Ueber den Wasserbau im Gebirge und speziell in unserm Kanton : Vortrag

Autor(en): **Salis, A.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **6 (1859-1860)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-594665

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

III.

Ueber den Wasserbau im Gebirge und speziell in unserm Kanton.

Vortrag gehalten in der technischen Sektion

von

Oberingenieur A. Salis.

Wie in allen Gebirgsländern, befindet sich auch in unserm Kanton der Bewohner überall mehr oder weniger in der Nothwendigkeit, sein Eigenthum gegen die Angriffe von Flüssen und Wildbächen zu vertheidigen; vielfach ist es ein Kampf um die Existenz, der die betroffenen Gemeinden oder Privaten bis zur Erschöpfung in Anspruch nimmt. Dabei gehen und giengen, besonders in früherer Zeit, die Erfolge der grössten Anstrengungen in vielen Fällen nicht über die Abwendung einer augenblicklichen Gefahr, ohne Erzielung einer rationellen und daher nachhaltigen Verbesserung des Zustandes. Für solche Gegenden bildet daher die zweckmässige Behandlung von Gebirgsflüssen eine Frage von äusserster Wichtigkeit, und mag eine Erörterung derselben auch hier ihre Stelle finden. Indem dabei unsere speziellen Verhältnisse vorzugsweise im Auge behalten werden, erscheint es geeignet, zuerst das verkehrte Verfahren zu be-

zeichnen, welches früher überall und noch jetzt an vielen Orten eingehalten wurde und wird, um dann im Gegensatze die Grundzüge eines rationellen Behandlungssystems zu erörtern.

Von Anwendung wissenschaftlicher Grundsätze war in früherer Zeit bei der Behandlung von Gebirgswassern nirgends die Rede. Je nach dem augenblicklichen Flusslaufe und der Anforderung einer augenblicklichen Gefahr wurden bald hier, bald dort, weiter vorn oder weiter zurück, in allen möglichen Richtungen Wuhren angelegt. Dabei gab es denn noch zwischen den gegenüberliegenden Gemeinden Streit, indem jede, in der Meinung, auf diese Art den Fluss am schnellsten vom Halse zu bekommen, ihn mittelst sogenannter Schupfwuhre dem Nachbar zuschickte, welcher dann nicht ermangelte, ihn wo immer möglich auf kürzestem Wege wieder retour zu schicken. Solche Anstände führten häufig sogar zu Thätlichkeiten. Schliesslich wurden sie dann etwa durch einen auf gerichtlichem oder Vermittlungswege erzielten Spruch geschlichtet. Bei diesen Spruchbriefen war in der Regel der erste Grundsatz, dem Flusse gehörig weiten Raum zu geben, vielleicht schon in der Absicht, die streitenden Parteien weit aus einander zu halten; dann wurde den Schupfwuhren in Richtung und Länge eine anständige Beschränkung auferlegt, so dass man nicht gar zu direkt gegen das jenseitige Ufer, aber doch in einer vom eigenen divergirenden Richtung wuhren und diese letztere von einem angegebenen Punkte aus nur in einer gewissen Länge verfolgen durfte, worauf dann abgebrochen und eine weitere Wuhrstrecke von einem ebenfalls bezeichneten wieder weiter rückwärts liegenden Punkte in gleicher Weise angelegt werden musste oder durfte. So kamen dann die beidseitigen Wuhrungen kulissenförmig auf die Thalrichtung zu stehen. Wenn in diesem Verfahren ein System war, so gieng es darauf aus, den Fluss möglichst zu verwildern und die Wuhrungen sicherer Zerstörung auszusetzen. Gewiss

wäre es menschlichem Unverstande und menschlicher Leidenschaft nicht möglich gewesen, dem Dritten der streitenden Partheien, nämlich dem Flusse, besser in die Hände zu arbeiten. Denn erstlich bewirkte die zu grosse Weite des Flussbettes natürlich Aufsandungen, anderseits der Anprall des kreuz und quer gehezten Flusses an die im Angriff liegenden Wuhrungen ausserordentliche Auskolchungen, abwechselnd hohe Bänke und tiefe Sohle war also die Form des Flussbetts; dabei drängten die schweren, in der Mitte des Flussbettes abgelagerten Geschiebsmassen den Fluss gegen die Wuhren oder das unversicherte Ufer an, so dass erstere unterwaschen und zerstückelt und letztere abgerissen wurden. Ueberhaupt wurde nothwendig von allem, was man bei einem Flusse erzielen sollte, nämlich Regelmässigkeit nach Richtung, Gefäll und Querprofil, das präzise Gegentheil erzielt. Endlose Arbeiten führten niemals zu einem Ziele, sondern es blieb Jahr um Jahr, Jahrzehend um Jahrzehend beim alten Kriegszustande, mit obligatem Gemeinwerk im Winter und Frühjahr, Sturmläuten, Büschen-Einhängen und sonstigen meist nutzlosen Notharbeiten im Sommer und Herbste; dann Augenschein eines wohlweisen Vorstandes, um nach gehöriger Betrachtung der zum Theil im Sande versunkenen, zum Theil unterwühlten und zerrissenen alten und neuern Werke, für den bevorstehenden Winter einen neuen Plan auszuhecken zu abermaliger nutzloser Verschwendung von Arbeitskräften und Material. Bedenkt man, dass vieler Orts durch Jahrhunderte auf solche Art fortlaborirt worden ist, und betrachtet man sich heute den Tummelplatz dieser Thätigkeit so vieler Generationen, so kann man es fast nicht begreifen, wie es möglich war, so lange nicht einzusehen, dass dieses Verfahren zu keinem Ziele führe, und muss anderseits beklagen, dass diese ungeheure Summe von Arbeit und Material nicht auf eine zweckmässigere Art verwendet wurde, in welchem Falle unsere Vorfahren uns

statt verwilderter Flussbette und versumpfter Umgebungen derselben, die erfreulichsten Flusszustände hätten vererben können, ohne sich irgend mehr anzustrengen, als geschehen ist, wiewohl zu der zweckwidrigen Anlage noch die Ausführung im sogenannten Gemeinwerke, dieser systematischen Vergeudung von Zeit und Arbeitskräften, kam.

Es erleidet somit, wie schon bemerkt, keinen Zweifel, dass ein zweckdienlicheres Wuhrsystem für ein ausgedehntes Gebirgsland von ausserordentlichem Nutzen sein muss und dass daher die Bemühung, ein solches so viel möglich auch bei Gemeindeflussbauten einzuführen, höchst verdienstlich wäre.

Bei der Besprechung dieses Systems darf ein höchst wichtiger Factor nicht übersehen werden. Wir haben es nämlich nicht blos mit Wasser zu thun, sondern mit den Geschieben, welche die meisten Gebirgsflüsse in grosser Masse führen. Ein Fluss, bei dem dies nicht oder in geringem Maasse der Fall, ist — wo nicht Eisgang ins Spiel kommt — leicht zu behandeln. Derselbe gräbt sich in der Regel selbst sein Bett und hat keine Ursache, dasselbe wieder zu verlassen, da diese Ursache nur darin bestehen kann, dass Geschiebe das Bett erhöhen oder ausfüllen und den Fluss aus demselben hinausdrängen. Auch das etwaige Uebertreten eines wenig Geschiebe führenden Flusses ist mit verhältnissmässig geringern Verwüstungen verbunden. Bei unsern sehr geschiebreichen Flüssen muss also das erste Augenmerk darauf gerichtet werden, dieselben zu Förderung des Geschiebes zu befähigen, damit sie sich ihre Bahn stets offen halten. Es ist so ziemlich allgemein bekannt und anerkannt, dass hiezu die Einschränkung der Flüsse auf ein gewisses Normalprofil das erste Erforderniss bildet, wenn man sich über das Warum auch nicht immer Rechenschaft gibt. Dieses Warum beruht aber auf dem Umstande, dass die Geschwindigkeit eines Flusses und damit seine Stosskraft um so

grösser ist, je kleiner der Umfang im Verhältniss zum Querschnitt d. h. der Höhe seines Profiles und je geringer daher die Reibung an Boden und Seitenwänden des Kanals ist. Dazu kommt noch der der Wassertiefe proportionelle Gewichtsverlust des Geschiebes. Die Einengung hat übrigens ihre nothwendige Grenze, indem dabei auf die Widerstandsfähigkeit des Bodens Rücksicht genommen werden muss, da man sonst nicht nur die Geschiebsförderung, sondern eine zu weit gehende Auswaschung der Sohle und damit den Einsturz der Seitenwände bezwecken würde. Was die Form dieser letztern betrifft, so würden dieselben zu möglichster Verminderung des benässten Umfanges senkrecht anzulegen sein und geschieht dies auch bei Holzeinfassungen oder an kleinern Kanälen auch bei Maueremfassung. Hingegen ist es bei Uferbekleidungen grösserer Flüsse zum Theil nothwendig, zum Theil wenigstens rathsam, Böschungen anzuwenden; ersteres z. B. aus konstruktiven Gründen bei bloser Bekleidung mit Rasen oder Steinpflaster, letzteres aber auch bei Wuhren aus grossen Steinen, deren senkrechte Aufführung konstruktiv möglich wäre.

Eine schwierige Aufgabe ist übrigens die Ausmittlung des richtigen Flussprofiles, wenn in der Gegend nicht etwa schon ein natürliches oder künstliches Normalprofil vorhanden ist.

Ebenso liegt eine grosse Schwierigkeit in dem ungemeinen Unterschied nicht nur zwischen dem niedrigsten und höchsten Wasserstande, sondern auch zwischen den noch stark Geschieb führenden Mittelwassern und den Hochwassern, indem das für letztere genügende Profil für erstere natürlich zu breit ist. — Es wird hierauf später zurückgekommen werden. — Selbstverständlich sollte das Profil, soweit keine andern Zuflüsse stattfinden, gleichmässig durchgeführt werden. Abweichungen davon müssen abnorme Vertiefungen bei verengten und Geschiebablagerungen bei erweiterten Stellen wegen des plötzlichen Wech-

grössern Drucke die vorerwähnte Gefährdung des konkaven Ufers noch erhöht werden würde.

Wenn über die bisher besprochenen zwei Haupt- und Fundamentalsätze der Einschränkung und Geradeleitung mindestens alle Gelehrten und auch alle Praktiker mit etwaiger Ausnahme irgend eines antediluvianischen Gemeindswuhrmeisters, einverstanden sind, — so gehen hingegen von hier weg die Meinungen betreffs des besten Wuhrsystems stark auseinander. Da gibt es Eiferer für das Traversensystem, andere für Parallelwuhren, bei letztern verlangen die einen Aufführung derselben über den höchsten Wasserstand, andere hingegen für den Beginn blos bis ans Mittelwasser. Auch bezüglich des Baumaterials hegen einige ganz ausschliessliche Ansichten, während andere tolleranter sind. Meine Ansichten über diese verschiedenen Punkte bestehen in folgendem.

Das Traversensystem fand vor einer Anzahl von Jahren grossen Beifall. Dasselbe besteht in einer Folge je in gewissen Distanzen paarweise einander gegenüber und senkrecht auf die Flussrichtung oder in einem gewissen Winkel flussaufwärts stehenden Querdämme, vorn mit verstärkten Köpfen und landwärts entweder an das höhere natürliche Terrain oder an einen parallel zur projektirten Flussrichtung laufenden Hinterdamm angelehnt. Dieses System schien in verschiedener Beziehung ungemeine Vortheile zu bieten, denn erstlich ermöglicht dasselbe durch die Rückbindung mittelst Querdämmen den Beginn einer Flusskorrektion an jeder beliebigen Stelle, dann hoffte man gleichzeitig mit der Hereinschwellung des Flusses in die ihm vorgezeichneten neuen Betten zu beiden Seiten desselben Auflandung zu erzielen; endlich sollte eine grosse Ersparniss damit erzweckt werden, indem ja die Quer- und allfälligen Hinterdämme blos aus Sand oder Kies, wie es sich eben an der

Stelle fand, zu bestehen und nur die vom Wasser bestrichenen Köpfe nach Material und Konstruktion fester zu sein brauchten.

Allein die Erfahrung bestätigte diese Vorzüge nicht. Schon die regelmässige Einströmung in die Korrektionslinie beim Beginn derselben liess sich bloss durch Hereinstauung durchaus nicht erzwingen. Vielmehr zeigte sich's, dass der Fluss so zu sagen immer die Einmündungsöffnung abwechselnd nach der einen oder der andern Seite verfehlte, wobei er direkt gegen den Kopf, hinter denselben oder in kleinerer oder grösserer Entfernung von denselben gegen den Querdamm anprallte, dort gewaltsam aufgehalten und gegen die Mündungsstelle hingedrängt werden musste. Dies gab nun fürchterliche Brandungen und Wirbel und daher Auskolchungen, denen nicht einmal die Köpfe und daher noch viel weniger die Dämme zu widerstehen vermochten, da diese nur auf den Wasserdruck, aber auf keine Strömung berechnet waren, während sich diese im Widerspruch mit der gemachten Supposition nun längs derselben in sehr heftiger Weise einstellte. Auch nachdem der Fluss irgendwie in die Einmündungsöffnung hineingenöthigt worden, zeigte er sich regelmässig durchaus ungeneigt sich durch die stellenweisen Einklammerungen mittelst der vorerwähnten Querdämme zur Annahme einer geraden Richtung zwischen diesen Stellen bestimmen zu lassen, vielmehr fiel er von dieser sogleich nach Passirung der eingeschränkten Stelle nach rechts oder links ab, um die Umtour an den ebenfalls bloss auf stillstehendes Stauwasser berechneten Hinterdämmen und nächstfolgenden Querdämmen zu machen und sowohl hier als am nächsten Traversenpaare durch Querströmungen, Wirbel und die Wucht des Anprallens wieder das gleiche Unheil anzustellen, wie bei der obersten Einmündungsstelle, und so fort durch die ganze Linie. So wurde die dem Fluss vorgezeichnete Richtung von demselben bloss kreuz und quer traversirt und statt der in derselben be-

absichtigten Austiefung des Flussbettes zeigten sich gegentheils gerade in demselben die grössten Kiesbänke, während die hinterliegenden Becken ausgewühlt wurden. Am Schlimmsten stand es dabei aber mit der gehofften Ersparniss, denn während so heftigen Querangriffen, bei denen sich gar keine Unterwaschungsgränze bestimmen lässt, die festesten, ja kolossalsten Konstruktionen auf die Dauer nicht zu widerstehen vermochten, kam noch der fatale Umstand hinzu, dass entgegen der gemachten Voraussetzung nicht bloss die Traversenköpfe, sondern auch die Querdämme mitunter auf ihrer ganzen Länge und sogar, wie bemerkt, auch die Hinterdämme in's Treffen kamen und daher auch armirt werden mussten, wenn sie widerstehen sollten. Es ist an Beispielen mit unwiderlegbaren Zahlen nachweisbar, dass auf diese Art durch Jahre und Jahrzehnte fortgesetzte Kämpfe mit den dazu erforderlichen unaufschieblichen Noth- und Wiederherstellungsarbeiten ohne an's endliche Ziel zu gelangen, Summen erforderten, welche genügt hätten, um den Fluss an einem viel weiter oberhalb liegenden natürlichen Anbahnungspunkte zu fassen und ihn von dort bis zum Beginn des Traversensystems und durch dasselbe hindurch mit fortlaufenden Parallelwuhren einzuschränken. — Die Gründe für diese schlechten Erfolge des Traversensystems ergeben sich aus den oben entwickelten Bedingungen für die Geschiebsförderung, unter welchen namentlich eine fortlaufend gleichmässige Einschränkung als unerlässlich erwähnt wurde, da das Gegentheil nothwendig Schwankungen im Laufe und Geschiebsablagerungen zur Folge haben muss. Dabei erklärt sich die Geschiebsablagerung gerade in der projektirten Flussrichtung einfach dadurch, dass das Wasser, nachdem es die eingeengten Stellen passirt hat und also durch nichts mehr zusammengehalten wird, sich ausbreitet und damit sofort aus Mangel an

Kraft zur Weiterförderung des Geschiebes dieses fallen lässt und sich somit selbst den Weg verlegt.

Das Traversensystem nach der ursprünglichen Idee bewährte sich somit keineswegs und wenn dasselbe noch heute hie und da empfohlen wird und zwar für Gebirgsflüsse mit vielem Geschiebe, so kann das nur aus gänzlichem Mangel an Erfahrung geschehen. Damit will keineswegs gesagt werden, dass Traversen unter keinen Umständen Anwendung finden können. Gegentheils ist man mitunter genöthigt, sich derselben zum Behuf der Rückbindung an das höhere Terrain zu bedienen. Auch ist es in manchen Fällen zweckmässig, hie und da mittelst einer Traverse einen Querabschluss von der aus Parallelwuhren bestehenden Uferlinie bis an das rückwärts liegende höhere Terrain zu bilden. Nebstdem giebt es noch eine andere Art ebenfalls empfehlbarer Traversen, von denen noch die Rede sein wird.

Nachdem das Traversensystem somit beseitigt wäre, kommen wir an die Parallelwuhren.

Es ist schon aus dem oben Gesagten ersichtlich, dass fortlaufende nach Richtung und Profil kunstgerecht angelegte Wuhren die erwünschte Wirkung haben werden. Auch wird es nichts nützen, die Kosten solcher ununterbrochen fortlaufender Wuhrbauten als Einwurf gegen das System geltend machen zu wollen, da Intervalle einmal vom Uebel sind und einzelstehende Werke schliesslich noch mehr kosten als eine fortlaufende Wuhrlinie. Indem aber die Parallelwuhre als das einzige Zweckdienliche anerkannt werden, so ist noch zu ermitteln, ob dieselben über den höchsten Wasserstand oder nur auf den mittleren zu bauen seien. Unter manchen Umständen ist dies für sich klar. Denn wenn unmittelbar hinter der Wuhrlinie eine Strasse, bebaute Felder, ein Dorf etc. liegt, so darf man natürlicher Weise das Wuhr unter keinen Umständen übersteigen lassen, und versteht

sich also von selbst, dass dasselbe über den höchsten Wasserstand gebaut werden muss. Anders stellt sich die Frage bei der Korrektion eines verwilderten Flusses. Hier bin ich ganz entschieden dafür, anfänglich bloss auf die Mittelwasserhöhe zu bauen und die Hochwasser übertreten zu lassen. Denn bei dieser Bauart wird bei Hochwassern das schwere Geschiebe sich im Kanal fortbewegen, das feinere Geschiebe aber seitlings ausgeworfen und über die Sand- und Kiesfläche ausgebreitet werden. Um diese Wirkung zu vervollständigen, ist die Anwendung niedriger Querdämme aus groben Flussgeschieben, vulgo Flussbollen, sehr zweckmässig. Ueber diese können die ausgetretenen Ueberwasser hinwegströmen, ohne sie zu beschädigen, während sie in den so gebildeten Becken besagtes feines Geschiebe deponiren, so dass oft bei einem einzigen Hochwasser eine Verlandung erzielt wird, wie sie bloss mittelst Anschlemmungskanälen kaum in Jahren bewirkt werden kann. Baut man hingegen von Anfang über den höchsten Wasserstand und schliesst somit den Fluss von dem hinterliegenden gewonnenen Lande aus, so bleiben die alten Flussrinnen, auch Kiesthäler genannt, unausgefüllt und die hohen Kiesbänke steril wie früher. Während also beim ersten Verfahren das hinterliegende Terrain erhöht und schön ausgeebnet und mit einer Decke von Bollen überzogen, sich bald mit Vegetation bekleiden wird, bleibt es beim andern tief, uneben und steril. In vielen Fällen ist es später gar nicht mehr möglich, diesem Uebelstande abzuhelfen, wo aber auch mittelst Anschlemmungskanälen nachgeholfen werden kann, wird damit selten oder niemals ein ganz vollständiges Resultat erzielt werden, nebstdem gehen aber bedeutende Kosten auf und kostbare Jahre für die Kultivirung des Landes verloren. Man sollte glauben, diese Sache müsste jedermann einleuchten, um so mehr, als obige Behauptungen an naheliegenden Beispielen nachgewiesen werden können, und

dennoch ist dies nicht allgemein der Fall und es wird, wie ich glaube, aus Befangenheit in der bisherigen Uebung und namentlich um nicht eine gewohnte Konstruktionsweise aufgeben zu müssen, noch vielfach von Anfang über den höchsten Wasserstand gebaut. Wenn man nämlich die Hochwasser über die Wuhren fallen lassen will, so dürfen letztere natürlich nicht eine Anlehnung besitzen, welche in solchem Falle nicht zu widerstehen vermöchte. Nun ist es aber ein sehr gewohntes und auch in manchen Fällen sehr zweckdienliches Verfahren, zuerst in der Wuhrlinie einen Hinterdamm aus blossem Kies und Sand aufzuwerfen und diesen als Anlehnung für das Wuhren, beim Bau aber gleichzeitig als Strasse für den Transport des Steinmaterials, mit welchem die flusswärts gerichtete Böschung bekleidet wird, zu benutzen. Ein solcher Hinterdamm würde bei Ueberströmung natürlich nicht widerstehen. Wohl wäre dies aber der Fall, wenn man statt Kies und Sand gröberes Geschiebe, die schon erwähnten Bollen, anwenden und etwa noch mit Faschinen nachhelfen würde. So könnte man das hier empfohlene System anwenden, ohne der im Hinterdamm für die Ausführung gebotenen Bequemlichkeit zu entbehren. Dass solche Hinterdämme von Bollen bei heftiger Einströmung sehr gut widerstehen, kann ebenfalls in Beispielen nachgewiesen werden. Ein Einwand gegen die Anlage der Wuhren unter Hochwasser besteht auch darin, dass nach Ableerung der Ueberwasser die zurückbleibende Wassermasse nicht mehr genüge, um das schwere Geschiebe zu fördern und daher der Kanal verstopft werde. Dagegen ist zu bemerken, dass es bloss darauf ankommt, je nach der Natur des Flusses das richtige Mass einzuhalten, denn absolut ist dieser Einwurf erfahrungsgemäss nicht richtig.

Erwähnt muss indessen noch werden, dass an manchen Stellen, z. B. in scharfen Kurven oder wo überhaupt aus irgend

welchen Gründen eine heftige Anströmung gegen das Wuhr stattfindet, eine streckenweise Erhöhung desselben über den höchsten Wasserstand nothwendig werden kann, weil sonst wegen der Heftigkeit der Ueberströmung einestheils das Wuhr abgeblättert, anderseits zu grobes Geschiebe in das hinterliegende Becken geworfen und hingegen wegen der Heftigkeit der Strömung das Feinere aus demselben mit fortgerissen werden kann. Diese Umstände können aber da niemals eintreten, wo der Fluss in gerader Linie oder in sanften Kurven fliesst, denn hier findet das Uebertreten der Ueberwasser durchaus ohne Heftigkeit, ohne Ausübung eines starken Stosses statt und zwar um so mehr, als der hinterliegende Raum sich auch mit Wasser füllt, welches gegen das nachdringende einen Gegendruck ausübt.

Bevor zur Frage über die Wahl der Baumaterialien, spezielle Wuhrkonstruktion etc. übergegangen wird, muss noch ein anderer wichtiger Punkt berührt werden. Es ist oben von der zweckmässigsten Richtung und dem zweckmässigsten Querprofile gehandelt worden, hingegen das Längenprofil fand noch keine Erwähnung. Dieses Längenprofil, nämlich die Gefällslinie, ist bei einem verwilderten Flusse sehr unregelmässig und wird dadurch dessen Gefährlichkeit in hohem Grade vermehrt. Es ist jedermann erinnerlich, an solchen Flüssen beobachtet zu haben, dass sie streckenweise sehr sanft fliessen und dann plötzlich eine rapide Geschwindigkeit annehmen. Es kommt dies natürlich davon her, dass abgelagerte Geschiebsbänke eine Schwelle über das ganze Flussbett bilden, durch die der Fluss streckenweise gestaut wird, um dann am untern Ende mit einem Gefäll und daheriger Geschwindigkeit von derselben hinabzustürzen, die dem Mehrfachen seines Durchschnittsgefälls entsprechen.

Da diese Abstürze gewöhnlich gegen ein Wuhr stattfinden, weil sich dort, wie oben erwähnt, Auskolchungen zu bilden

pflegen, so geht dasselbe unter der Gewalt dieses Angriffes gewöhnlich zu Grunde, wenn es auch für den betreffenden Fluss bei normalem Zustande mehr als stark genug gewesen wäre. Die Bildung eines regelmässigen Längenprofils muss der Hauptsache nach dem Fluss überlassen werden, nachdem er durch die Einschränkung und Geradeleitung dazu befähigt worden ist. Indessen kann dadurch sehr wesentlich nachgeholfen werden, dass nach jedem grössern Wasser die durch dieselben wieder in der Sohle bloss gelegten schweren Geschiebsmassen herausgezogen werden, wodurch man gleichzeitig ein sehr brauchbares Material für Hinterdämme und sonstige Uferversicherung erhält. Auch ist es sehr zweckmässig, die Ränder der vorhandenen Bänke wiederholt senkrecht abzugraben, in Folge dessen sie dann leichter in Abbruch gerathen und weggeschwemmt werden.

Ein besonderes Kapitel in Bezug auf die Regulirung der Flussgefälle bilden dann die Störungen durch geschiebweise Zuflüsse, resp. Beseitigung der nachtheiligen Wirkung derselben. Diese Zuflüsse schieben sehr häufig ihre Schuttkegel bis an den ihrer Herkunft entgegengesetzten Bergabhang vor und bilden so eine Thalschwelle, durch die der Hauptfluss zurückgestaut wird, daher er sein Geschiebe nicht mehr vorwärts bringt und gänzlich verwildert. Diese Wirkungen sehen wir besonders an solchen Flüssen, welche selbst ein schwaches Gefäll haben, während der Zufluss mit sehr starkem Gefäll an sie stürzt. Als Beispiel ist der Inn im Oberengadin anzuführen, der solche Stauungen durch den von den Berninagletschern herkommenden Flaz, durck den Beverser- und den Camogaskerbach erleidet. In solchen Fällen ist meist die Regulirung des Hauptflusses nicht zu erzielen ohne dass gleichzeitig das der Ausgleichung seines Gefälls entgegenstehende Hinderniss durch eine möglichst unschädliche, nämlich spitzwinklichte Einmündung des Nebenflusse

beseitigt wird. Manchmal wird es möglich sein, bloss durch Zusammenfassung des Flusses auf einer längern Strecke oberhalb der Einmündungsstelle demselben die nöthige Stosskraft zur Bewältigung des Nebenflusses zu geben, — jedenfalls ist diese Zusammenfassung immer noch neben der Einmündungsregulirung nothwendig.

Bei der Wahl des Baumaterials und Festsetzung der Wuhrkonstruktion bildet natürlich die erste Rücksicht die für den Bestand des Werkes erforderliche Solidität, die zweite aber der Kostenpunkt. Denn wenn einestheils die Kosten eines unhaltbaren Werkes immer zu gross sind, von wie geringem Betrage sie auch sein mögen, so wird anderseits auch mit einem Werke kein eigentlicher Nutzen erzielt, dessen Kosten ausser Verhältniss zu dem damit erreichten Vortheile stehen. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass an einem reissenden und schweres Geschiebe führenden Gebirgsflusse schwere Bruchsteine das beste Baumaterial bilden, und daher ist dieses Material, wo es mit irgend verhältnissmässigen Kosten beigebracht werden kann, entschieden zu empfehlen. Der Vortheil so schweren Materials besteht nämlich darin, dass wenn auch die Konstruktion des ganzen Werkes z. B. durch Unterwaschung aufgelöst wird, desshalb noch nicht alles verloren ist, indem diese grossen Steinmassen in der Regel vom Flusse nicht fortgeführt werden, sondern an der nämlichen Stelle versinken und so ein Fundament bilden, auf das ein neuer Steinbau nur um so solider aufgeführt werden kann. Auch wird mit so grossem Material ein besserer Verband im ganzen Werke erzielt. Allein die Schwierigkeit des Bezugs, nämlich die Kostspieligkeit desselben, kann es nothwendig machen, das Werk bloss theilweise aus solchem oder auch ganz aus anderm Material zu bauen. In solchen Fällen wird es, wie schon oben angedeutet, vortheilhaft sein, den eigentlichen Körper aus groben Flusssteinen zu

erstellen und denselben bloss mit einer Bekleidung und Vorlage von Bruchsteinen zu versehen. Nach meiner Erfahrung ist eine solche Konstruktion bei bloss parallelem Streichen zum Flusse in den meisten Fällen durchaus genügend, und wäre es daher nicht gerechtfertigt, sich auf ausschliessliche Verwendung von Bruchsteinen kapriziren zu wollen, wo diese nur mit sehr grossen Kosten beschafft werden können. Aehnlich verhält es sich mit der Anwendung von Faschinen. Ich würde auch die Faschinaden fast überall lieber durch Steinwürfe ersetzen. Allein wo die Bruchsteine fehlen oder zu theuer sind, bilden auch die Faschinaden ein sehr zweckmässiges Baumaterial, wo man in tiefes Wasser bauen kann, so dass voraussichtlich auch bei späterer Vertiefung des Flussbettes der grösste Theil der Faschinade unter Wasser bleibt. Denn so lange das der Fall ist, bleibt die Faschinade gesund, und eine gut konstruirte Faschinade widersteht, wenn sie auch bloss mit Flusssteinen bedeckt ist, jedem Hochwasser, immer vorausgesetzt, dass von Parallelwuhren und nicht von isolirten, dem ganzen Anprall des Flusses ausgesetzten Werken die Rede sei, welche auf die Länge eigentlich bei keiner Konstruktion aushalten. Der Wasserbaumeister muss sich also bei der Wahl des Materials mit Verstand nach den Umständen richten, das Beste nehmen was zu haben ist, hingegen wo es mit verhältnissmässigen Kosten nicht beschafft werden kann, vom weniger Guten den möglichst zweckmässigen Gebrauch machen.

Die Konstruktion und Form der Werke ist, wie schon oben angedeutet, wesentlich vom Material abhängig. Zwar könnte z. B. eine Wuhrmauer aus grossen Steinen senkrecht aufgeführt werden und wäre dies, wie schon gesagt, für die Geschwindigkeit und somit die Stosskraft des Flusses das Zweckmässigste. Allein für die Haltbarkeit des Werkes wäre es dies nicht. Denn die vermehrte Geschwindigkeit am Ufer würde um so

mehr die Unterwaschung, diese aber den Einsturz herbeiführen, weil bei senkrechter Stellung die Last des ganzen Werkes auf diese unterwaschene Stelle drücken würde; während hingegen bei einer flachen Böschung nebst der dadurch verminderten Unterwaschungsgefahr auch für den Fall, dass diese dennoch eintritt, das Werk desshalb meist keinen grossen Schaden nimmt, weil seine Last nach rückwärts liegt und daher nicht auf die unterwaschene Stelle wirkt. Gewöhnlich sinken daher nur die untern Steine nach und verhindern gerade indem sie den Kolk bekleiden, das weitere Umsichgreifen der Unterwaschung. Um steile Böschungen anzuwenden, wäre es unerlässlich, das Fundament bis unter die muthmassliche ausgeglichene Flusssohle zu legen. Da aber ein verwildertes Flussbett in der Regel viel höher liegt, so könnte eine solche Fundirung nur mit ganz unverhältnissmässigen Kosten erzielt werden, und ist es daher durchaus besser, eine Wuhrform zu wählen, welche durch die unvermeidlich eintretende Vertiefung des Flussbettes nicht so sehr in ihrem Bestande gefährdet wird und bei welcher in diesem Falle durch Nachfüllungen oder Vorlage besser wieder nachgeholfen werden kann. Meist ist es auch bei Bruchsteinwuhren zweckmässig, $1^1/_2$ füssige Böschung anzunehmen, um so mehr natürlich bei blossem Pflaster oder Berollung mit Flusssteinen.

Bekanntlich kann dem Einsturze zufolge Unterwaschung auch durch Anwendung eines Schwellrostes entgegengewirkt werden; allein wenn derselbe nach eingetretener Senkung des Flussbettes sich nicht nachsenkt, sondern hohl stehen bleibt, so ist man verlegen, wie ihn unterbauen und ist es daher gerathener, diese Fundamentirung nur an sehr im Angriffe liegenden Punkten und bei sehr grossem Gefälle anzuwenden.

Es ist oben der Schwierigkeit Erwähnung gethan worden, welche die Ungleichheit der Wasserstände mit sich bringt. Die flachen Böschungen helfen diesem Uebelstande wegen der koni-

schen Form, die das Profil dadurch erhält, in etwas ab. Es wäre aber wünschbar, dies in höherm Maasse erzwecken zu können, damit das Wasser auch bei niedrigem Stande zusammengehalten und zu Förderung des Geschiebs befähigt würde. Es wurde dies mitunter mittelst niederer Steinsporen, welche von den Parallelwerken senkrecht mit abnehmender Höhe gegen die Mitte des Flussbettes laufen versucht; sie wirkten aber sehr nachtheilig auf den Flusslauf und erforderten viele Reparaturen, wie dies auch sehr natürlich erscheint, wenn man bedenkt, was die schnell abwechselnde Verengung und Erweiterung des Profils für eine pulsirende Bewegung im Flusse hervorbringen muss.

Zweckmässiger ist ohne Zweifel in der Mitte ein bloss auf das Mittelwasser berechnetes Profil zu erstellen, neben diesem auf beiden Seiten eine Berme von gewisser Breite und erst hinter dieser den Hinterdamm, so dass sich die Hochwasser über die Bermen ausdehnen können. Auf diese Weise ist der mit der Engadinerstrasse gebaute Innkanal bei Ponte angelegt worden, der sich sehr gut bewährt hat. Bei grössern und reissendern Flüssen ist die Anwendung dieses Profils schwieriger, aber ich halte es immerhin für ausführbar und dann jedenfalls vortheilhaft.

Blicken wir auf das Gesagte zurück, so erscheinen als die wichtigsten Punkte bei einer Flusskorrektion erstens: eine sichere Anlehnung bei deren Beginn, so dass keine Umgehung derselben oder Querströmungen gegen dieselbe stattfinden können, sodann gerade Richtung oder doch möglichst sanfte Kurven und Einengung auf das richtige Profil, ferner anfängliche Nichtausschliessung der Ueberwasser Behufs beschleunigter Verlandung und möglichste Nachhülfe bei der Austiefung des Flussbettes, endlich möglichst solide Konstruktion der Wuhren bei flacher Böschung. Auch ist anzureihen eine mit den erzielten Wir-

kungen immer Schritt haltende successive Ausführung des ganzen Korrektionswerkes.

Ob diese Ausführung in der Flussrichtung von oben nach unten oder umgekehrt von unten nach oben fortzuschreiten habe, wird von Manchen ganz mit Unrecht unbedingt in letzterm Sinne beantwortet, als ob diese eine unumstössliche Fundamentalregel bilden würde. Schon die unerlässliche Nothwendigkeit, die Korrektionslinie vor Umgehung, die doch nur von oben her kommen kann, zu sichern, weist auf den Beginn der Ausführung an der obern Grenze einer gewissen Flusssektion hin. Dann verursacht aber auch das zur Austiefung des neuen Flussbettes benuzte Material weniger Schwierigkeit, wenn die Arbeiten in dieser Richtung fortschreiten. Denn im umgekehrten Falle, wo also die untere Kanalstrecke zuerst fertig wäre, müsste alles von der obern Strecke kommende Material wieder durch diesen schon fertigen Kanal durchgetrieben werden, was diesem möglicherweise wieder Nachtheil bringen kann. Beim erstern Verfahren hingegen tritt nicht nur dieser Uebelstand nicht ein, sondern erreicht man einen weitern Vortheil dadurch, dass das von der obern Kanalstrecke kommende Material, indem es gegen eine noch uneingedämmte Flussstrecke abgeschwemmt wird, dort zu gutem Theil ausser der künftigen Flussbreite liegen bleiben, also eine mögliche Verlandung bewirken und daher auch zu keinen Zeiten die untere Gegend mehr belästigt wird, während umgekehrt beim Baubetrieb von unten nach oben der ganze Kubikinhalt des neuen Kanals dem untern Flussgebiet zugeschickt werden muss. Als allgemeiner Grundsatz müsste daher jedenfalls sowohl innert einer einzelnen Flusssektion als in einem ganzen Flussgebiet die Ausführung der Korrektion von oben nach unten und nicht umgekehrt aufgestellt werden. In Wirklichkeit aber wird keine von beiden so strikte eingehalten, sondern gleichzeitig an verschiedenen Stellen gearbeitet werden,

wie es der augenblickliche Flusslauf mit Rücksicht auf konvenable Ausführung, oder die Sicherung besonders gefährdeter Stellen oder auch die Anforderung verschiedener Interessenten mit sich bringt und etwa vorhandene Anlehnungspunkte es gestatten. Die Hauptregel, die namentlich auch unsern Gemeinden nicht genug empfohlen werden kann, ist neben der Annahme regelmässiger, keine Angriffspunkte bietender Wuhrrichtungen, alle Arbeiten nur auf diesen Richtungen auszuführen und sich nicht durch meist nichtige Gründe bestimmen zu lassen, nebenher noch Material und Arbeitskräfte an Ausflickung alter Wuhren oder an sogenannte ausser der Linie liegende provisorische oder Notharbeiten zu verschwenden. Wenn letztere auch nicht immer vermieden werden können, so ist es doch nicht möglich, sie auf die Wuhrlinie zu stellen, und in diesem Falle soll dies, wenn sie auch von noch so mangelhafter Konstruktion wären, immer geschehen, um so schnell als möglich die ganze Korrektionslinie zu besetzen und damit die Wirkung zu erzielen, welche eben nur durch längere Wuhrstrecken und niemals durch einzelstehende Werke erzielt werden kann. Es ist daher auch sehr unzweckmässig und Seitens der leitenden Personen sehr unverdienstlich, solche einzelne Werke in übermässiger Stärke zu erstellen und damit die Kräfte oder Mittel zu konsumiren, welche genügt hätten, um eine längere Linie genügend fest auszuwuhren, — und doch kommt auch dieser Fehler häufig vor.

Woran es bei uns aber ferner meistens fehlt, ist die nach dem oben Gesagten durchaus nothwendige Uebereinstimmung der Arbeiten an beiden Ufern, die sich nicht nur auf die Wuhrrichtung, sondern auch auf die Zeit der Ausführung beziehen sollte. Auch sind noch gewisse unscheinbare Arbeiten zu erwähnen, mit denen wesentlicher Nutzen geschafft und namentlich grosser Schaden abgewendet werden kann, die aber dennoch leider meist versäumt werden. Es ist darunter nicht nur

die sofortige sorgfältige Ausbesserung auch der kleinen Schäden an den Wuhren verstanden, sondern namentlich auch die schon oben erwähnte Nachhülfe bei der Austiefung des Flussbettes. Oft folgen sich mehrere günstige, ich möchte sagen friedliche Jahre, in denen keine verheerenden Hochwasser mit den sie begleitenden grossen Geschiebseruptionen stattfinden; solche waren z. B. die zweite Hälfte der abgelaufenen fünfziger Jahre. In solchen Zeiten waschen die Flüsse sich ihre Betten aus, sie graben, aber häufig vermögen sie die zu Tage gebrachten grössern Flusssteine nicht fortzuführen oder auch eine ganze ihnen im Wege liegende Bank schweren Geschiebes nicht zu bewältigen. Man muss daher solche Steine aus dem Flussbette herausziehen, namentlich auch diejenigen, welche den Rand besagter Bänke bekleiden, also befestigen und diese Arbeit wiederholen so oft der Fluss wieder solche Steine blosgelegt hat. Auf diese Art wird derselbe befähigt, nach und nach sein Bett gehörig zu vertiefen und zu erweitern und auch die einem regelmässigen Laufe im Wege liegenden Hindernisse zu beseitigen, während zugleich mit den ausgezogenen Steinen zusammenhängende Hinterdämme gebildet werden. Verfährt man bei diesen Arbeiten konsequent nach einem bestimmten Plane, namentlich nach einer angenommenen regelmässigen Richtung, so wird man damit in wenig Jahren ohne wesentliche Anstrengung grosse Resultate erzielen. Wenn man allgemein wüsste oder bedächte, von welcher ungemeinen Wichtigkeit es zu Zeiten von Hochwassern ist, dass ein Fluss seine offene regelmässige Bahn habe, indem nur ein tiefer liegender Bock genügen kann, um eine sich heranwälzende Geschiebsmasse zum Stehen zu bringen und dadurch den Fluss mittelbar zu veranlassen, seitwärts auszubiegen und aus seinem dadurch zudem erhöhten Bette auszubrechen; sowie ferner, dass die das Flussbett verengende Bank häufig mehr Widerstand zu leisten vermag, als

das Ufer daneben und daher das Hochwasser, welches zwischen beiden nicht den nöthigen Raum findet, sich in diesem Falle denselben nothwendig gegen letztern hin verschaffen, d. h. das Ufer abreissen wird, — so würde man so leichte und mögliche Arbeiten nicht in dem Maasse vernachlässigen, wie es wirklich geschieht.

Uebrigens sind in unserm Kanton in neuerer Zeit sowohl vom Kanton selbst als von einzelnen Gemeinden sehr namhafte und gelungene Uferbauten und zusammenhängende Flusskorrektionen ausgeführt worden, worunter namentlich die Korrektionen des Rheins im Domleschg, bei Chur und bei Maienfeld, die der Landquart zwischen Grüsch und Schiers und zunächst ihrer Mündung in den Rhein, die Bewuhrung der Moesa an verschiedenen Stellen und besonders zwischen Roveredo und St. Vittore, die Kanalisirung des Inn bei Ponte und des Poschiavino beim Orte Poschiavo zu nennen sind, — einer grossen Menge zum Schutze der Strassen und zu andern Zwecken angelegter einzelner Wuhren nicht zu gedenken.

Diese Werke sind auch von sehr bemerkbarer Wirkung, denn unbestreitbar verursachten noch vor wenigen Jahren Hochwasser von gleicher Stärke viel mehr Schaden und z. B. Störungen der Passage auf unsern langen, meistens den Flüssen folgenden Strassenzügen, was denn doch nicht bloss dem glücklichen Zufalle zugeschrieben werden darf.

Als einen sehr wichtigen Theil des Wasserbaues im Gebirge erwähne ich hier zum Schlusse noch in Kürze der Rüfenverbauungen. Ohne Zweifel wäre es die rationellste Abhülfe für die grossen Uebel, welche das massenhafte Geschiebe unserer Flüsse verursacht, wenn man die Quellen dieses Geschiebes stopfen, nämlich die Ablösung desselben verhindern hönnte, und bekanntlich ist dies der Zweck besagter Verbauungen. Bisher ist diessfalls derselbe freilich bloss zum wesentlichen Nutzen ein-

zelner Lokalitäten erreicht worden und dürfte es noch als eine offene Frage zu betrachten sein, ob für einen Fluss von so ausgedehntem, in huntertfältige Verzweigungen auslaufendem Gebiete wie z. B. der Rhein, eine namhafte Verminderung des Geschiebs dadurch denkbarer Weise erzielt werden könne. Jedenfalls wäre dies in solcher Ausdehnung eine Unternehmung, welche die Mittel und auch das Interesse des Gebirgslandes selbst, in dem die Geschiebsquellen liegen, weit übersteigen und zudem daher eine viel weiter gehende Betheiligung nöthig wäre. Anderseits ist allerdings richtig, dass es einzelne Geschiebszuflüsse von so überwiegender Bedeutung giebt, dass deren alleinige Verbauung für das ganze betreffende Flussgebiet von wesentlichem Nutzen sein dürfte, wie z. B. für den Rhein ganz besonders die der Nolla, wesshalb es im Interesse auch der tiefer liegenden Gegenden liegen möchte, zur Ermöglichung einer einzelnen solchen Verbauung in grösserem Massstabe mitzuwirken.