

# **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

## **Von den Überschwemmungen**

**Sonklar, Karl von**

**Wien, 1883**

III. Mittel der Abwehr

### III.

## Mittel der Abwehr.





## Mittel der Abwehr.

Von mehreren Seiten wurde ich aufgefordert, meine Ansichten über die Vorkehrungen auszusprechen, welche zu treffen waren, um den Ueberschwemmungen im Gebirge zu begegnen, d. h. um entweder ihre Entstehung zu verhindern, oder, wenn dies nicht möglich, um ihre schadlichen Wirkungen auf ein geringeres Mass herabzusetzen.

Bei dieser Gelegenheit hat man an meine Vertrautheit mit dem Gebirge und an meine langjährigen Studien über die Natur und die mannigfaltigen Erscheinungen desselben gedacht; man war so freundlich, darin einen Titel zu finden, der mich berechtigen soll, über eine Frage zu sprechen, über welche reiflich nachzudenken mir vor den traurigen Ereignissen des vergangenen Jahres ziemlich ferne lag. Wenn ich nun im Nachstehenden jener Aufforderung dennoch Folge leiste, kann ich mich wohl nur auf die Mittheilung desjenigen beschränken, was mir, nach meiner Einsicht in die im Gebirge waltenden Naturkräfte und nach meiner Erfahrung, als gut und zweckdienlich erscheint.

Die Vorkehrungen gegen Ueberschwemmungen sind theils Massregeln der Vorbeugung, theils Anstalten der Abwehr. Jene haben den Zweck, die Entstehung von Ueberschwemmungen, so weit es möglich, zu verhindern oder letztere abzuschwächen; diese sollen den Gefahren ausgebrochener Ueberschwemmungen nach Thunlichkeit begegnen.

Was die erstere Classe von Massregeln betrifft, so muss zuerst der Satz ausgesprochen werden, dass es gar keine anwendbaren Mittel giebt, um das zeitweilige Auftreten von Ueberschwemmungen zu verhindern. Diese hängen hauptsächlich von der Masse und von der Dauer der atmosphärischen Niederschläge ab, welche beide oft so bedeutend sind, dass sie allen menschlichen Schutzmitteln spotten. Wenn Wochen und Monate lang die Schleussen des Himmels offen stehen, wenn Boden und Vegetation von

Nässe gesättigt und alle in Voraus errichteten Ableitungsgraben und Sammelbassins mit Wasser gefüllt sind, muss der Wasserertrag der nachfolgenden Regengüsse endlich doch in die Thäler abfliessen und sich auf dem Grunde derselben zu gefährlichen Massen ansammeln. Was daher die Massregeln der Vorbeugung zu leisten im Stande sind, wird sich einestheils auf die Aufsaugung und dadurch Verminderung des von den Berghängen abfliessenden Wassers, und andernteils auf die Verlangsamung dieses Abflusses durch vermehrte Reibung mit dem Boden beschränken müssen.

Diese Verlangsamung aber wird die rapide und massenhafte Ansammlung der Wasser auf den Thalsohlen, die wir schon früher (Seite 55) als die gefährlichste Folge grosser Regengüsse im Gebirge darstellten, mehr oder weniger verhindern. Es ist klar, dass es einen grossen Unterschied in der von einem Flusse erreichbaren Wasserhöhe machen wird, ob sich ein gegebenes, auf das Gebiet dieses Flusses herabgefallenes Quantum Regenwasser, in einem oder in zwei bis drei Tagen in dem Bette desselben ansammelt. Denn nicht die Menge des in der Zeit abfliessenden Wassers, sondern die von demselben im Flussbette wenn auch nur momentan erreichbare grosse Höhe ist das Gefährliche an der Sache. Ergiebt sich, beispielsweise gesagt, bei dem Abflusse in einem Tage eine Wasserhöhe von 6 Mtr. über dem Normalstande, so wird sich diese bei einem Ablauf in zwei Tagen auf ca 3, und in drei Tagen auf ca. 2 Mtr. reduciren; ein Wasserstand von 6 Mtr. aber wird zu einer vielleicht sehr argen Ueberschwemmung führen, jener von 3 und 2 Mtr. jedoch nur allenfalls ein hohes oder mittleres Hochwasser sein.

Unter allen Mitteln, die Aufsaugung eines Theiles der atmosphärischen Niederschläge, so wie die Verlangsamung des Wasserablaufs zu erreichen, ist die Aufforstung der nackten oder entwaldeten Berghänge entschieden das beste und vielleicht auch das einzige. Der erste, der auf dieses Mittel wissenschaftlich hingewiesen hat, war der französische Ingenieur Surell, und die Franzosen, welche in den letzten Decennien Milliarden, so wie die Schweizer, die vor kurzer Zeit 200 Millionen Franken für diesen Zweck votirten, haben den Werth der Walder auch in dieser Richtung anerkannt.

In einem der früheren Absätze dieser Abhandlung habe ich von der Einwirkung des Waldes, so wie der mit Vegetation be-

deckten Berghänge überhaupt, auf die Retention des Wassers und auf die Erschwerung des Wasserablaufs durch die ungeheuer potenzirte Reibung mit dem Boden, ziemlich umständlich gesprochen. Aber die entsprechende Bepflanzung steilerer Berghänge bietet noch den weiteren grossen Vortheil, dass sie den Boden bindet, die Vegetationskrume festhält, die Rutschterrains befestigt und den zersetzenden Einfluss der Atmosphärien auf die Felsunterlage fernhält. Dadurch wirkt sie hemmend auf die Zerbröckelung des Gebirges, auf die Entstehung von Bergstürzen und Erdschlipfen und auf die Vergrösserung jener Trummermassen (Schutthalden und Schuttkegel) ein, die das Material für die der Cultur so hochfeindlichen Murbrüche liefern. Diese aber sind es hauptsächlich, welche, besonders bei Ueberschwemmungen, die Flüsse in den' Thälern mit jenen Geschieben und Geröllen versorgen, die allenthalben die erodirende Wirkung des Wassers verstärken und auf den Thalflächen jene hundert Plagen erzeugen, die als Geröllbanke, Vermurungen, Verschüttungen, Flussbett-Erhöhungen, Stauungen u. dgl. bekannt sind.

Es giebt auch Feinde der Aufforstung. Diese mögen nun in ihrer Weise für das ebene Land plaidiren; wenn sie dies jedoch auch mit Rücksicht auf das Gebirge thun, dann kann behauptet werden, dass Keiner von ihnen ein höheres, felsiges Gebirge, namentlich die südtirolischen und julischen, die Schweizer- und die französischen Alpen je gesehen hat. Der Karst, der nicht einmal dem Hochgebirge angehört, ist wohl das abschreckendste Beispiel eines Zustandes, zu welchem die schonungslose Abholzung der Berge führen muss.

Allerdings wird die Aufforstung den Ueberschwemmungsgefahren nie ganz vorbeugen. Es hat nämlich zu allen Zeiten und ehe noch die Wälder verwüstet waren, und auch jetzt noch in gut bewaldeten Ländern, grosse und böartige Ueberschwemmungen gegeben; aber dennoch kann und darf nicht geleugnet werden, dass ein reichlicher Waldbestand sie an Zahl und Intensität verringern muss. Dies kann in einem gegebenen Falle durch Zahlen freilich nicht bewiesen werden, aber die Natur der Sache spricht dafür.

Nun, ein Staat von der finanziellen Armuth des österreichischen vermag in Beziehung auf Verbesserung seiner forestalen Verhältnisse freilich das nicht zu leisten, was andere Staaten zu leisten im Stande sind; aber er könnte wenigstens dafür sorgen, dass die bestehenden Wälder nicht weiter verwüstet und die Wiederherstellung der zer-

störten Waldbestände mit dem kategorischsten Imperativ angestrebt werde. Es giebt zu diesem Ende Gesetze genug, aber es fehlt an dem Ernste ihrer Ausführung. Der Fehler liegt in Tirol an der ungenügenden Controle über die Gemeinde- und Privatwälder, denen ungefähr 85 Procent der gesammten Waldarea des Landes angehören. Auch besteht ein sogenannter Fond für Wiederaufforstung; aber diese liegt in den Händen der Gemeinde-Organe, deren guter Wille und deren Thatigkeit in dieser Richtung nicht immer der Wichtigkeit des Gegenstandes entsprechen.

Es fehlt hier zu Lande am wenigsten an Stimmen, welche die fortschreitende Verschlimmerung der forstlichen Zustände besprechen und die Mittel angeben, wie dem Uebel gesteuert werden könnte. So liegt mir z. B. der Bericht eines k. k. Forstinspectorates vom 28. November v. J. vor, welcher, anlässlich der zwei grossen Ueberschwemmungen im letzten Herbste, die Massregeln bezeichnet, die vom forstlichen Standpunkte aus zu ergreifen wären, um ähnliche Ueberschwemmungen zu vermindern und dem Grundbesitzer einen festeren Schutz zu sichern. Da diese Vorschläge, wie mir scheint, dem Zwecke vollständig entsprechen und auch ausführbar sind, so erlaube ich mir, sie hier anzuführen:

1. Die Unterstellung und Bewirthschaftung sämmtlicher Privatwälder, wozu auch die Gemeindewälder gehören, unter die landesfürstlichen Forstorgane.

2. Die Bestellung eines entsprechenden und ausreichenden Forstwirthschafts- und Forstschutzpersonales, ohne welches die besten und bestdurchdachten Anträge stets nur fromme Wünsche, zum Nachtheile des Landes, bleiben würden.

3. Die Erklärung sämmtlicher steiler und gefährlicher Thalhänge als Schutzwald (Bannwald), in welchem die Holznutzungen zu regeln und die Ausübung der Weide nebst Benützung der Bodenstreu gänzlich einzustellen ist.

4. Die Wiederbewaldung der Hochlagen, welche der Waldcultur entzogen und als Alpenweide benützt werden, und Einstellung der Rodung von forstlichen Unkräutern, als: Alpenrosen, Wachholder etc. daselbst, zum Zwecke des Festhaltens der Niederschläge.

5. Die rasche Aufforstung sämmtlicher alter und neuer Blössen und die Bepflanzung der Hutweiden mit Heisterpflanzen.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Heisterpflanzen sind Holzpflanzen, die, in der Baumschule erzogen, jung ausgesetzt werden, um erst nach einigen Jahren zu jungen Bäumen aufzuwachsen.

6. Die Verbauung der gegenwärtig bestehenden Brüche und Muren durch geeignete Schutzbauten und Pflanzungen.

7. Die Einführung eines rationellen Betriebes in den Legfohren- und Alpenerlenbeständen, mit Festsetzung eines bestimmten Turnus für beide Holzarten und Anwendung von Plenter- nebst horizontalen Coulissenhieben.

8. Die strenge Ueberwachung der Waldrodungen in den Gemeinde- und Privatwäldern, die Auffassung der bereits bestehenden erschöpften Rodungen und deren alsbaldige Wiederbewaldung.

Und ich möchte noch hinzufügen:

9. Das Verbot des Kahlhiebs auf den Thalhängen und

10. das Verbot des freien Weidens der Schafe und Ziegen in der Nähe von jungen Waldanflügen und Waldpflanzungen.

Nebst der Aufforstung sind noch andere Vorkehrungen vorgeschlagen und hie und da auch angewendet worden, um das Wasser, und mit ihm die Gerölle sowie die Humusschichte, im Gebirge zurückzuhalten oder den allzu raschen Abfluss des ersteren zu hindern. Man hat sie theils an steileren Partien der Berghänge, theils in und neben den Flussbetten der Gebirgsbäche anbringen und mit ihnen mancherlei künstliche Anstalten zur Bewässerung und Speisung der Quellen verbinden wollen.

Ich werde hier die wichtigsten dieser Vorkehrungen in Kürze erwähnen.

Die sogenannten Sickergräben (fossettes horizontales). Sie sind zuerst von dem französischen Ingenieur Polonceau im Jahre 1847 vorgeschlagen worden, und bestehen aus kleinen horizontalen Gräben, die, auf Abhängen mit stärkerem Gefäll, in Intervallen von 50 bis 60 Mtr. und mit einer Capacitat von einem halben Kubikmeter auf einen laufenden Meter zu errichten sind. Sie haben den Zweck, das abfließende Regenwasser aufzuhalten, und es entweder zum Einsickern in den Boden zu bringen oder es zu nöthigen, in einer dünnen Schichte vom Rande des Grabens über den Berghang abzurieseln.

Lombardini erklärt sich gegen diese Sickergräben aus zwei Gründen, u. zw. 1. wegen der Kostspieligkeit ihrer Errichtung und Erhaltung, und 2. wegen ihrer Unzulänglichkeit im Falle einer grossen Ueberschwemmung.

In der That, man stelle sich eines unserer mittelgrossen Alpenthäler, z. B. das Stubai Thal, unter dem Augenmerke vor, dasselbe mit Sickergräben zu versehen. Die Länge des Hauptthales

beträgt 5, die des Oberbergthales 2 und jene des Pinnesthales 1 deutsche Meile, macht zusammen 8 deutsche Meilen. Nun mündet aber in diese Thaler eine grosse Zahl tief eingeschnittener Seitenthäler, die alle oben in der Alpenregion in mehr oder minder breite Kare auslaufen, in denen sich die vielen Bäche bilden, welche die Hauptbäche zuletzt bei starken Regengüssen in wilde, wüthende Ströme verwandeln. Nimmt man die Länge einer in unzähligen, grossen und kleinen Schleifen und Kurven sich bewegenden Isohypse von der absoluten Höhe der oberen Waldgrenze nur 5mal grösser als die der Hauptthäler an, so erhält man 40 deutsche Meilen Länge.

Zieht man nun hiervon die Länge jener Strecken ab, welche entweder mit schroffen Felswänden, mit breiten Trümmerhalden oder mit Wald bedeckt gegen das Thal abfallen, und auf welchen demnach die Errichtung von Sickergräben theils unmöglich, theils unnöthig ist, und nimmt man die Länge dieser Strecken halb so gross als die Gesammtlänge jener Isohypse an, was für Südtirol gewiss nicht zu wenig wäre, so bleiben noch 20 deutsche Meilen übrig; und wollte man nun diese mit nur 5 Grabenlinien besetzen, so ergäbe sich im Ganzen eine Summe von 100 Meilen Sickergräben, u. zw. blos für das Stubai Thal. Im Uebrigen würde sich auch unterhalb der oberen Waldgrenze, wo sich hohe und stark geneigte Wiesenflächen, Rodungen und andere kahle Stellen oft bis in das Thal hinab erstrecken und über welche bei heftigen Regengüssen grosse Wassermengen rasch zu Thal fliessen, nicht minder die Nothwendigkeit der Errichtung einer zweiten oder dritten Serie von Sickergräben einstellen.

Welcher Alpenbesitzer würde ferner das Aufreissen seiner Alpenmatten und die Schmälerung ihrer Ergiebigkeit durch das aufgewühlte Gestein gerne dulden? Und wären endlich für viele der steileren Stellen durch das fortwährende Einsickern von Wasser nicht bedenkliche Erdabstürzungen und Bergfälle zu fürchten — Vorkommnisse, die gerade im Gebirge auf das Sorgfältigste zu verhüten sind?

Polonceau selbst hat die Kosten der Herstellung von Sickergräben für das Gebiet der Saône allein, das von hohen Gebirgen nirgends umgeben, in Beziehung auf Gefährlichkeit nicht entfernt mit unseren Alpen verglichen werden kann, auf 60 Mill. Francs veranschlagt.

Was aber den Nutzen der Sickergräben im Sinne ihres Zweckes anbelangt, so meint Lombardini, dass sie sich schon durch die pluvialen Vorerignisse eines jeden Hochwassers füllen und daher für die eigentliche Hochfluth ohne Wirkung sein würden. Um dies zu beweisen, wählt er für das Saônegebiet die Ueberschwemmungsperiode von 1850. Er sagt: Die Regen des 19. und 20. Jänner brachten am 24. das mittlere Hochwasser zu Stande und hätten auch die Sickergräben und ihren Untergrund mit Wasser gesättigt. Bis zum 26. fiel die Saône um einen ganzen Meter, worauf dann erst jene Regen folgten, welche wenige Tage später eine der gewaltigsten Hochfluthen im Becken jenes Flusses erzeugten. Aehnliches fand auch in den Jahren 1868 und 1882 in Südtirol statt. So stand z. B. die Etsch bei Trient schon am 24. September 1868 auf 3·32 Mtr.; sie fiel dann, mit secundären Oscillationen, bis zum 1. October auf 1·79 Mtr., worauf dann erst am 5. October das grosse Maximum von 5·93 Mtr. folgte.

Die von demselben französischen Ingenieur ebenfalls vorgeschlagenen bassins de sedimentation und bassins de limonage sind Anstalten, die, mit dem rücksichtslosen und grausamen Ernst unserer Alpenbäche unverträglich, füglich übergangen werden können. Es sind das schwache Bindfäden, um Riesen damit zu fesseln.

Die Bewaldung bleibt demnach für unsere Alpen das einzige ausgiebige und anwendbare Mittel zur Retention der atmosphärischen Wasser und zur Verlangsamung ihres Abflusses.

Um die Hauptthäler und ihre Flüsse vor der Ueberschüttung mit Geschieben und Geröllen zu schützen, haben sich die sogenannten Thalsperren als höchst nützlich erwiesen. Man versteht darunter jene mächtigen, unzerstörbaren, meist in Bogenform quer über die Thäler erbauten Dämme, welche den Zweck haben, die Bache oder kleinen Flüsse zu stauen, um in der relativen Ruhe des Stauwassers die vom Hochwasser herabgetragenen Geschiebe und Gerölle zur Ablagerung zu bringen und dadurch vom Hauptthale fernzuhalten.

Die Thalsperren sind eine uralte Erfindung, doch wurden dieselben in Ländern mit periodischem oder allzu geringem Regenfall bloß zur Aufsammlung grosser Wassermassen angelegt, um in Zeiten der Trockenheit das umliegende Land bewässern zu können. Der See Möris in Unter-Aegypten, von König Amenemha III. ca. 2200 Jahre v. Chr. erbaut, war ein solcher Wasserbehälter. In

Indien besteht in der Nähe von Haidarabad (Nisamstaat) ebenfalls ein solcher, aus alter Zeit stammender Sammelteich von bedeutender Grösse. Der Damm, der den Mesafloss aufstaut, durchzieht halbkreisförmig ein breites Thal, ist aus Granit erbaut, hat eine mittlere Höhe von 10 Mtr. und eine Breite von 50 Mtr.<sup>1)</sup> In Algier haben die Franzosen in neuerer Zeit einige grosse Sammelbecken dieser Art errichtet, von denen die zwei grössten im Ued Sig und im Ued Habra liegen; der Damm des letzteren hat eine Länge von 478 Mtr., eine Höhe von 40 Mtr., eine Dicke von 39 Mtr. und staut das Wasser zu einem See von 7 Km. Länge auf.<sup>2)</sup> Auch in Australien, u. zw. in der Provinz Victoria, bestehen bei 50 solcher Teiche, der grösste bei Melbourne; er versorgt diese Stadt mit Wasser, hat einen Durchmesser von 4 Km. und seine Erbauung hat 1 Mill. Pfund gekostet.<sup>3)</sup>

Die Thalsperren im Gebirge, die dem angegebenen Zwecke zu dienen haben, dürfen an nicht allzu engen Stellen der Thäler und auch dort nicht errichtet werden, wo das Gefäll der Thalsole ein allzu bedeutendes ist. Dem aufzustauenden Wasser muss nach rückwärts ein genügender Raum zur Ausbreitung gegeben werden, damit, nach geschehener Füllung mit dem Hochwasser des Baches, ein See von hinreichender Länge entstehe, der dem Gerölle auf lange Zeit hinaus und ohne den Damm selbst zu erreichen, den erforderlichen Platz zur Ablagerung darbiete. Für den gewöhnlichen Wasserstand ist nahe dem Boden des Dammes eine Abflussöffnung, für höhere Wasserstände sind in verschiedenen Hohen mehrere Abflusslöcher angebracht; und genügen endlich auch diese nicht und fliesst das Wasser über die Krone des Dammes hinweg, so ist dieser auf der äussern Seite mit treppenförmigen Absätzen versehen, über welche die überfallende Fluth in Cascadellen und ohne Schaden für die Fundamente des Dammes die Tiefe erreicht.

Die zwei mustergiltigsten Thalsperren dieser Art besitzt Frankreich an der oberen Loire bei Pinay und la Roche oberhalb Roanne. Sie haben bisher allen Hochfluthen widerstanden und sind dabei so gross und geräumig, dass sie auf die Hochwasser sogar massigend einzuwirken im Stande sind.

Auch Tirol besitzt eine Anzahl solcher Thalsperren in verschiedenen Theilen des Landes, und sie haben sich überall als sehr

<sup>1)</sup> Aus Alfred Grandidier's Reisen im südlichen Indien »Globus« XVII, 10. 144. — <sup>2)</sup> »Algierien« Gaa XVIII, 3, 129. — <sup>3)</sup> Peterm. G. Mitth. 1878, 414.

nützlich bewährt; aber die bestehenden genügen dem Bedürfnisse des Landes weitaus nicht. Das Hochwasser der Fersina hat im vorigen Herbste die Sperre von Cantangl bei Trient fortgerissen, was vielleicht auf eine Unterschätzung der zerstörenden Gewalt eines grossen Wasserdruckes hinweist.

Dennoch erscheint mir in unserem Gebirge die Errichtung solcher Thalsperren als das einzige Mittel zur Erreichung des gewünschten Zieles. Sie würden zwar die Hochwasser im Hauptthale nicht verringern, dafür aber die Gerölle zurückhalten, die von so verderblicher Einwirkung sind.

Diese Massregel müsste demnach über alle wichtigeren Seitenthäler ausgedehnt und dabei überhaupt nach einem einheitlichen Plane vorgegangen werden. Denn es würde am Ende nicht viel nützen, wollte man z. B. nur die Zuflussthäler der unteren Etsch mit Thalsperren verbauen, wenn es dabei dem Eisack möglich bliebe, jedesmal einen mächtigen Staurücken bei Sigmundskron quer über das Bett der Etsch abzulagern, und dadurch die Thalfläche aufwärts von Bozen zuerst in einen See und dann in einen Sumpf zu verwandeln, welche beide nebenher gewiss auch die Grundwasser-Verhältnisse der Ebene bei Leifers und Branzoll schädlich verändern. Und eben so wichtig wäre die Verbauung des Draubeckens in Anbetracht des immensen Gefälles der Drau zwischen Sillian und Lienz.

Aber auch auf die aus den kleinen Seitenthälern niedersteigenden Muren müsste aus den oben angegebenen Gründen ein sorgsames Auge gerichtet werden. Die Zahl solcher Murbecken ist nicht übermässig gross, und hier könnte durch Anpflanzung von Rhododendron, Legföhren, Wachholder und Alpenerlen in den tieferen durch kleine Hurden und durch Zusammentragen von Steinen zu horizontalen Wällen von geringer Höhe in den höheren und höchsten Lagen, das ab rinnende Wasser theils zurückgehalten, theils in seinem Fallmomente wesentlich beschränkt werden.

Was nun die Anstalten anbelangt, welche den unmittelbaren Schutz der menschlichen Wohnstätten und des Culturbodens in den Thälern gegen die zerstörenden Einflüsse der Ueberschwemmungen zum Zwecke haben, so bilden dieselben den Gegenstand sehr complicirter Fragen, über deren Beantwortung, selbst unter gewiegten und berühmten Hydrotekten, die Acten noch nicht geschlossen sind. Ich halte es deshalb für ein grosses Wagniss, wenn ich mir erlaube in dieser Sache mitzusprechen.

Die Hauptfrage ist hier die: sollen Flüsse und Bäche mit Hochwasserdämmen eingeschlossen werden oder nicht?

Der Franzose Dausse, die Holländer Storm, Buysing, Overmans und noch viele Andere, haben sich gegen diese Dämme ausgesprochen. Heinrich Hobohm stellt in seinen »Grundzügen für die Beseitigung der Ueberschwemmungen etc.« (Wien, 1877), auf Seite 10 als ersten und wichtigsten Grundsatz auf: »dass wir an unseren Flussläufen und Flussmündungen, wie auch an Bächen, keinesfalls Dämme anlegen dürfen, sondern dass wir, sowohl zum Zwecke der Bewässerung als auch zum Zwecke der Hintanhaltung von Ueberschwemmungen, solche Vorkehrungen zu treffen haben, wodurch die an die Flussläufe angrenzenden Niederungen immer höher als das Niveau des Baches oder Flusses zu liegen kommen müssen, und dass überall dort, wo dies nicht der Fall ist, die Durchführung der Colmation angestrebt werden muss.«

Dies alles ist vom theoretischen Standpunkt betrachtet und für den Uranfang der Thalbesiedlung vollkommen richtig. Es ist nämlich wahr, dass Hochwasserdämme, bei Hochfluthen und eintretenden Damnbrüchen, die Gefahr für das Uferland vermehren; dass sie die natürliche Auflandung (Colmation) verhindern und dem Binnenlande die befruchtenden Flusssinkstoffe entziehen; dass sie bei Hochwasser höhere Fluthen und stärkere Strömung hervorbringen und dass sie, bei allmählicher Erhebung des Flusswasserspiegels über das Niveau des Binnenlandes, den Grundwasserstand erheben und die natürliche Entwässerung erschweren. <sup>1)</sup> Alle diese Nachtheile haben sich bei der Etsch im Etschlande und in Italien, bei dem Po von Ferrara abwärts, bei der Waal und Maas und bei vielen anderen Flüssen thatsächlich eingestellt. Was aber ist dort zu machen, wo die Hochwasserdämme schon lange bestehen, wo in Folge derselben eine Erhöhung der Flussbetten bereits stattgefunden hat und eine Auflandung durch Ueberschwemmungen nicht ausführbar ist?

Schlichting sagt: »Ohne Deiche (worunter er freilich nicht Hochwasserdeiche versteht) ist ein Schutz der Niederungen gegen Störung ihrer Bewirthschaftung für die absehbare Zukunft nicht denkbar.« Ist dies nun z. B. für den Rhein und die Elbe richtig, deren Gefälle so gering sind, wie erst für die Etsch in Südtirol,

---

<sup>1)</sup> Siehe J. Schlichting: Anderweitige Eindeichung der Flussthäler. Seite 9.

die zwischen Meran und Trient nach dem Verhältnisse von 1:730 fällt und deren Geschwindigkeit bei Hochwasser bis auf 4 Mtr. in der Secunde und noch darüber steigt. Hat nicht dieser Fluss im vorigen Jahre, nachdem er den Damm bei Leifers durchbrochen, mit dem Haupttheile seiner Wasser und in rapider Strömung, seine Richtung über die Felder von Leifers, Branzoll und Auer genommen und hier allerdings eine Auflandung von 2—3 Mtr. Höhe vollbracht, aber eine solche, die grösstentheils nur aus trockenem Geröll besteht, das jede Cultur für immer oder im besten Falle für Jahrzehente ausschliesst. Sicher war es nicht erst der Dambruch bei Leifers, der die Fluthen der Etsch mit Geröllen belud; auch die Hochwasserdämme waren es nicht; denn schon vorher hatte sich die Gegend bei Bozen in einen See verwandelt, und die Schuttablagerung setzte sich im Binnenlande fort, als auch schon das ganze Thal bis über Auer hinab von einem Berge zum anderen überfluthet war. Auch ist das Flussbett in dieser Strecke nicht höher als das Land nebenan. Der Tagliamento ist im Unterlaufe nicht von Dämmen eingeschlossen, und doch hat er von Gemona bis Latisana einen Landstrich von 65 Km. Länge und 2—4 Km. Breite vollständig vermurt und jeder Cultur unzugänglich gemacht. Man sieht, dass hier wie an der Etsch nicht die Einschränkung des Hochwasserbettes, sondern das übermässige Gefäll die Schuld an der Verwüstung trägt.

Wer aber würde unter diesen Umständen das Uferland, für den Zweck des Auflandens, der Discretion der Etsch übergeben und die Dämme beseitigen wollen — jene Dämme, die bis jetzt in so vielen Fällen das Land vor dem Verderben schützten? Die Etsch steckt hier noch zu tief im Gebirge, fliesst noch viel zu rasch und ist bei Ueberschwemmungen für Sinkstoffe grossen Kalibers noch viel zu transportfähig, als dass man von ihren Hochwassern, eine gesunde Colmation erwarten dürfte.

Es ist auch nicht ganz richtig, wenn behauptet wird, die Eindämmung eines Flusses habe in allen Fällen eine Erhöhung seines Bettes zur Folge. Lombardini hat gezeigt, dass sich das Bett des Po, der bekanntlich überall von Hochwasserdämmen eingeschlossen ist, mit Ausnahme des untersten Stückes von Ferrara bis zum Meere, seit 4 $\frac{1}{2}$  Jahrhunderten nicht merklich erhöht hat. In diesem letzten Stücke aber hat eine Erhöhung gewiss nur deshalb stattgefunden, weil hier der Fluss, durch das Meer in seiner Bewegung gehemmt, die mitgeführten Sinkstoffe zu Boden fallen lassen muss. Auch das

Flussbett der Etsch liegt im Etschlande, so viel ich weiss, eine kurze Strecke bei Neumarkt und S. Michele ausgenommen, nirgends höher als das anliegende Land. Es kommt hier alles auf die Neigung des Flussbettes und auf die Geschwindigkeit der Wasserbewegung in den verschiedenen Theilen des Flusslaufes an. Der Po ändert von Turin bis in die Nähe von Ferrara sein Gefäll nicht wesentlich, und dasselbe ist auch bei der Etsch zwischen Meran und Roveredo der Fall. Bei letzterem Flusse sind es nur die Staurücken des Eisack bei Bozen und des Avisio bei Lavis, die eine locale Verlangsamung der Wasserbewegung hervorbringen. Anders ist dies bei der unteren Etsch im Venetianischen; beträgt nämlich das Gefäll derselben oberhalb Verona  $\frac{1}{730}$ , so sinkt es unterhalb dieser Stadt rasch auf  $\frac{1}{2650}$ , also fast auf den vierten Theil herab, was die bedeutende und jedenfalls höchst gefährliche Erhöhung des eingedämmten Flussbettes begreiflich macht. Uebrigens zeigen uns, nach Paulus Diaconus, die Ereignisse des Jahres 585 deutlich und warnend genug, was Gebirgsflüsse dieser Art ohne Eindämmung an Verwüstung des Landes Furchtbares zu leisten im Stande sind.<sup>4)</sup>

Um nun bei so reissenden Gebirgsflüssen, wie die Etsch einer ist, die erforderliche Erhöhung des Uferlandes über die Flussbetten zu erzielen oder zu bewahren, bleibt demnach nichts anderes, als die Beschleunigung des Wasserlaufes übrig. Durch diese wird ein grosser Theil der im Flussbette abgelagerten Sinkstoffe entfernt und dieses dadurch erniedrigt. Hierbei muss freilich in den meisten Fällen auf die Vortheile einer befruchtenden natürlichen Auflandung verzichtet werden.

Die Mittel, um diese Beschleunigung der Wasserbewegung zu erzielen, sind: Durchstiche zur Verkürzung der Flusslinie Baggerungen, Sprengungen der Felsen im Flussbette, Schonung des Flussprofils vor allzunahe oder gar schief, gestellten Brückenjochen und Beseitigung aller anderen Hindernisse, welche eine Stauung des Wassers bewirken.

Um aber die Gefährlichkeit der Hochfluthen zu vermindern, ist die allzu weit gehende Einschränkung des Hochwasserbettes sorgfältig zu vermeiden. Bei der Etsch in Südtirol findet jedoch diese Einschränkung in einer sehr auffälligen und übertriebenen Weise statt. Die senkrechte Entfernung beider Dammlinien ist nämlich an

<sup>4)</sup> Siehe Chronik der Ueberschwemmungen in Tirol. Seite 69.

den meisten Orten kaum grösser als die Breite des Flussbettes selbst. Es leuchtet ein, dass die Beseitigung dieses grossen Uebels, wenn auch nur nach und nach, mit allen Kräften anzustreben ist.

Der Inn ist nur hie und da, zum Schutze bestimmter Localitäten, mit Hochwasserdämmen versehen, doch sind seine Ufer fast allenthalben mit Schutzbauten versorgt.

Fassen wir nun alle zur Bekämpfung der Hochfluthen in Südtirol, und im Gebirge überhaupt, besprochenen Massregeln kurz zusammen, so erhalten wir folgende, der besonderen Beachtung würdige Punkte:

1. Durchgreifende Aufforstung des Landes und Einführung eines besseren Forstaufsichts- und Forstwirthschafts-Systems.
2. Errichtung genügender Thalsperren in den Seitenthälern zur Fernhaltung der Gerölle und Geschiebe vom Hauptthale.
3. Sorgfältige Verbauung der als Ausgangspunkte von Murrbrüchen zu fürchtenden kurzen Nebenthäler.
4. Beschleunigung des Wasserlaufes der Etsch mittelst Durchstichen, Baggerungen etc.
5. Verbreiterung des Hochwasserbettes der Etsch, d. h. Vergrösserung des Zwischenraumes zwischen den beiderseitigen Uferdämmen.

