in Frage gestellt. Jede Bauanlage in den Wildbachthälern wird unzureichend, vergänglich, ja vergeblich sein, wenn nicht eine die Hänge bindende Cultur hinzutritt. Ins Endlose aber wird die zunehmende Verheerung gehen, immer neue und neue Wunden werden den Alpenländern geschlagen werden, wenn nicht an Stelle eines Raubgewinnes in unseren Wäldern eine den strengsten Gesetzen unterworfenen, wahrhaft naturgemäße und also vernünftige, auch der Zukunft gedenkende Nutznießung tritt.

Berichtigungen.

Seite 5, Zeile 7 von unten lese man wie üblicher Roveredo.
Seite 10, Zeile 14 und 15 muss es heißen: sieht, wurde dieses Wässerchen Ursache der Verheerung.
