Ueber die

Rheincorrection im Canton St. Gallen.

Von

Prof. Karl Pestalozzi.

Die bedeutenden Rheineinbrüche des Jahres 1868 haben auf der ganzen Strecke zwischen Thusis und dem Bodensee vermehrte Anstrengung für Regulirung des Stromlaufes zur Folge gehabt. Die Arbeiten sind so sehr gefördert worden, dass man in vielen Kreisen neue Ueberschwemmungen für unmöglich hielt und sehr überrascht war, als im Juni 1871 die Nachricht einging, der Rhein habe auf St. Gallischem Gebiete Verheerungen verursacht, die fast eben so bedeutend seien, wie diejenigen des Jahres 1868 und dass auch Lichtenstein und Vorarlberg nur mit grosser Anstrengung vor Ueberschwemmung ausgedehnter Landesstrecken bewahrt worden seien. Es ist begreiflich, dass vielfaches Misstrauen gegen die Correctionspläne geäussert wurde, und die Vermuthung, man habe nicht sachgemäss gebaut, musste wohl angesichts der schreckenerregenden Thatsachen Raum gewinnen, um so mehr, weil die Einbrüche theilweise an corrigirten Stromstrecken stattgefunden haben. Es ist desshalb wohl gerechtfertigt, die Verhältnisse näher ins Auge zu fassen und den Ursachen der stets sich erneuernden Gefahren nachzuforschen.

Betrachtet man vorerst die Höhenverhältnisse der Bodenoberfläche im Rheinthale, so findet sich, dass der Fluss die tiefsten Stellen nicht einnimmt. Seine Sohle liegt hoch

über Landesstrecken, welche der Cultur übergeben sind, von welchen das Wasser nur durch Paralleldämme abgehalten wird.

Da wo die Correction im St. Gallischen Rheinthale durchgeführt ist, finden sich zwei solcher Paralleldämme, der eine unmittelbar am Ufer aus Kies hergestellt und auf der Seite des Flusses gegen die Strömung mit starker Steinpflasterung gesichert, in der Gegend »Wuhr« genannt; der andere, der Binnendamm, in einiger Entfernung vom Ufer. Wenn Wuhr und Binnendamm durchbrochen werden, dann strömt das Wasser nach den tiefsten Stellen der Thalsohle hin und folgt denselben, so dass ein paralleler Fluss von grosser Breite entsteht, der auf grosse Strecken nicht nur die Feldfrüchte zerstört, sondern auch den guten Boden oben abschwemmt. Nur an einzelnen festen Punkten vereinigen sich diese gleichlaufenden Strömungen wieder mit dem Hauptflusse. Diese festen Punkte, an welche der Rhein sich anlehnen muss, sind: der Schollberg bei Sargans, ein Hügel bei Büchel, der Blattenberg bei Oberriedt, der Hügel bei Montlingen und der Monstein zwischen Au und St. Margrethen. Zwischen diesen Punkten hat der Rhein überall das Bestreben links auszubrechen, das heisst seinen Lauf auf das St. Gallische Gebiet hinüber zu verlegen. Würde man ihn gewähren lassen, oder noch besser, seinen Lauf in geregelter Weise nahezu nach den tiefsten Stellen hin verlege; dann ergäbe sich eine Stromrichtung, die im Allgemeinen nicht ungünstiger wäre, als die bestehende. Nur oberhalb Sargans und unterhalb Montlingen müsste man sich mehr von den tiefsten Stellen entfernen, um nicht allzu starke Krümmungen zu verursachen. Bei dem erstgenannten Orte führt die Linie der niedrigst gelegenen Punkte vom Schollberg ab, mehr gegen

das Städtchen hin, so dass daselbst die ohnehin starke Krümmung in eine rückwärts gehende Serpentine verwandelt würde. Weiter oben müsste sich das rechtseitige Flussufer vom Fläscherberge entfernen. Es könnte demnach hier eine günstigere Höhenlage nur durch bedeutende Verschlimmerung der Stromrichtung, die sich gegenwärtig sehr zweckmässig einerseits an den Fläscherberg, anderseits an den Schollberg anlehnt, erreicht werden. Von Sevelen abwärts dagegen folgt die Linie der tiefsten Punkte nahezu der Eisenbahn und wiederholte Einbrüche haben schon gezeigt, dass der Rhein sehr geneigt wäre, diese Richtung anzunehmen, um sich dann bei Ober-Büchel wieder mit dem bestehenden Flussbette zu vereinigen. Nur vom technischen Standpunkte aus betrachtet, wäre diese Flussrichtung keine ungünstige. Von Büchel bis Montlingen bestimmen der Blattenberg und die beiden Hügel oberhalb und unterhalb um so mehr die Richtung des Rheins, da auch gegenüber bei Koblach ein Bergvorsprung das Flussbett abgrenzt, so dass auf dieser Strecke der Rheinlauf, in der Hauptsache wenigstens, unter allen Umständen, eingehalten werden muss. Anders verhält es sich von Montlingen abwärts. Dort geht die Linie der tiefsten Punkte weit ins Land hinein hinter dem Dorfe Kriessern durch. Bei Widnau, zwei starke ungleich gekrümmte Curven bildend, vereinigt sich dieselbe bei Au mit dem bestehenden Rheinbett.

Wir werden später sehen, dass in dieser Gegend eine Verlegung des Rheinbettes in der That als nothwendig erachtet wird, um die starke Krümmung in der sogen. Hohen Emser Bucht abzuschneiden; allein der Linie der tiefsten Punkte wird man nicht folgen können; es wird nothwendig sein, sich mehr der Geraden zu nähern, die

vorne an Kriessern durchgehend, nur die Dörfer Diepoldsau und Schmitter abschneidet.

Vom Monstein abwärts machen sich keine bedeutenden Höhenunterschiede bemerkbar, so dass die Unebenheiten des Bodens unter keinen Umständen auf die Flussrichtung Einfluss ausüben werden. Hier muss man der kürzesten Linie zum Bodensee, weil auf ihr am meisten an Gefäll gewonnen wird, den Vorzug geben.

Wir haben gesehen, dass die Ursache der bedeutenden Verheerungen, welche die Rheineinbrüche am St. Gallischen Uferlande verursachen, der Höhenlage des Letztern gegenüber dem Hochwasserspiegel zuzuschreiben sind. In der That, da die Hochwasser viel höher als die Bodenoberfläche des angrenzenden Landes und von diesem nur durch ein Wuhr und einen Binnendamm getrennt sind, so bildet sich die kleinste Uferbeschädigung, welche bei tiefer eingeschnittenen Flüssen kaum der Beachtung werth wäre, zu einem Seitenstrome aus, welchem der Binnendamm nicht widerstehen kann und der in früher beschriebener Weise grosse Landstrecken verheert.

Radicale Beseitigung dieses Uebelstandes ist nur auf zweierlei Art denkbar: entweder durch Verlegung des Flusses an die tiefsten Stellen des Thales, oder durch Erhöhung der Thalsohle auf das Niveau der höchsten Wasserstände oder noch höher, was natürlich besser wäre.

Mit Ausnahme von einigen Stellen, die bezeichnet worden sind, steht der Verlegung des Flussbettes in die tiefsten Lagen mit Rücksicht auf die Wahl eines zweckmässigen Tracé's Nichts entgegen. Die Abweichungen von der geraden Linie wären unbedeutend, überhaupt wäre die Flussrichtung nicht ungünstiger, als die bestehende, die auch als vollkommen befriedigend zu betrachten ist; ab-

gesehen von den untersten Strecken, welche bei dieser Untersuchung nicht in Betracht fallen, weil man mit den Durchschnittsrichtungen daselbst der Linie der tiefsten Punkte der Thalsohle unter keinen Umständen folgen kann. Technische Schwierigkeiten würden einer Verlegung des Rheins in die früher bezeichnete Linie nicht entgegenstehen. Man brauchte nur an den geeigneten Stellen zu öffnen, durch Wuhre einzugrenzen und der Flusslauf würde gerne der neuen Richtung folgen. Eine andere Frage ist es, ob damit den Uebelständen auf die Dauer abgeholfen wäre? Man darf kaum hoffen, dass es geschähe. Bei einer derartigen Verlegung wäre es Zufall, wenn die Thalsohle, welche das neu hergestellte Flussbett bildet, dasjenige Gefäll besässe, welches die Strömung sich selbst zu schaffen das Bestreben hat. Die neue Gefällsvertheilung lässt sich annähernd bestimmen, und zwar im vorliegenden Falle um so leichter, weil die Bodenqualität die Länge des Flusslaufes und die Abflussverhältnisse ungefähr dieselben bleiben, wie im bestehenden Rheinbette. Je nach der Höhe des Bodens, in welchen ein fliessendes Gewässer verlegt wird, hat man entweder in Folge der Strömung tieferes Einschneiden zu gewärtigen, oder eine Erhöhung der Sohle, verursacht durch Ablagerung der Materialien, welche von oben herunter geschwemmt oder von Seitenzuflüssen herbeigeführt werden. In den tiefsten Gegenden, also in vorliegendem Falle am Bodensee, ist das Gefäll am kleinsten und dasselbe nimmt nach oben stetig zu, sofern nicht ausserordentliche Bodenverhältnisse, z. B. Felsenriffe, welche das Flussbett durchkreuzen, zu Unregelmässigkeiten Anlass geben. Oberhalb der Tardisbrücke wird in dieser Weise durch Felsen ein fester Abschnitt gebildet. Von da abwärts dagegen besteht die Flusssohle aus Kiesablagerungen,

in welchen das Gefäll, wie angedeutet wurde, von oben herunter allmälig abnimmt. Nur ein Seitengewässer, die Ill, welche bei Feldkirch vorbeifliesst, verursacht durch Hinausstossen ihres Geschiebes in den Rhein eine Unregelmässigkeit. Es ist das ein Uebelstand, welcher durch Veränderung der Einmündung vermindert werden muss. Allein das genügt nicht, es ist nothwendig, gleichzeitig die Gebirgsbäche im Vorarlberg zu verbauen. Dieses im Allgemeinen anzuwendende Mittel, um die tiefer gelegenen Gegenden vor Wasserverheerungen zu schützen, darf auch hier nicht vernachlässigt werden.

Könnte der Rhein, nach den tiefsten Stellen des Thales hingeleitet, dort sein Bett in den Boden einschneiden, so dass die höchsten Wasserstände nicht mehr über die Ufer zu treten im Stande wären, dann hätte man sich bemühen müssen, die Correction in dieser Weise durchzuführen, allein da, wie oben bemerkt, der neue Wasserlauf das Bestreben hatte, durch Ablagerungen die Sohle des Flussbettes in dieselbe Höhe zu bringen, welche die gegenwärtige besitzt, so ist es klar, dass die vorhandenen Uebelstände mit der Zeit wieder eintreten würden. Das Rheinbett müsste sich an vielen Orten, die höchsten Wasserstände fast überall, über das anliegende Uferland erheben und nach wie vor hätte man die Gegend durch Wuhre und Dämme gegen Ueberschwemmungen zu sichern. Dass man an diese Form einer Correction nicht gedacht hat, ist demnach nicht allein dem Umstande zuzuschreiben, dass der Rhein Grenzfluss ist, oder den bedeutenden Mehrkosten, welche die Verlegung des Flussbettes in bebauten Boden verursacht hätte; die Unmöglichkeit, auf diesem Wege erheblich bessern Erfolg zu erreichen, fällt eben so sehr in Betracht.

Technisch viel günstiger stellt sich die Frage der Erhöhung des angrenzenden Uferlandes. Es ist möglich, den Rhein selbst und seine Seitengewässer hiefür in wirksamer Weise zu benützen, indem man sie zwingt ihre Geschiebe seitwärts abzulagern. Durch Anlegung eines passenden Canalnetzes zu diesem Zwecke könnte man allmälig sämmtliches Land über die höchsten Rheinstände hinauf erhöhen, weil es möglich wäre, diese Canäle mit kleinerem Gefälle als dasjenige des Flusses weiter zu führen. Diese Erhöhung könnte so weit fortgesetzt werden, dass es möglich wäre, das Gefäll des Flusses in den unteren Gegenden zu verstärken und damit die Strömung zu befähigen, unter allen Umständen das von oben herabkommende Geschiebe, sowie dasjenige der Seitengewässer bis in den Bodensee weiter zu führen.

Dass diese Art zu corrigiren die wirksamste wäre, liegt ganz ausser Zweifel und dass man dieselbe nicht anwenden kann, ist lediglich eine Kostenfrage. Hiebei sind die sehr bedeutenden Baukosten das Wenigste. Es ist sogar möglich, dass sich dieselben erschwingen liessen, weil die Bauzeit auf viele Jahre ausgedehnt in gleichem Maasse eine Vertheilung der Geldbeiträge ermöglichen würde, so dass die jährlich zu verwendenden Summen verhältnissmässig klein wären. Aber gerade dieser langsame Erfolg ist das Haupthinderniss; denn man müsste während der ausgedehnten Bauzeit grosse Landstrecken der Cultur entziehen. Ferner ist nach erfolgter Erhöhung die Bodenoberfläche nicht culturfähig und es wäre mit grossen Schwierigkeiten und Kosten verbunden, die für das Wachsthum der Pflanzen nothwendige Erdschichte herbeizuführen. Die Baukosten sind klein verglichen mit den Verlusten, welche der Unterbruch in der Benützung des Bodens mit

sich bringt. Ob überhaupt das erhöhte Land werthvoller wird als das gegenwärtig den Ueberschwemmungen ausgesetzte, hängt davon ab, in wie weit es möglich ist, die Geschiebsablagerungen mit einer guten Bodenschichte zu decken; aber selbst im günstigsten Falle wird dieser Mehrwerth viel geringer sein, als die Verluste herbeigeführt durch den Unterbruch der Benützung des Landes.

Obwohl das Colmatirungsverfahren als das beste zu gründlicher Beseitigung der vorhandenen Uebelstände anerkannt werden muss, sofern man ausschliesslich technische Rücksichten in's Auge fasst, so zeigt sich doch nach obigen Betrachtungen, dass von der Anwendung desselben keine Rede sein kann, weil der Ausführung eines nach diesen Grundsätzen entworfenen Correctionsprojectes unüberwindliche finanzielle Hindernisse entgegenstünden.

Dieselbe Schwierigkeit, wenn auch in vermindertem Maasse, besteht auch für ein theilweises Colmatirungsverfahren. Der Gedanke, längs dem Ufer einen Streifen Land von bedeutender Breite z. B. 300 Meter durch Anschwemmung so weit zu erhöhen, dass die höchsten Wasserstände im Rhein unter allen Umständen niedriger blieben, als die neu hergestellte Bodenoberfläche, ist ausführbar. Durch zweckmässige Canalanlagen wäre es möglich, das trübe Flusswasser für diese Verlandung zu benützen. Dadurch entstünde sozusagen ein Damm von grosser Breite, welcher dem rückwärts befindlichen in tieferer Lage verbleibenden Lande vollkommene Sicherheit gewähren könnte. Allein um diese Sicherheit zu erlangen, braucht die Breite nicht so gross zu sein. Ein schmaler Streifen, auf das Niveau der höchsten Wasserstände aufgefüllt, kann vollkommene Beruhigung gewähren. Was über das betreffende Maass hinaus erhöht wird, verursacht unnöthiger Weise grössere

Kosten, weil auch da, wie bei Erhöhung der ganzen Thalfläche, eine bedeutende Landesstrecke für längere Zeit der Cultur entzogen werden muss.

Noch eine Rücksicht lässt es als zweckmässig erscheinen, die einmal beschlossene theilweise Verlandung möglichst zu beschränken. Die Geschiebmenge, welche der Fluss führt, ist nicht so gross als man zu glauben geneigt ist. Es ist wahr, dass bedeutende Platzveränderungen der Kiesbänke nach jedem Hochwasser beobachtet werden können; allein wenn man die Hauptmasse der Materialien in Betracht zieht, so findet sich, dass die Transportweite keine grosse war. Nur Schlammtheile oder ganz kleine Steine werden im trüben Wasser vom Flusse auf grosse Strecken fortgerissen; aber diese bilden einen kleinen Theil der Gesammtmasse, welche hauptsächlich aus Steinen besteht, deren Grösse von oben herunter der Stärke der Strömung, welche bekanntlich vom Gefäll abhängig ist, entsprechend abnimmt, bis in die untersten Gegenden, wo zuerst Sand, dann nur Schlamm liegen bleibt. Der Transport des schwerern Materials erfolgt bei Eintritt von höhern Wasserständen und damit verbundener vermehrter Stosskraft. Diese Transportweise ist unter allen Umständen eine beschränkte, weil die Stosskraft in der Richtung von oben nach unten abnimmt, so dass Geschiebe, welches früher an einer bestimmten Stelle liegen geblieben ist, bei nun eintretendem höhern Wasserstand nur eine Strecke weit fortbewegt werden kann und da liegen bleiben muss, wo wegen vermindertem Gefäll die Stosskraft des höhern Wasserstandes derjenigen des kleinern Wasserstandes an der Stelle, wo ersterer das Geschiebe weggenommen hat, entspricht.

Wäre die Form der einzelnen Steine unveränderlich,

dann müssten allmälig die Ablagerungen im Flussbett der Stosskraft der grössten Wassermengen entsprechend fest bleiben, die von oben herunter und aus den Seitengewässern neu hinzukommenden Materialien würden, in gleicher Weise sortirt, an den ihrer Grösse entsprechenden Stellen abgelagert. Die Folge davon wäre: eine Erhöhung der Flusssohle in ihrer ganzen Ausdehnung, der nicht anders als durch Hände oder Maschinenarbeit begegnet werden könnte. Es versteht sich wohl von selbst, dass es unmöglich ist, dieses Mittel anzuwenden, der grossen Kosten wegen. Glücklicher Weise braucht man dasselbe nicht, denn die Form der Steine ist nicht unveränderlich. Durch die Strömung bewegt, werden sie theilweise zertrümmert, theilweise abgeschliffen. Das kleinere Material, welches über sie hinweggleitet, verursacht auf ähnliche Art Formveränderungen, so dass diese Einwirkung bei allen Wasserständen fortdauert. Dabei werden die einzelnen Steine kleiner und nun von der Strömung, die sie früher liegen lassen musste, weiter forttransportirt. Diese beständige Einwirkung bei den lange andauernden kleinern und mittlern Wasserständen ist wirksamer, als die Massenbewegung, die bei Hochwasser in mehr auffallender Weise stattfindet, jedoch nur kurze Zeit währt. Es entsteht dabei ein gewisses Schwanken in der Höhe der Flusssohle, das man immer beobachten wird, auch dann, wenn der Rhein im Stande ist, die sämmtlichen Materialien, die von oben herab kommen, und diejenigen welche ihm die Seitengewässer zuführen, bis in den Bodensee weiter zu treiben. Dannzumal wird das Schwanken periodisch sein. Nach einem Hochwasser wird man Vertiefungen finden, wo früher Kiesbänke waren und umgekehrt. Nach lange andauerndem Mittelwasser können Kiesbänke verschwinden, ohne dass weiter unten in auf-

fallender Weise Ablagerungen entstehen; weil bei der Einwirkung kleinerer Wassermassen die zuerst verkleinerten und dann fortgetriebenen Steine, bei vermehrter Verschiedenheit der Grösse auf weitere Strecken vertheilt werden. In unregelmässig auf einander folgenden Zeitabschnitten wird diese verschiedenartig eintretende Transportweise ihre Wirkung geltend machen; so dass streckenweise ein beständiger Wechsel der Flusstiefen stattfindet. Es versteht sich, dass man hierauf Rücksicht zu nehmen hat, wenn niedrige Ufer vor Ueberschwemmungen sicher sein sollen, und man muss schon desshalb die nothwendigen Schutzwerke höher machen als die höchsten bekannten Wasserstände, abgesehen von der Ungewissheit, in der man sich stets befindet, weil den grössten bisher beobachteten Hochwassern noch höhere folgen können. Um dieser Ungewissheit und den oben bezeichneten Unregelmässigkeiten Rechnung zu tragen, ist es üblich, die Schutzwerke gegen Ueberschwemmungen um 0,60^{m} höher zu machen, als die beobachteten höchsten Wasserstände. Diese Vorsichtsmaassregel wird wohl genügen, wenn im Augenblicke der Beobachtung die Gesammtwassermasse vorhanden war und nicht oberhalb stattgefundene Ueberschwemmungen zu einem Scheinresultate Anlass gegeben haben.

Die Unregelmässigkeiten in der Geschiebsabführung sind ein Uebelstand, den man nicht ganz beseitigen, wohl aber so weit mildern kann, dass er unschädlich wird; die Mittel hiezu bestehen in der Herstellung eines regelmässigen Querprofils und in zweckentsprechender Vertheilung der Gefälle. Das letztgenannte der beiden Mittel wird nur dann genügen, wenn das Gesammtgefäll stark genug ist, um nach Einhaltung des regelmässigen Profiles auf der ganzen Flussstrecke die von oben und seitwärts herkom-

menden Materialien bis in den Bodensee weiter zu befördern. Dass dieses Gesammtgefäll früher bei unregelmässigem Querprofile nicht ausgereicht hat, ist bewiesen durch die allmälig fortgeschrittene Erhöhung des Rheinbettes. Ueber das Verhalten nach stark fortgeschrittener Correction fehlen sichere Daten. Dieselben sind auch nicht so leicht beizubringen, obwohl von Zeit zu Zeit Profilaufnahmen stattfinden. Diese zeigen aber streckenweise eine Vermehrung, an andern Orten dagegen eine Verminderung der Geschiebsablagerungen und beweisen damit das Vorhandensein der früher besprochenen Unregelmässigkeiten. Ob aber die ganze im Flusse befindliche Geschiebsmasse grösser geworden sei oder nicht, ist unmöglich aus den Profilen herauszurechnen, weil sie zu weit von einander entfernt sind, um nur einigermaassen sichere Resultate zu geben; daher kommt es auch, dass einzelne Beobachter die Vermehrung der Geschiebsablagerungen behaupten, währenddem andere entgegengesetzter Meinung sind. Man darf wohl vermuthen, dass die erstern recht haben. Schon die Zweifel, welche bestehen, rechtfertigen die Annahme, dass im besten Falle keine Vertiefung stattgefunden habe. Das Wahrscheinliche ist, dass die Flusssohle, wenn auch langsamer als bisher, in den untern corrigirten Gegenden erhöht werde und dass nur in den obern Flussstrecken eine Ausräumung stattfinde. Aber gerade die untern Gegenden haben am allermeisten die Vertiefung nothwendig und desshalb kann man sich mit dem, was bisher für die Verbesserung der Zustände gethan worden ist, nicht begnügen. Es muss noch mehr geschehen, und zwar in zwei Richtungen.

Einerseits wird es nothwendig, die Geschiebezufuhr der Seitengewässer möglichst zu beschränken, anderseits

muss der Fluss noch mehr zur Abfuhr der Materialien geeignet gemacht werden.

Um in den Seitengewässern das Geschiebe zurückzuhalten, wird man durch zweckmässige Verbauung und durch Aufforstung der entwaldeten Seitenflächen das Mögliche thun. Es ist auch in beiden Richtungen in dem Gebiete des Rheins schon Lobenswerthes geschehen und es steht noch Besseres in Aussicht. Allein es wäre ein Irrthum, wenn man glaubte, damit die bestehenden Uebelstände vollständig beseitigen zu können. Es wird unmöglich sein, sämmtliches Geschiebe in den Seitenthälern zurückzuhalten. Uebrigens ist es auch gar nicht nothwendig, dass es geschehe; wenn es nur gelingt zwischen Zufuhr und Abfuhr nach genügender Senkung der Flusssohle das Gleichgewicht herzustellen. Diesen Zweck wird man durch Wahl eines passenden Querprofils und Einhaltung genügender Gefälle erreichen.

Bei Annahme eines bestimmten Querprofils wird die Geschiebsabfuhr um so bedeutender, je stärker das Gefälle. Dabei ist der Fall denkbar, dass Letzteres auch zu stark werden könne, allerdings nur für einige Zeit. Denn träte dieser Fall ein, so würde er dadurch ersichtlich, dass mehr Geschiebe aus dem Flusse fort als von oben herunter und aus den Seitengewässern in denselben hereingeführt würde. Es fände demnach ein Ausfegen der Flusssohle, d. h. ein Vertiefen des Bettes statt, verbunden mit der Verminderung der Gefälle; soweit, dass allmälig das gewünschte Gleichgewicht zwischen Geschiebszufuhr und Abfuhr von selbst sich einstellen würde.

Es gibt Flüsse, bei welchen die Vertiefung, sofern sie in der beschriebenen Weise fortschritte, sehr nachtheilig werden könnte. Die Uferversicherungen z. B. wären ge-

fährdet; es könnten Abrutschungen entstehen; kurz in verschiedener Weise könnte das Ausfegen der Sohle einen verschlimmerten Zustand des Flusses zur Folge haben, dem unter Umständen nur durch schwer auszuführende Arbeiten zu begegnen möglich wäre. Am Rhein hat man das nicht zu befürchten, wie früher schon angedeutet wurde; im Gegentheil, man muss die Vertiefung wo möglich herbeizuführen suchen und es wäre als Vortheil zu betrachten, wenn man damit soweit vorgehen könnte, dass die höchsten Wasserstände in tiefere Lage kämen, als die tiefsten Punkte der anliegenden Thalbodenoberfläche. Es wird nun allerdings nicht gelingen, die Flusssohle so stark auszufegen. Für einzelne Gebietstheile des Rheinthales ist die Ueberschwemmungsgefahr auf diesem Wege nicht zu beseitigen. Immerhin kann theilweise vertieft werden, und so weit die Verhältnisse es gestatten, muss es geschehen, wenn es gelingen soll, die vorhandenen Uebelstände auf ein erträgliches Maass zurückzuführen.

In dieser Beziehung ist schon grossen Theils ausgeführt, was durch zweckmässige Wahl des Flussquerprofils erreicht werden kann. Am St. Gallischen, am Lichtensteinischen und am österreichischen Ufer ist das Rheinbett durch Steinwuhre eingegrenzt. Von oben herab bis Kriessern sind dieselben nahezu vollendet. Nur in den untern Gegenden ist wenig gearbeitet worden, weil man, so weit es irgendwie geschehen konnte, ohne die Gefahr allzusehr anwachsen zu lassen, die Ausführung von Bauwerken vermeiden wollte, welche dereinst nach Realisirung der projectirten Durchstiche überflüssig würden.

Von der Tardisbrücke bis Kriessern sind die Uferlinien als definitiv festgestellt zu betrachten und zwar so, dass die Flussbreite circa 120 M. beträgt. Ueber die Form

des Flussquerprofiles bestanden früher keine bindenden Bestimmungen. Doch scheint man ursprünglich an ein sogenanntes doppeltes Profil gedacht zu haben, wie dasselbe in der beigelegten Tafel Fig. 4 im Normalprofil für die Durchstiche angedeutet ist. In letzter Zeit hat man sich dahin geeinigt, von Tardisbrücke bis Büchel das einfache Profil mit 6,3^{m} Wuhrhöhe und von da abwärts ein Doppelprofil mit 3^{m} Wuhrhöhe und 7,2^{m} Totaltiefe von der Binnendammkrone aus gerechnet herzustellen.

Ueber die zweckmässige Höhe des innern Theiles des Doppelprofiles bestehen im Allgemeinen verschiedene Ansichten. Bekanntlich lässt man denselben an vielen Flüssen nur bis an den Mittelwasserstand ansteigen, währenddem an andern der concentrirte Abfluss bis zu den gewöhnlichen Hochwasserständen beibehalten und nur für ausserordentliche Hochwasser die weitere Ausbreitung in den obern Theil des Profiles gestattet wird. Letzterem darf man am Rhein den Vorzug geben. Man bezweckt bei Annahme des Doppelprofils einen möglichst concentrirten Abfluss und damit verhältnissmässig grosse Geschwindigkeit bei kleinern Wasserständen; umgekehrt bei Hochwassern eine Vergrösserung des benetzten Profilumfanges und damit eine verhältnissmässig kleine Geschwindigkeit, namentlich an den Ufern. Da wo der äusserste Uferrand, wie es am Rhein meistens der Fall ist, durch einen Damm gebildet wird, ist diese Anordnung von grossem Werth, weil bei Hochwasser die Gefahr eines Uferbruches, also hier eines Dammbruches, kleiner ist als bei einfachem Profil, welches concentrirten Abfluss und damit auch grössere Geschwindigkeit am Ufer verursacht. Ein weiterer Vortheil des Doppelprofils ist der grössere Rauminhalt des Flussbettes, welcher eine Vertheilung der kurz andauern-

den Hochwasser ermöglicht. Es ist bekannt, dass an einem Flusse Ueberschwemmungen in den obern Gegenden die Gefahr für die untern Uferstrecken vermindern; weil dabei eine Theilung der Wassermengen stattfindet, die andauert, bis dass das Ueberschwemmungsgebiet gesättiget ist. Erst von da an wird wieder die ganze Wassermenge im Flussbette nach unten abgeliefert und dort die Gefahr wieder aufs Höchste gesteigert, wenn die Zuflüsse von oben herab gleich stark geblieben sind. Wenn aber dieselben unterdessen abgenommen haben, dann wird in der Flussstrecke, welche unterhalb dem überschwemmten Gebiete sich befindet, der Wasserspiegel nie so hoch steigen, wie es geschehen wäre, wenn die Ueberschwemmung nicht stattgefunden hätte. Ganz ähnlich verhält sich die Sache, wenn man die Form des Profils so wählte, dass die Geschwindigkeit klein und in Folge dessen der Querschnittsinhalt gross wird. In diesem Falle wird bei eintretendem Hochwasser zum Füllen des Flussbettes eine grössere Wassermenge in Anspruch genommen, als dannzumal, wenn die Profilform zu einer grossen Geschwindigkeit passt. Wenn es möglich ist, die Breite des doppelten Profils so zu vermehren, dass die Füllung des Flussbettes mehr Zeit in Anspruch nimmt, als der Dauer der höchsten gefährlichsten Hochwasser entsprechend ist, dann hat man für die untern Gegenden in der That die Gefahr vermindert. Der Wasserstand wird daselbst nicht diejenige Höhe erreichen, welche einträte, wenn von oben herab das einfache Profil vorhanden wäre. Später dagegen muss das Wasser, welches im doppelten Profile gesammmelt wurde, wieder ablaufen. Die Zeit, welche hiefür in Anspruch genommen wird, entspricht in den untern Gegenden einer Verlängerung der Dauer der Hochwasser.

Aus dem Vorhergehenden ist zu entnehmen, dass bei Annahme eines doppelten Profils unter Umständen streckenweise ein Herabsetzen der allerhöchsten Wasserstände möglich ist. Dass dafür die Dauer der gleichwohl noch eintretenden, wenn auch etwas niedrigern, doch immer noch ausserordentlich hohen Wasserstände grösser ist, als bei Einhaltung der einfachen dem raschen Abflusse günstigen Profilform. Da am Rhein die äusserste Uferlinie des Doppelprofils fast ausschliesslich durch Dämme gebildet werden müsste, so dürfte es wohl als vortheilhaft betrachtet werden, wenn man diese weniger hoch zu machen brauchte. Allein die Ersparniss an Höhe kann keine sehr bedeutende sein und wird theilweise wieder aufgewogen durch die Nothwendigkeit stärkere Constructionen anzuwenden, welche der länger andauernden Strömung widerstehen.

Da im einfachen zweckmässig geformten Profil die Geschwindigkeiten grösser sind als im doppelten, so ist dasselbe auch für den Geschiebetransport günstiger. Dieser Umstand hat auf St. Gallischer Seite für die obern Gegenden zur Annahme des einfachen Profils geführt. Auf derjenigen Linie, welche einer durch Staatsvertrag festgesetzten Breite von circa 120 M. entspricht, wird ein sogenanntes Hochwuhr erstellt, dessen Construction in Fig. 3 der beigelegten Tafel angedeutet ist. Um Geschiebsablagerungen hinter der Uferlinie, namentlich auf demjenigen Boden, welcher dem Flussbette abgewonnen ist, zu ermöglichen, gibt man dem Wuhr nicht von Anfang an diejenige Höhe, welche die höchsten Wasserstände hindert, über dasselbe hinwegzugehen. Der Aufbau findet allmälig statt und kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Man beginnt auf der Uferlinie mit Ausheben einer Vertiefung

von circa 2,50 M. Breite. Längs derselben wird mit dem gewonnenen Material ein Kiesdamm erstellt und vorläufig dem Ganzen einige Festigkeit durch Herstellung des sogenannten Vorgrundes im ausgehobenen Graben gegeben, wie in Fig. 2 angedeutet ist. Dieser Vorgrund besteht aus Trockenmauerwerk von circa 2,50 M. Breite und 1 M. Höhe mit einem Fundamente von Faschinenholz. Letzteres wird der Länge nach in den Graben gelegt und mit Querruthen so zusammen geflochten, dass die Reisiglage ein fest zusammenhängendes Ganzes bildet, welches im Stande ist, dem Vorgrunde bei eintretenden Unterspühlungen eine gleichmässige Senkung zu sichern. Damit wird seiner Bestimmung, den zukünftigen Damm vor Abrutschungen, die in Folge der Vertiefung des Flussbettes entstehen könnten, zu sichern, vollständig Genüge geleistet. Der Vorgrund selbst kann und soll tiefer sinken, wenn Unterspühlungen stattfinden; dann muss er sofort wieder erhöht werden, so dass der Fuss des Dammes gegen jede Beschädigung, welche die Strömung verursachen könnte, gesichert bleibt. Es kann das durch Nachwerfen von Steinen leicht geschehen.

Im ersten Jahre bleibt der Kiesdamm ohne weitern Schutz. Theilweise wird er weggeschwemmt, doch genügt der Vorgrund, um ihn vor vollständiger Zerstörung zu sichern. Diese Abgrenzung der neuen Linie ist stark genug, um zwischen derselben und dem alten Ufer die Geschwindigkeit der Strömung so zu vermindern, dass erhebliche Geschiebsablagerungen stattfinden können. Durch Erstellung von Traversen, aus Kiesdämmen mit Steinpflasterung bestehend, wird dieser Vorgang noch befördert. Im zweiten Jahre beginnt man mit der Herstellung und vollständigen Sicherung des Wuhres. Der Kiesdamm wird

zuerst erhöht, dann nach der Flussseite hin mit einer starken Steinpflasterung von 0,60 M. bis 0,75 M. Stärke am Fusse versehen. Hiebei geht man nicht immer bis auf den höchsten Wasserstand. Oft lässt man die Hochwasser eine Zeit lang überstürzen, damit sie auch noch in dieser Bauperiode ihr Geschiebe zwischen dem neuen Wuhre und dem alten Ufer ablagern können. Damit indessen der Kiesdamm nicht fortgespühlt werden kann, ist es nothwendig, auch die Rückseite und die Krone durch eine kleine Mauer und durch Pflasterung zu sichern. Um den Fuss der Mauer auf der Uferseite vor Unterwaschungen zu bewahren, genügt in der Regel eine Faschine, so angebracht, wie es in Fig. 3 angedeutet ist; denn auch bei vollständiger Unterwassersetzung ist die Geschwindigkeit der Strömung daselbst nicht bedeutend. Nach Erhöhung des Wuhres über die höchste Wasserstandslinie hört auf der Rückseite die Strömung ganz auf und es ist desshalb die Sicherung der Oberfläche des Kiesdammes gegen Abspühlung daselbst nicht mehr nothwendig. Nur auf der Flussseite wird die Pflasterung bis zur Dammkrone fortgeführt, weil oben die Gefahr der Zerstörung kleiner ist als am Fusse, mit abnehmender Dicke, in der Regel bis auf 0,30 M.

Da wo der Kiesdamm auf der Rückseite nicht gepflastert wird, muss man sicher sein, dass das Wasser nie überstürzt. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass grössere Hochwasser, als die höchsten bekannten, möglich sind, wird desshalb ein bestimmtes Maass zugegeben. Man nimmt in den meisten Fällen an, hiezu genügen 0,60 M. Dieses Maass ist nur dann gerechtfertigt, wenn es möglich war, die grössten bekannten Hochwasser an der betreffenden Stelle vollständig zu beobachten. Denn oberhalb stattfindende Ueberschwemmungen können die Höhe der Wasser-

linie so bedeutend herunter treiben, dass 0,60 M. zur Sicherung für die Zukunft bei Weitem nicht ausreicht. Diesem Umstande ist es zuzuschreiben, dass in letzter Zeit an vielen Orten der Wasserspiegel höher gestiegen ist, als man vorausgesehen hatte, so dass die Höhe neu erstellter Wuhre unzureichend war.

Das angenommene Correctionssystem gestattet in kurzer Zeit die Herstellung des gewünschten neuen Flussprofiles. Nach Senkung der Sohle gibt der Vorgrund, sofern nicht versäumt wird, da wo es als nothwendig erscheint, Steine nachzuwerfen, der Uferversicherung genügende Sicherheit. Diesen Vortheilen gegenüber erscheint dagegen als Uebelstand, die Schwierigkeit, hinter dem neuen Wuhr den Boden durch Geschiebsablagerungen zu erhöhen. Im Anfang zwar finden solche, wie oben angedeutet wurde, in befriedigender Weise statt, nehmen jedoch mit der Erhöhung der Wuhre ab und hören fast ganz auf, wenn der Damm mit seiner Pflasterung über die Hochwasserlinie hinauf gebaut ist. Nur durch einzelne Lücken, die hie und da offen gelassen sind, kann trübes Wasser eindringen und streckenweise durch unbedeutende Ablagerungen die nothwendige Erhöhung des Uferlandes fortsetzen. Diese Erhöhung sollte rascher vor sich gehen und zwar bis auf eine Breite vom Wuhr aus landeinwärts, welche genügen kann, um dem Rhein einen Durchbruch in das weiter hinten tiefer gelegene Uferland unmöglich zu machen. Das richtige Maass hiezu ist schwer zu geben. Man kann wohl sagen: je breiter desto besser; allein es ist schon früher angedeutet worden, wie sehr die Techniker darauf angewiesen sind, von dem Uferlande, welches für die Landwirthschaft schon gewonnen ist, für die Correction wenig in Anspruch zu nehmen, demnach die Breite für

die Verlandung, so weit es angeht, zu vermindern. Diese Verminderung kann mit Beruhigung um so weiter getrieben werden, je fester die Uferversicherungen sind. Letzteres ist ein sehr unbestimmtes Maass; denn es hängt namentlich von dem Fleisse ab, der in Zukunft auf Unterhaltung der Wuhre verwendet wird. Auf vorarlbergischer Seite ist bekanntlich das Rheinufer streckenweise schon seit längerer Zeit in einem geregelten Zustande. Es ist wohl anzunehmen, dass man auf Schweizerseite die Ufer eben so gut unterhalten werde, wie dort bisher geschehen, und gestützt hierauf darf man mit Sicherheit annehmen, dass eine Bodenerhöhung am Ufer in derjenigen Breite, welche der Lage des Ueberschwemmungsdammes im Normalprofile für die Durchstiche Fig. 4 entspricht, nie durchbrochen werde. Demnach dürfte es wohl als zweckmässig erscheinen, der Erhöhung zwischen dem Flusse und dem gegen Ueberschwemmungen zu sichernden Uferlande eine Breite von circa 45 M. zu geben.

Bei angenommenem einfachem Profil erscheint es als zweckmässig, diese Anschwemmungen bis über den höchsten Wasserstand hinauf vor sich gehen zu lassen. Es sind nur wenige Seitengewässer vorhanden, welche zur Erhöhung des Bodens benutzt werden können, und man muss daher diese Arbeit in der Hauptsache dem Rheine selbst zuweisen. Durch Canäle, welche weiter oben das Wasser des Flusses hinter die Dämme leiten und gleichlaufend mit demselben mit geringerem Gefälle weiterführen, ist es möglich, den Materialablagerungen allmälig die gewünschte Höhe zu geben.

Indessen wird es nothwendig sein, wie gegen den Fluss hin durch das Uferwuhr, auch auf der Bergseite das Colmatirungsgebiet zu begrenzen. Ursprünglich hielt man hiefür die alten Ueberschwemmungsdämme für genügend.

Meistens befinden sich dieselben in einer Entfernung von der neuen Uferlinie, welche dem zu erhöhenden Boden genügende Breite sichern würde, so dass in der That diese ursprüngliche Ansicht auch jetzt noch als die richtige betrachtet werden muss. Allein die wiederholten Rheineinbrüche haben das Zutrauen zu diesen alten Dämmen so sehr erschüttert, dass man sich genöthigt gesehen hat, den Wünschen der bedrohten Grundbesitzer nachzugeben und auf grosse Strecken neue Ueberschwemmungsdämme auszuführen, deren Krone wie diejenige der Wuhre über der Hochwasserlinie liegt. Demnach befindet sich das Vorland zwischen zwei Dämmen, welche beide über den Hochwasserstand hinauf reichen, so dass bei Vollendung der Correction der innere im Grunde nur dann zur Wirkung kommt, wenn das Wuhr durchbrochen ist. Aus den starken Dimensionen, welche man den Binnendämmen gegeben hat, darf geschlossen werden, dass in der That diese Anschauungsweise Geltung hatte; denn nur zur Abgrenzung bei der Einleitung des Colmatirungsverfahrens würden schwächere Dämme genügende Sicherheit bieten. Bei Einbrüchen des Rheins dagegen werden auch stärkere Binnendämme nur dann widerstehen, wenn sie mit einer Steinpflasterung eben so stark wie die Uferwuhre versichert sind. Wenn Letztere durchbrochen wurden, so geschah es in den meisten Fällen, weil sie zu niedrig waren, durch Uebersturz und Hinterspühlung, so dass in ganz kurzer Zeit eine grosse Lücke entstand. Der Wasserspiegel über dem Vorlande war viel niedriger als derjenige im Flusse. Dieser Höhenunterschied verursachte eine starke Seitenströmung, welcher nur die stärksten Constructionen, nicht aber ein Kiesdamm, dessen Böschungen spärlich mit Gras bewachsen sind, hätten Widerstand leisten können. Durch Ver-

stärkung der Dimensionen des Dammes gewinnt man nicht viel; nur durch Versicherung der Böschungsoberfläche und durch Verhinderung der starken Strömung kann dem Uebelstande begegnet werden.

Ein Mittel zur Sicherung des Binnendammes gegen die Zerstörung durch das fliessende Wasser ist: Bepflanzung des Vorlandes mit dichtem Gebüsche und sorgfältige Unterhaltung des Graswuchses an den Böschungen. Diese Anordnung ist namentlich bei Einhaltung des Doppelprofiles sehr zu empfehlen, würde aber auch bei Erhebung des Uferwuhres über den höchsten Wasserstand gute Dienste leisten, obwohl vollkommene Sicherheit in diesem Falle nicht versprochen werden kann; denn einer starken Strömung, wie sie der Höhenunterschied der Wasserspiegel im Flusse und auf dem Vorlande unmittelbar nach dem Wuhrbruche verursacht, würde auch das dichteste Gebüsch nicht unbedingt widerstehen. Anders verhält es sich bei Annahme des doppelten Profiles. Ein Uebersturz über das Uferwuhr schadet nicht. Weil man auf denselben gerechnet hat, so sind überall die nöthigen Vorsichtsmaassregeln gegen Hinterspühlung getroffen. Uebrigens steigt in kurzer Zeit, nachdem der Fluss bis über die Krone der Uferwuhre angestiegen ist, der Wasserspiegel des Vorlandes höher, so dass Seitenströmungen direct gegen die Binnendämme nicht mehr stattfinden und der Abfluss parallel mit denselben ist durch das Gebüsch so sehr verzögert, dass bei nur einigermaassen sorgfältiger Graspflanzung auf den Böschungen von Wegspühlen des Dammes keine Rede sein kann.

Man muss demnach voraussetzen, dass bei Einführung des Doppelprofiles im Sinne der Einhaltung einer grössern Flussbreite für die hohen Wasserstände die Bepflanzung

des Vorlandes bessere Dienste leiste als bei einfachem Profile, obwohl sie den Binnendamm bei jedem Hochwasser schützen muss. Vollkommene Sicherheit gewähren die Wuhre des einfachen Profiles nur dann, wenn sie so construirt sind, dass der Rhein unter keinen Umständen einbrechen kann. In diesem Falle ist aber der Binnendamm überflüssig. Uebrigens würde eine Wuhrconstruction, welche diese Sicherheit gewährt, mehr kosten als die Erhöhung des Vorlandes durch Anschwemmung, und weil das letztgenannte Mittel zudem das bessere ist, so muss dessen Anwendung empfohlen werden.

Die bestehenden Binnendämme sind meistens weiter vom Wuhr entfernt als 45 M. und es entsteht demnach durch Colmatirung zwischen dem Flusse und dem gegen Ueberschwemmungen zu sichernden Lande ein Erdkörper von grösserer Breite. Man darf daher mit Zuversicht annehmen, dass mit wenigen Ausnahmen diese bestehenden Binnendämme für Begrenzung des durch Anschwemmung zu erhöhenden Gebietes die richtige Lage haben. Es versteht sich, dass sie auch hoch genug sein müssen; so hoch, dass bei den höchsten Rheinständen kein Wasser überstürzen kann. Damit auch dieser Bedingung Genüge geleistet ist, wird wohl an vielen Stellen Erhöhung nothwendig sein.

Nun fragt es sich: bis in welche Höhe soll die Anschwemmung zwischen Wuhr und Binnendamm weiter geführt werden? Ursprünglich hatte man die Absicht dieselbe zu beschränken, nach deren Vollendung das Uferwuhr bis auf das Niveau ihrer Oberfläche abzubrechen und so ein Doppelprofil im Sinne der Erweiterung für die Hochwasser herzustellen. Später ist man von diesem Gedanken abgekommen und es besteht jetzt die Absicht, die über den höchsten

Wasserstand hinauf gebauten Wuhre in ihrer ganzen Ausdehnung für immer stehen zu lassen. Daraus folgt, dass es nothwendig sein wird, die Colmatirung des Vorlandes ebenfalls bis über den höchsten Wasserstand hinaus fortzusetzen. Viele Jahre werden vergehen, ehe die Materialablagerungen längs der ganzen Uferlinie diese Höhe erreicht haben. Indessen ist ganz besondere Sorgfalt auf Unterhaltung der Wuhre zu verwenden. Die geringsten Beschädigungen sind gefahrbringend. Damit jede Reparatur ohne Verzug, sobald sie nothwendig ist, in Ausführung kommt, muss strenge Aufsicht gehandhabt werden. Die grösste Gefahr droht, wie schon angedeutet wurde, wenn das Wasser überstürzen kann. In erster Linie muss man desshalb die Wuhre und Dämme erhöhen, überall wo sie sich als zu niedrig zeigen.

Da es nachgewiesen ist, dass die meisten Rheineinbrüche der Jahre 1868 und 1871 stattfinden konnten, weil die Wuhre zu niedrig waren, so glaubt man vielfach den bauleitenden Technikern desshalb Vorwürfe machen zu dürfen, allein man übersieht, dass es früher nicht möglich war die höchsten Wasserstände zu beobachten und dass die Mittel zur Bestimmung der grösstmöglichen Wassermengen fehlten, weil dieselben zur Zeit des ungeregelten Zustandes des Rheines ganz andere waren.

Wohl mögen die starken Regengüsse des Jahres 1868 an sich schon unheilbringend gewesen sein, auch ist nicht zu läugnen, dass die Entwaldung im Hochgebirge das Uebel in erheblichem Maasse vermehrt hat; doch wäre es ein Irrthum, wenn man diesen Verhältnissen allein die Rheineinbrüche zur Last legen wollte. Auch die Behauptung, es seien die Hochwasser des Jahres 1868 mit ihren Geschiebsablagerungen in den untern Gegenden Ursach der

unerwartet hohen Rheinstände im Jahre 1871, hat keine sicheren Beweise als Grundlage und gewiss sind nur locale Geschiebsablagerungen von Einfluss auf die Wasserspiegelhöhen gewesen.

Zum grössten Theil muss man die Vermehrung der Wassermengen in den untern Gegenden der fortschreitenden Correction des Flusses selbst zuschreiben.

Die Hochwasser, namentlich die ausserordentlich grossen, sind bekanntlich von kurzer Dauer. Früher im unregelmässigen Flusslaufe, bei Ueberschwemmungen, die immer bei wachsendem Rhein eintraten, fand eine Ausbreitung statt, die länger andauerte als die Regengüsse. Das Wasser, in den Flusskrümmungen und im Ueberschwemmungsgebiete zurückgehalten, konnte nur allmälig abfliessen, so dass für die untern Gegenden in oben beschriebener Weise bei längerer Dauer der Hochwasser kleinere Durchflussmengen verblieben, als gegenwärtig. Jetzt wird die ganze Wassermenge durch das regelmässige Flussbett rasch abgeführt, es fliesst viel mehr an einer und derselben Stelle bei Annahme im Uebrigen unveränderter Verhältnisse gleichzeitig vorbei und folglich steigt auch der Wasserspiegel höher.

Es wäre ein Irrthum, wenn man annehmen wollte, die Wiederbewaldung im Hochgebirge werde eine Reduction der Hochwasser auf das frühere Maass zur Folge haben. Das darf man nicht erwarten. Im Gegentheil, auch nach Vollendung der Waldpflanzungen wird man vermuthlich in den untern Gegenden annähernd dieselben Hochwasserstände wie jetzt beobachten können, weil dannzumal auch das Flussbett von Thusis bis zum Bodensee regelmässig sein und die oben vielleicht etwas kleinern Wassermengen um so rascher nach unten ableiten wird. Uebrigens werden

die entwaldeten Flächen noch lange nicht wiederbewachsen sein, wenn die Rheincorrection vollendet ist. Man muss desshalb die Dämme so hoch machen, dass sie dem gegenwärtigen Zustande des Flussgebietes unter Annahme der vollendeten Regulirung des Bettes entsprechen.

Da bis jetzt die bedeutenden Hochwasser immer mit Einbrüchen verbunden waren, so ist man noch nie dazu gekommen durch directe Messungen auszumitteln, wie viel Wasser im höchsten Fall durch den Rhein in der Secunde in den Bodensee abfliessen kann. Ueberhaupt fehlen genaue Messungen. Noch vor 50 Jahren hat man angenommen, die gewöhnlichen Hochwasser bringen per Secunde 4—600 Cubikmeter und jetzt schätzt man 11—1400 Cubikmeter. Dass die ausserordentlichen Hochwasser über 2000 Cubikmeter per Secunde ansteigen können, darüber ist man einig. Einzelne Beobachter glauben bis auf 2700 Cubikmeter per Secunde gehen zu müssen. Obwohl keines dieser Maasse auf grosse Genauigkeit Anspruch machen kann, so darf man doch mit Zuversicht annehmen, dass das letztgenannte eher zu gross als zu klein sei; doch wird man gut daran thun, bei Bestimmung der nothwendigen Höhe für Wuhre und Dämme, auf diese Wassermenge zu rechnen.

Da wie gesagt bis jetzt die Mittel zur directen Beobachtung der nothwendigen Profildimensionen fehlen, so ist man für Ausmittlung der Wassertiefe auf die Rechnung angewiesen. Je kleiner das Gefäll, desto grösser wird bei constanter Breite die Tiefe sein. Für Bestimmung der Gefälle ist nicht der gegenwärtige Zustand des Flusses allein maasgebend, man muss auch darauf Rücksicht nehmen, wie sich dieselben nach vollendeter Correction gestalten werden. Uebrigens braucht man letztere

nur in Betracht zu ziehen um zu berechnen, wie weit man die Wuhre beim Ausfegen der Flussohle darf nachsinken lassen, denn in gegenwärtigem Zustande erfordert der Rhein höhere Dämme, als später, wenn die Durchstiche realisirt sind.

Für Bestimmung der mittleren Geschwindigkeiten aus Gefällen und Querprofilen müssen Erfahrungscoefficienten in Rechnung gebracht werden. Dieselben sind für die schweizerischen Flüsse noch nicht mit derjenigen Genauigkeit bestimmt, die nothwendig ist, um unter allen Umständen brauchbare Resultate zu erhalten. Im vorliegenden Fall jedoch reicht ein weniger genaues Verfahren aus, weil die Vermehrung der Höhe der Dämme um 0,60 über das berechnete Maass hinaus auch hiefür genügende Sicherheit bietet. Da endlich die Aenderung des Gefälls nur auf grössere Strecken messbar ist, so darf man dasselbe ohne Fehler soweit als unveränderlich betrachten, dass die Formel

$$h = l \frac{p}{f} \cdot \frac{v^2}{c^2}$$

genügende Genauigkeit bietet.

In obiger Gleichung bedeutet:

h das Gefäll auf die Länge l;
p den benetzten Umfang im Querprofil;
f den Querschnitt der Wassermasse;
v die mittlere Geschwindigkeit;
c den Erfahrungscoefficienten.

In einem Geschiebführenden Flusse ist der Erfahrungscoefficient hauptsächlich von der Arbeit abhängig, welche die Strömung beim Materialtransport zu verrichten hat und wird desshalb um so günstiger, je concentrirter das Wasser abläuft. Wenn von einer Stelle des

Flusses zur andern die Verhältnisse nicht gar zu sehr ändern, so kann man sich damit begnügen den Werth von c lediglich von der Grösse $\frac{f}{p}$ abhängig zu machen.

Für Bestimmung der Wuhrhöhen zwischen Tardisbrücke und dem Bodensee wird die Rechnung genügende Genauigkeit bieten, wenn man setzt:

Für $\frac{f}{p}$	den Werth von c
0,05	8,5
0,1	11,7
0,15	14,2
0,2	16,0
0,5	23,3
1,0	30,0
2,0	36,4
3,0	39,7
4,0	41,7
5,0	42,9
6,0	43,8.

NB. Die sämmtlichen Maasse sind in Meter auszudrücken.

Bei Annahme des doppelten Profiles ohne Bepflanzung des Vorlandes würden sich die Abflussverhältnisse bedeutend günstiger stellen, als bei Annahme des einfachen Profiles. Demnach ergäbe sich in ersterem Falle unter sonst gleichen Verhältnissen geringere Wassertiefe. Gleichwohl kann man darauf verzichten diesen Fall näher zu untersuchen, weil, wie oben nachgewiesen worden ist, die Bepflanzung des Vorlandes nothwendig ist, um die Binnendämme gegen Zerstörung zu sichern. Es bleiben demnach nur das einfache Profil und das doppelte mit

Holzanpflanzung auf dem Vorlande miteinander zu vergleichen.

Für das einfache Profil liefert die oben angegebene Formel genügend genaue Resultate; das doppelte Profil mit bepflanztem Vorland dagegen lässt die Abflussverhältnisse nicht so bestimmt erkennen. Man muss die Wassermenge in drei Abtheilungen betrachten: die Mitte und die Wassermengen, welche beidseitig auf dem Vorlande abfliessen. Dabei sind die angegebenen Erfahrungscoefficienten nicht unbedingt brauchbar, weil das Gebüsch stärkeren Widerstand leistet als das Geschiebe und zwar so, dass die abfliessende Wassermenge auf dem Vorlande ganz unbedeutend ist. Aber auch für den mittleren Theil des Profils findet, so weit die Strömung an das Gebüsch angrenzt, eine Verzögerung statt, welche über das durch den Coefficienten berücksichtigte Maass hinausgeht. Man darf wohl annehmen, dass die letztgenannte Verzögerung durch die auf dem Vorlande durch das Gebüsch hindurch abfliessende Wassermenge mehr als ausgeglichen werde und kann demnach ganz beruhigt sein, wenn im Doppelprofil den Binnendämmen diejenige Höhe gegeben wird, die sich für die Wuhre im einfachen durch die Rechnung als nothwendig erweist. Die Ungewissheit, in der man sich mit Bezug auf die Wassermenge, welche durch das Gebüsch und neben demselben abfliessen kann, befindet, führt demnach im ungünstigsten Falle dazu, die Dämme um einige Centimeter zu hoch zu machen; eine Ungenauigkeit, die gar nicht in Betracht fällt, da ja die Sicherheitsmaassregeln, die wegen Beobachtungsschwierigkeiten nothwendig sind, das Maass derselben weit übersteigen. Es wird desshalb genügen, die Wuhrhöhen für das einfache Profil zu bestimmen.

Für die angenommene Wasserspiegelbreite von 120 Meter lassen sich unter Annahme einer bestimmten Wassermenge mit Hülfe der oben angegebenen Formel die Gefälle zu den verschiedenen Tiefen ausmitteln, und indem man zu jeder Tiefe 60 Centimeter hinzuzählt, findet sich die nothwendige Höhe der Wuhrkrone über der Flusssohle. Hiemit geben sich die Hülfsmittel zur Aufstellung einer Tabelle für die zu den verschiedenen Gefällen passenden Wuhrhöhen. Es hätte keinen Zweck diese Tabelle hier mitzutheilen.

Bei der Verschiedenheit der Angaben über die grössten im Rheine abfliessenden Wassermengen, ist es nöthig, den Einfluss in Betracht zu ziehen, welchen dieselben auf die Wuhrhöhen ausüben.

Vor dem Jahre 1868 hielten Viele die Behauptung, es könnten die ausserordentlichen Hochwasser mehr als 2000 Cubikmeter per Secunde betragen, für übertrieben und jetzt hält man das Maass von 2700 Cubikmeter per Secunde nicht mehr für unmöglich. Bisher hat man in den untern Gegenden vermuthlich noch nie 2000 Cubikmeter per Secunde bei einander gehabt. Wenn man nun voraussetzt, später werden einmal 2700 Cubikmeter kommen, dann ist es der Mühe werth zu untersuchen, um wie viel die Wuhre zu niedrig sind, wenn deren Höhe lediglich gestützt auf bisherige Beobachtungen ausgemittelt worden ist. Der Unterschied ist je nach den Gefällen verschieden. Man muss desshalb ein Bestimmtes annehmen; z. B. dasjenige von 1 pro mille, welches der Rhein in der Gegend von Diepoldsau besitzt.

Die Wasserspiegelbreite nehme ich an zu 120 Meter. Die Uferböschungen $1^1/_2$ malig. Dann findet sich für 2000 Cubikmeter Wasser per Secunde und 1 pro mille

Gefälle eine Wassertiefe von 5,75 Meter. Denn es ist für die Wasserspiegelbreite von 120 Meter bei dieser Tiefe die Sohlenbreite 102,74 Meter und daraus erhält man für die in der Formel enthaltenen Werthe

$$f = 640{,}4\ \square^m \quad p = 123{,}5^m$$

$$\frac{f}{p} = 5{,}18 \text{ dazu ist } c = 43{,}2 \text{ zu setzen.}$$

$$v = \frac{2000}{f} = 3{,}123^m \quad l = 1000.$$

Hieraus erhält man $h = 1{,}008$.

Bei 2700 Cubikmeter Wasser per Secunde würde die Tiefe 7 Meter betragen, wie sich herausstellt, wenn man in gleicher Weise rechnet wie es soeben geschehen ist.

Für die Wasserspiegelbreite von 120 Meter findet man bei Annahme von $1\frac{1}{2}$maliger Böschung und 7 Meter Tiefe 99 Meter Sohlenbreite und daraus erhält man:

$$f = 766{,}5\ \square^m \quad p = 124{,}2^m$$

$$\frac{f}{p} = 6{,}17 \text{ und hiezu für } c: 43{,}9$$

$$v = \frac{2700}{f} = 3{,}52 \quad l = 1000.$$

Diesen Werthen entspricht, wie verlangt wurde,

$$h = 1{,}04.$$

Aus diesen Rechnungen geht hervor, dass bei Ansteigen der Wassermenge von 2000 auf 2700 Cubikmeter per Secunde die Wassertiefe um $1\frac{1}{4}$ Meter grösser wird, bei einem Gefäll von 1 pro mille.

Bei stärkern Gefällen ist die Differenz nicht so gross, aber immerhin bedeutend genug, um die Schwankungen des Wasserspiegels bei der Ungewissheit über die Grösse

der zu erwartenden Wassermengen als sehr bedenklich erscheinen zu lassen.

Aus dem Vorhergehenden geht klar hervor, wie schwer es ist für die Wuhre die richtige Höhe zu bestimmen; denn die Wassermengen können erst dann mit Sicherheit ausgemittelt werden, wenn der Rhein in seiner ganzen Ausdehnung concentrirt abfliesst, folglich erst nach Vollendung der Correction. Vorher muss man sich mit annähernden Schätzungen behelfen, die um so schwieriger sind, je bedeutender bei den selten eintretenden höchsten Wasserständen die Ueberschwemmungen sich zeigen. Noch jetzt, nachdem die Correctionsarbeiten weit vorgeschritten sind, ist man ja im Zweifel darüber ob 2000 Cubikmeter oder 2700 Cubikmeter per Secunde das richtige Maximalmaass sei. Die Wahrscheinlichkeit spricht für die erstgenannte Zahl. Ist sie die richtige und rechnet man aber auf die grössere, dann werden die sämmtlichen Wuhre und Dämme um circa 1 Meter höher gemacht, als später sich als nothwendig erweist.

Die bedeutende Kostenvermehrung, welche hiemit verbunden ist, lässt es nur dann als passend erscheinen, so weitgehende Vorsichtsmaassregeln zu ergreifen, wenn bestimmte Daten vorhanden sind, welche für die Möglichkeit der grössern Wassermenge sprechen. Das Bestreben, unnöthige Ausgaben zu vermeiden, hat auch seine Berechtigung. Wer sich in die Lage der Techniker hineindenkt, welche gezwungen sind, Wuhrhöhen zu bestimmen zu einer Zeit, in der die Beobachtungen sehr ungewisse Resultate geben und welche darauf angewiesen sind, auch mit Bezug auf den Kostenpunkt vorsichtig zu verfahren, der wird es begreiflich finden und entschuldigen, wenn später ein

Irrthum sich zeigt, so dass bei ausserordentlicher Wassergrösse ein Uebersturz stattfindet.

Das angenommene Correctionsverfahren setzt die Eingrenzung des Flussbettes nach kurzer Zeit voraus. Schon zwei bis drei Jahre nach der Herstellung des Vorgrundes, oft früher, sind die Wuhre der Höhe des zukünftigen Ufers entsprechend aufgebaut. Es drängt sich die Frage auf, ob nicht ein langsameres Vorgehen zweckmässiger gewesen wäre. Zwei Vortheile hätten sich damit verbunden: Einerseits wäre die Erhöhung des Uferlandes durch Colmatirung leichter vor sich gegangen; Materialien, die jetzt durch die Strömung bis in den Bodensee transportirt werden müssen, hätte man hinter der Uferlinie ablagern können; anderseits wäre der Uebergang vom ungeregelten Zustande des Flusses in den geregelten allmälig vor sich gegangen, man wäre nicht in den Fall gekommen, wie es beim schnellen Bau oft geschehen muss, den Rhein quer über Kiesbänke zu treiben und man hätte durch fortgesetzte directe Beobachtungen so zu sagen von selbst das richtige Maass für das Querprofil gefunden.

Dieses Verfahren, welches in neuester Zeit häufig unter Anwendung der continuirlichen Faschinensenkwalzen gute Dienste geleistet hat, könnte auch mit Stein und Kiesdämmen eingeleitet werden. In der ersten Bauperiode würde in gleicher Form vorgegangen, wie es bei dem angenommenen Correctionssystem geschieht; dagegen müsste man jedenfalls nach Erstellung des Vorgrundes zuwarten, bis dass die Verlandung hinter demselben, bis auf dessen Höhe vollständig wäre. Dann um Weniges erhöhen durch Wiederherstellung des Kiesdammes und vollständige Pflasterung desselben, so dass die mittleren und hohen Wasserstände überstürzen können und die Colmatirung vorschrei-

tet. Es versteht sich, dass dieselbe durch Erstellen von Traversen, Flechtzäunen und dergleichen zu unterstützen ist. Nachdem die Verlandung hinter dem Damme bis auf seine Kronenhöhe vorgeschritten ist, wird wieder um Weniges erhöht und so fort, bis dass man allmälig in die Linie der Hochwasser gelangt, wenn nicht das Doppelprofil vorgezogen und in Folge dessen mit der Erhöhung des Wuhres früher aufgehört wird.

Mehrkosten gegenüber dem angenommenen Verfahren würde das wiederholte Herstellen und von Erhöhung des Wuhres Wieder-Abbrechen der Pflasterung und die Versicherung der hinteren Böschung verursachen. Letzterer könnte leicht mit Faschinenwerk genügende Festigkeit gegeben werden, wenn die Pflasterung sich als zu kostspielig erwiese. Es versteht sich, dass das Wuhr von Anfang an breit genug angelegt würde, um die nothwendige Erhöhung zu ermöglichen.

Bei diesem langsamen Fortschreiten der Correction wird die Form des Abflusses des Wassers verändert; aber der Uebergang von der vertheilten zur concentrirten Strömung findet allmälig statt, so dass man durch die Veränderung der Wasserspiegelhöhen nicht überrascht wird.

Je weniger man bei Beginn der Correction genöthigt ist das Ueberschwemmungsgebiet einzuschränken, desto besser. Hinter der Uferlinie, welche man durch Parallelwerke begonnen hat, festzuhalten, wird dann um so mehr Boden durch Anschwemmung erhöht. Dass am Rhein der Eigenthumsverhältnisse wegen in dieser Richtung nicht viel geleistet werden könnte, ist oben angedeutet worden. Man musste schon von Anfang an die Linie der bestehenden

Ueberschwemmungsdämme festhalten und für Erhöhung und Verstärkung dieser Ueberschwemmungshindernisse bei steigendem Hochwasserspiegel sorgen. In ähnlicher Weise muss man unter allen Verhältnissen vorgehen. In den meisten Fällen muss man nach einiger Zeit das Colmatirungsverfahren durch Anlage von Ueberschwemmungsdämmen einschränken.

Sehr vortheilhaft gestaltet sich das allmälige Vorgehen, wenn durch Festhalten der Uferlinien in einer der Normalbreite entsprechenden Entfernung die Flusssohle vertieft wird. Das ausgefegte Material ist dannzumal nur auf kurze Strecken zu transportiren und findet durch Seitwärtsablagerung an tiefergelegenen Stellen des Flusslaufes seine zweckmässige Verwendung. Am Rhein wäre streckenweise wenigstens diese Frage in Betracht zu ziehen gewesen, wenn man das Correctionswerk damit begonnen hätte, die Durchstiche oben an der Einmündung in den Bodensee in Ausführung zu bringen. Dann wäre weit hinauf eine erhebliche Vertiefung des Flussbettes die unmittelbare Folge gewesen. Continuirliche Faschinensenkwalzen hätten in diesem Falle gute Dienste geleistet und wären der unmittelbaren Herstellung eines Vorgrundes mit allmälig zu erhöhenden Kiesdämmen mit Steinpflasterung vorzuziehen gewesen. Nun haben sich aber die Verhältnisse anders gestaltet. Die Correction von oben herunter ist nahezu oder ganz vollendet, wenn einmal mit den Durchstichen begonnen wird; allerdings muss nach Realisirung der Letztern die Senkung der Flusssohle auch erfolgen; aber die vollendeten hohen Wuhre werden Jahre lang vorher des Schutzes ihres Fusses durch den Vorgrund bedürfen. Senkwalzen würden diesem Zwecke nicht genügen, denn am Rhein könnten sie nur als vorüberge-

hende Construction gute Dienste leisten und müssten auch dann, wenn ihre Anwendung als zweckmässig erachtet würde, nach Vollendung der Senkung der Flusssohle durch dauerhaftere Steinconstructionen ersetzt werden.

Nachdem nun die Rheincorrection so zu sagen ein vollendetes Ganzes ist, ohne die Durchstiche, so muss der Vorgrund, weil die Flusssohle einstweilen nicht tiefer sinkt, als stabiles Fundament für die Wuhrverkleidung dienen. Hätte er weiter keinen Zweck, dann wäre er zu solid, weil mit andern weitaus geringere Kosten verursachenden Constructionen dem Fuss der Böschungspflasterung genügende Festigkeit gegeben werden könnte. Sobald nachträglich die Durchstiche ausgeführt werden, dann entsteht Bewegung auf der ganzen Uferlinie; der Vertiefung der Flusssohle folgt der Vorgrund, nimmt stellenweise die Gestalt eines Steinwurfs an und wird da, wo die Vertiefung am stärksten ist, nicht ausreichen, so dass von oben herab Steine nachgeworfen werden müssen, um dem Wuhr die nöthige Festigkeit zu geben. Gefahr entsteht hiebei nicht, wenn diese Nacharbeiten mit Umsicht und Fleiss ausgeführt werden; denn die Realisirung der Durchstiche erfolgt langsam fortschreitend und mit ihr ebenso allmälig die Vertiefung der Flusssohle oberhalb; so dass man bei sorgfältiger Beobachtung leicht Zeit findet für die nothwendige Verstärkung des einsinkenden Vorgrundes zu sorgen und so die Wuhre bleibend zu befestigen.

Dem angewandten System sofortiger Ausführung der Wuhre bis auf die zukünftige Uferhöhe ist dasjenige langsamer Erhöhung der Parallelwerke entgegengestellt worden, und ich habe die Ansicht ausgesprochen, dass das letztgenannte System zweckmässig Verwendung gefunden hätte, wenn die Ausführung der Durchstiche am untern

Ende allen andern Correctionsarbeiten vorausgegangen wäre. Continuirliche Faschinensenkwalzen hätten, da wo bedeutende Senkung der Flusssohle zu gewärtigen ist, den Vorzug verdient; bei geringerer Vertiefung des Rheinbettes wären möglicher Weise auf früher beschriebene Art angelegte und allmälig zu erhöhende Kiesdämme mit Pflasterung vortheilhafter gewesen. Unter den bestehenden Verhältnissen jedoch hätte man dieses Correctionssystem nur soweit hinauf empfehlen können, als eine bemerkbare Vertiefung des Flussbettes in Aussicht gewesen wäre. Weiter oben hätte auch bei vorausgegangener Realisirung der Durchstiche das angenommene System den Vorzug verdient, weil mit diesem das Rheinthal in verhältnissmässig kurzer Zeit vor Ueberschwemmungen geschützt werden kann. Da es nicht möglich gewesen ist die Durchstiche früher auszuführen, so wird vorläufig gar nirgends eine erhebliche Vertiefung der Flusssohle zu bemerken sein; und das spricht für das angenommene Correctionssystem auf der ganzen Linie.

Im Allgemeinen thut man gut daran, im Flussbau die landesüblichen Constructionen anzuwenden und nur dann davon abzugehen, wenn man im Stande ist dafür entschieden Besseres einzuführen. An Flüssen, deren Wasser rasch ansteigen mit Ueberschwemmungen drohen oder andere Gefahren bringen, wird es oft nothwendig zum Schutze des Uferlandes eine grosse Zahl von Mannschaft aufzubieten, die nur dann wirksam helfen kann, wenn Jeder mit den Arbeiten, die auszuführen sind, vertraut ist. Werden neue Constructionsformen eingeführt und es müssen zur Herstellung derselben neue Handgriffe erlernt werden, dann geht es lange, bis dass die Anwohner die nöthige Hülfe zu leisten im Stande sind und bei plötzlich eintretender

Gefahr ist man ganz wehrlos, wenn die Neubauten zu den althergebrachten Formen nicht passen.

Neuerungen werden im Allgemeinen von den Uferbewohnern mit Misstrauen angesehen. Selbst entschieden Besseres braucht lange Zeit um Gnade zu finden in ihren Augen. Es ist eine alte Erfahrung, dass jeder Uferbruch, jede Ueberschwemmung, kurz jedes Unglück neu eingeführten Constructionsformen zugeschrieben wird, wenn auch nur die entfernteste Möglichkeit dafür spricht. Bauten, zu denen man Zutrauen hat, werden besser unterhalten, als solche, bei welchen es nicht der Fall ist. Auch das ist ein Grund, diejenigen Formen zu wählen, welche den Uferbewohnern genehm sind.

Schon diese Gründe sprachen dafür, am Rhein das System der Kies- und Steinwuhre mit Dämmen zur Sicherung gegen Ueberschwemmungen dahinter anzunehmen. Diese Constructionen sind in der Gegend die alt hergebrachten und finden auch an dem gegenüberliegenden österreichischen und lichtensteinischen Ufer Anwendung. Uebrigens hätte man sich für dieselben entscheiden müssen, auch wenn in erweitertem Maasse die Auswahl zwischen verschiedenen Systemen möglich gewesen wäre. Die gewählten Materialien sind leicht herbeizuschaffen. Kies findet sich an Ort und Stelle. Die schönsten Steinbrüche sind in kleiner Entfernung vom Rhein auf der ganzen Linie vorhanden; von oben herunter bis Au Kalksteine, die in Form, Grösse und Dauerhaftigkeit nicht besser sein können. Auch die Sandsteine, welche von Au abwärts verwendet werden müssen, so weit nicht vom jenseitigen Ufer her Kalksteine zu annehmbaren Preisen zu haben sind, können den Einflüssen des Frostes gut widerstehen und sind überhaupt für Wasserbauten ganz brauchbar. Für

bedeutende Faschinenwerke wäre das Holz nicht in genügender Menge vorhanden. Uebrigens ist mit Ausnahme der alleruntersten Gegenden das Geschiebe zu stark um für die Uferversicherungsarbeiten an Stellen, die mit der Strömung in Berührung kommen, die Verwendung von Reisig als empfehlenswerth erscheinen zu lassen. Unter allen Umständen leisten die leicht herbeizuschaffenden Steine bessere Dienste. Zweckmässig dagegen ist die Verwendung des Holzes für die Fundamente, obwohl eine etwas veränderte Form vorzuziehen wäre. Gut verbundene Faschinennetze würden bei geringerem Materialverbrauch grössere Festigkeit bieten als das landesübliche Geflecht in der Sohle des Vorgrundes. Für Anwendung von Faschinenwerken, die nur während einiger Zeit wirken müssen, um später durch Steinconstructionen ersetzt zu werden, wie es z. B. der Fall gewesen wäre, wenn man die Vertiefung der Flusssohle durch continuirliche Faschinensenkwalzen hätte herbeiführen können, ist das Geschiebe nicht zu stark. Diese Constructionen hätten auf der ganzen Linie unter Umständen gute Dienste geleistet. Diese Verhältnisse waren aber, wie oben nachgewiesen worden ist, nicht vorhanden, so dass man wahrscheinlich dem angenommenen Wuhrsystem den Vorzug gegeben hätte, wenn vor Beginn der systematisch durchgeführten Correctionsarbeiten der Rhein ganz sich selbst überlassen gewesen wäre. Letzteres war aber nicht der Fall; schon seit langer Zeit wird am Rhein gearbeitet theils um den bebauten Boden vor Ueberschwemmungen zu sichern, theils um dem Flusse Land abzugewinnen.

Die aus früherer Zeit stammenden Bauten haben mit auf die Wahl des Correctionssystems eingewirkt. Sie entsprechen zum Theil der Form, die später definitiv ange-

nommen worden ist. Die Nothwendigkeit, grosse tief gelegene, für die Cultur schon gewonnene, den Ueberschwemmungen theilweise noch ausgesetzte Landstrecken ganz zu sichern, hat hauptsächlich dazu bestimmt, von Anfang an so rasch wie möglich hohe Wuhre herzustellen; denn nach einmal begonnener Correction musste die mehr concentrirte und damit verstärkte Strömung den schwachen alten Hinterdämmen um so gefährlicher werden, wenn man nicht sofort weit genug erhöhte, um das Seitwärtsausbrechen zu verhindern. Man musste desshalb auf den Vortheil vermehrter Materialablagerung hinter der neuen Uferlinie, herbeigeführt durch allmälige Erhöhung der Wuhre, verzichten. Hätte man es nicht gethan, so wäre für lange Zeit nach Beginn der Correctionsarbeiten die Gefahr für das Eigenthum der Uferbewohner vermehrt worden. Es ist wohl wahr, dass Holzpflanzungen zwischen den neu erstellten Wuhren und den alten Dämmen diese Gefahr vermindert hätten; allein auch dieses Hülfsmittel wäre nicht sofort in Wirksamkeit getreten. Auch in gutem Boden hätte das Gesträuch längere Zeit gebraucht, um so stark zu werden, dass es im Stande gewesen wäre durch Abhaltung der Strömung die Dämme sicherzustellen. Uebrigens hätte sich in sehr vielen Fällen der gute Boden nicht gefunden, weil auf weite Strecken hinter der Wuhrlinie nur grosse Kiesflächen vorhanden waren. Erst nach längerer Zeit, durch Einlassen von trübem Wasser, konnten Schlammablagerungen bewirkt und so für Pflanzungen geeigneter Boden gewonnen werden. Diese Localverhältnisse verhinderten mit die sofortige Ausführung eines regelmässigen Doppelprofils. Hätte man die Hinterdämme auch nur annähernd gleichlaufend mit den Wuhren herstellen wollen, so wären dieselben grossentheils in tiefere Stellen

verlassenen Flussbettes hineingekommen als die Wuhre selbst und hätten folgerichtig eben so fest wie diese construirt werden müssen; denn ohne Steinpflasterung hätten die Erd- oder Kiesauffüllungen weniger Widerstand geleistet als die schwachen alten Dämme mit ihren solid mit Gras bewachsenen Böschungen.

Die alten Wuhre und Dämme mussten während vielen Jahren nicht allein für die Bedürfnisse der Landwirthschaft dienenden Boden, sondern auch Ortschaften z. B. Burgerau, Haag, Salez, Montlingen, Au vor Ueberschwemmungen sichern. Wie schwer diese Dörfer leiden, wenn die Uferbauten aufhören Widerstand zu leisten, haben leider die Einbrüche der Jahre 1868 und 1871 nur zu deutlich bewiesen.

Die tiefe Lage der genannten Ortschaften und anderer beweist, dass die Schutzbauten am Rhein theilweise älter sein müssen als die vorhandenen Gebäude, obwohl von einheitlichen Correctionsplänen früher keine Rede war. Noch im vorigen Jahrhundert wurden nur da Arbeiten vorgenommen, wo die momentane Noth dazu Anlass gab. Später zwar reizte die Aussicht auf Gewinn an Grund und Boden, dessen Werth im Allgemeinen zugenommen hatte, zu vermehrten Anstrengungen; aber von gemeinsamen Arbeiten war keine Rede, im Gegentheil man suchte sich meistens auf Kosten der Nachbarn zu schützen. Oft wurde dabei der Rhein mit Gewalt in Krümmungen hineingezwungen.

Am Ende des abgewichenen Jahrhunderts wurde die Wuhrpflicht den Gemeinden aufgebürdet. Dieselben erhielten dafür Güter, die gemeinsamen Allmeinden, und glaubten damit ein gutes Geschäft zu machen. Diese Aenderung hätte können zu besserer Ordnung Anlass geben, da

nun schon für grössere Strecken gleiches Interesse vorhanden war; allein die Planlosigkeit blieb. Wie früher die einzelnen Privaten, so bekämpften sich jetzt die Gemeinden. Dagegen wurde durch die St. Gallische Verfassung des Jahres 1831 mit der Bestimmung, dass im Allgemeinen die Wasserbauten unter sorgfältige staatliche Aufsicht zu nehmen seien, die Grundlage für bessere Zustände gewonnen, nachdem man für den Rhein schon früher durch das Wuhrbauprovisorium vom Jahre 1827 und durch Verträge mit Oesterreich und Lichtenstein über Einhaltung der sogenannten Regulirungsrichtungen zu planmässigem Vorgehen die Einleitungen getroffen hatte. Bestimmtere Gestaltung nahm das Werk in den Jahren 1837 bis 1839 an. Damals wurden die Flussbreiten in einer für die links- und rechtsseitigen Uferstaaten bindenden Weise festgesetzt. Die betreffenden Linien sind zu jener Zeit in neu aufgenommene, lithographirte Pläne eingezeichnet und seither fast unverändert eingehalten worden.

Die Uferbauten im Vorarlberg sind auf Staatskosten rasch zu Stande gekommen. Auch in Lichtenstein haben die Arbeiten einen befriedigenden Fortgang genommen. Nicht so im Canton St. Gallen. Dort hatten die Gemeinden fast ausschliesslich die Kosten zu tragen und ihre Mittel erlaubten nicht mit den am gegenüberliegenden Ufer ausgeführten Arbeiten gleichen Schritt zu halten; was um so bedenklicher war, da nun bei fortschreitender Correction die an sich zweckmässige concentrirtere Strömung die schwachen Werke nur zu oft zerstörte und zahlreiche Rheineinbrüche veranlasste. So hat man während vielen Jahren nur mit theilweisem Erfolg aber doch nach einem bestimmten Plane gegen die Wassernoth gekämpft, bis dass gestützt auf das Correctionsproject vom Jahre 1853 des

Herrn Oberingenieur Hartmann der Canton St. Gallen und die Eidgenossenschaft sich zur finanziellen Unterstützung der Rheinbauten entschlossen.

Es ist bekannt, dass man seither die Arbeiten unter eifriger Mitwirkung der Uferbewohner kräftig an Hand genommen hat. Bedenkt man den moralischen Eindruck, den man zu gewärtigen hätte, wenn auch nur der Schein entstünde, dass die mit ausreichenden finanziellen Mitteln unternommenen Bauten weniger widerstandsfähig wären als die früher von den Gemeinden mit Kummer und Noth hergestellten, so ist es klar, dass man schon desshalb Constructionen vermeiden musste, die selbst nur vorübergehend während einigen Jahren die Ueberschwemmungsgefahr vergrössert hätten. Die Wahl von Constructionen, von denen man erwarten durfte, dass sie sofort stärkern Widerstand gegen Einbrüche leisten als die bisherigen, war dringende Nothwendigkeit. Ferner mussten aus früher angegebenen Gründen die bisher üblichen Constructionsformen, die sich im Allgemeinen als zweckmässig erwiesen hatten, beibehalten werden.

So ist das gegenwärtig angenommene Correctionssystem entstanden, ursprünglich in der Absicht das Doppelprofil herzustellen, welches man, wie früher bemerkt wurde, zur Zeit des Abschlusses der Verträge über die Feststellung der Uferlinien auf beiden Seiten beabsichtigt zu haben scheint, ohne dass in dieser Richtung Verpflichtungen eingegangen worden sind. Auf österreichischer Seite hat man das Doppelprofil hergestellt, allein die Form, in der es vorhanden, ist für die Abflussverhältnisse illusorisch, weil stellenweise die Binnendämme bis ans Wuhr hinaus gehen und viele Querdämme für Strassen und für andere Zwecke höher als die höchsten Wasserstände bis ans Ufer

hinausreichen; so dass streng genommen für den Abfluss des Wassers nur das einfache Profil besteht. Auf St. Gallischer Seite wird nun auch beabsichtigt bleibend das einfache Profil einzuhalten und zwar in den obern Gegenden mit Recht. Man bedarf der concentrirten Strömung auch bei höchsten Wasserständen um die Materialien fortzuschaffen. Allerdings darf man annehmen, dass bei doppeltem Profil mit bepflanztem Vorgrund die Geschwindigkeit zum Geschiebstransport ebenfalls genügend wäre; allein während der Herstellung des doppelten Profils, also im Anfang, das ist zur Zeit, während welcher ausnahmsweise viel Geschiebe flussabwärts geschafft werden muss, wäre die Strömung am wenigsten mächtig gewesen. Das sofort hergestellte einfache Profil dagegen wirkt von Anfang an mit voller Gewalt. Man dürfte demnach das Doppelprofil nur dann wählen, wenn es sonstige überwiegende Vortheile geboten hätte. Wir haben gesehen, dass es nicht der Fall ist und dazu kommt, dass dessen Einführung mit viel grössern Kosten verbunden gewesen wäre, weil man sich damit in die Nothwendigkeit versetzt hätte, die Binnendämme ebenso widerstandsfähig zu construiren wie die Wuhre, ohne an letztern wegen geringerer Höhe viel ersparen zu können. Auch die Minderkosten für die Erhöhung des Bodens zwischen Wuhr und Binnendamm hätten die Mehrkosten für letztern nicht aufgehoben; denn zweckmässige Canalanlagen für Einleitung der Geschiebsablagerung daselbst, sowie die Erstellung von Traversen, Flechtzäunen u. s. f. erweisen sich in beiden Fällen als nothwendig; allerdings in geringerem Maasse für das Doppelprofil, weil die Anschwemmung in diesem Fall weniger hoch sein muss.

Dagegen ergibt sich ebenfalls aus dem Vorhergehenden, dass die Einhaltung des Doppelprofils, da wo es ohne

Gefahr hergestellt werden kann, unzweifelhaft grosse Vortheile bietet; wobei als selbstverständlich zu betrachten ist, dass man nicht beliebig abwechseln darf, dass in bestimmten Abschnitten auf grosse Strecken das Flussbett gleichmässig behandelt werden muss. Einen derartigen Abschnitt bildet die Abtheilung des Rheins zwischen der Einmündung der Ill und dem Bodensee, insbesondere dann, wenn die Durchstiche, welche daselbst nothwendig sind, in Ausführung kommen.

Bekanntlich werden diese Durchstiche nur auf einen Theil der Flussbreite ausgegraben und es wird der Strömung überlassen, sowohl die richtige Tiefe, als auch die Normalbreite herzustellen. Die Linien, welche einzuhalten sind, durchschneiden Landesabtheilungen deren Bodenoberfläche tiefer liegen als die höchsten Wasserstände, so dass in zweckmässiger Weise für das Doppelprofil durch gleichzeitige Herstellung des Binnendammes mit dem Ableitungsgraben das Vorland sich von selbst bildet und vor Eröffnung des Durchstiches ist Zeit genug vorhanden, um dasselbe solid zu bepflanzen.

Auch in den von den Durchstichen nicht berührten Theilen der untern Rheingegend ist das Doppelprofil leichter herzustellen als weiter oben, und man ist desshalb übereingekommen, dasselbe von der Illmündung abwärts bis zum Bodensee einzuhalten. Zur Sicherung vor Gefahren muss für rasche Bepflanzung des Vorlandes hauptsächlich gesorgt und damit begonnen werden, sobald die Colmation so weit vorgeschritten ist, dass das Gebüsch Wurzeln fassen kann. Damit ist für die Sicherheit mehr gethan, als durch unverhältnissmässige Verstärkung der Binnendämme.

Die Richtung des Rheins von oben herunter bis

Kriessern weicht nirgends stark von der geraden Linie ab. Bis dahin ist die Linie für die Abflussverhältnisse ganz zweckmässig. Nicht so verhält es sich für die Strecke von da bis zum Bodensee. Starke Krümmungen verlängern den Lauf des Flusses und schwächen die Strömung so sehr, dass die Geradelegung an sich, auch wenn sie ohne Verkürzung des Rheinlaufs in Ausführung kommen müsste, eine bedeutende Verbesserung wäre. Sie wird aber um so mehr gute Dienste leisten, weil eine erheblich kürzere Linie eingeschlagen werden kann.

Dass diese Verkürzung des Rheinlaufes und die hiemit zu verbindende Verstärkung des Gefälles dringende Nothwendigkeit sei, wird von allen Seiten anerkannt; nur über die Art und Weise der Ausführung bestehen verschiedene Meinungen. Die grösste Schwierigkeit, über bestimmte Projecte sich zu einigen, verursacht der Umstand, dass der Rhein Grenzfluss ist. Früher waren es militärisch-politische Bedenken, die man gegenwärtig leicht glaubt beseitigen zu können, gegenwärtig sind es Verkehrs- und Zollfragen, die um so mehr hindernd in den Weg treten und deren Erledigung um so schwieriger ist, weil den Behörden die verschiedenen theilweise sich widerstreitenden Interessen nicht in ihrem ganzen Umfange bekannt werden.

Ein Blick auf die Karte zeigt zwei Krümmungen, die man abschneiden kann, um einen bedeutend kürzern Flusslauf zu erhalten. Die eine, die sogen. Hohenembser Bucht, geht von Kriessern aus bis Widnau, die andere, von Brugg aus bis zum Bodensee gehend, besteht in einer starken Abweichung nach links von der Hauptrichtung des Rheinlaufes. Die einzuschlagende annähernd gerade Richtung springt in die Augen. Sie wird durch zwei Durchstiche, der eine von Kriessern bis Widnau, der andere von Brugg

zum Bodensee gehend, gewonnen. Im Allgemeinen ist die gerade kürzeste Linie für Durchstiche nicht unbedingt die beste. Unbedeutende Abweichungen von der Geraden finden oft ihre Rechtfertigung in dem Bestreben den tiefsten Stellen zu folgen. Von Montlingen abwärts geht die Linie der tiefsten Stellen der Bodenoberfläche links an Kriessern vorbei, nähert sich Balgach, um dann mit einer stark gekrümmten S-förmigen Curve um Widnau herum ganz nahe an den jetzigen Rheinlauf zu gelangen, sich jedoch erst bei Au mit demselben wieder zu verbinden. Es versteht sich, dass kein Durchstich bei so stark gekrümmter Linie ausgeführt wird. Man hat es hier übrigens auch nicht nothwendig, die tiefsten Punkte zu suchen, weil die Bodenoberfläche zwischen Kriessern und Au nicht stark von der Ebene abweicht, so dass man für die Wahl der Durchstichsrichtung auch bei sorgfältigster Berücksichtigung des Kostenpunktes freie Hand hat. Bei einer ganz schwachen Abweichung von der geraden Linie ist der Verlust an Gefäll verschwindend klein. Es ist desshalb zweckmässig diese Abweichung eintreten zu lassen, wenn damit der Durchstich erheblich verkürzt, in Folge dessen die Aussicht auf das Gelingen vermehrt und die Kosten vermindert werden. Die schwach gekrümmte Durchstichsrichtung von Kriessern bis XII ist demnach unbedingt zweckmässiger als die in langer gerader Linie von Kriessern bis XI projectirte; denn es wäre in keiner Weise zu rechtfertigen, wenn man auf die Benutzung des bestehenden Rheinbettes zwischen den Punkten XII und XI verzichten wollte. Die Krümmung bei Lustnau kann nicht schädlich wirken. Der Fluss ist im Stande in derselben das Geschiebe eben so gut weiter zu befördern wie in der geraden Linie; auch ist die Länge zu unbedeutend, um

durch einen Durchstich z. B. wie er in der Linie XI—X gezeichnet ist, in bemerkbarem Maasse an Gefäll zu gewinnen. Ein solcher brächte demnach unnöthiger Weise grössere Kosten, so dass es unverantwortlich wäre, wenn man zwischen Widnau und Brugg, das ist zwischen den Punkten die im Plane mit XI und IX bezeichnet sind, das bestehende Flussbett verlassen wollte. Das Richtige ist, wenn man in dieser Strecke wie oberhalb Kriessern sich darauf beschränkt, das nach dem Correctionsplan vorgeschriebene Profil durch Wuhre herzustellen und die Binnendämme, so weit es als nothwendig erscheint, zu verstärken.

Von Brugg aus führt die kürzeste Linie bei Fussach vorbei an den Bodensee. Schon bei Betrachtung derselben auf dem Plan ist es schwer zu begreifen, dass noch andere Projecte für die Ableitung gemacht worden sind. Genaue Untersuchung an Ort und Stelle spricht noch entschiedener für eine der beiden Linien IX—I oder IX—II rechts an Fussach vorbei. In der Fussacher Bucht zwischen Hard und Rohrspitze wird der Bodensee schon in kleiner Entfernung vom Ufer tief. Bei Annahme eines der daselbst ausmündenden Projecte wird es deshalb lange gehen, bis dass eine neue Verlängerung des Rheinlaufes durch Ablagerung des von oben herabgebrachten Geschiebes im See verursacht wird. Jenseits der Rohrspitze dagegen am Niederriedt sind die Seetiefen weit hinaus unbedeutend, so dass bei der Ausführung eines Durchstiches in der Richtung VI—V in verhältnissmässig kurzer Zeit der Rheinlauf wieder nahezu eben so lange wäre wie jetzt.

Die Projecte IX—I und IX—II sind nahezu von gleichem Werth. Man darf IX—II den Vorzug geben,

weil es gegen die tiefste Stelle der Fussacher Bucht gerichtet ist. Der Boden in beiden Richtungen ist für Durchstiche günstig. Nicht so verhält es sich links an Fussach. Die Richtung VIII—III geht daselbst theilweise durch Torfboden, welcher gegen das Abschwemmen sehr widerstandsfähig ist und deshalb der Realisirung des Durchstiches hinderlich wäre.

Im Allgemeinen sucht man bei Ausführung der Durchstiche die Hauptarbeit dem Flusse zu übertragen. In der Mitte wird ein Graben ausgehoben, dann so viel Wasser hineingeleitet als derselbe fassen mag; der Rest fliesst einstweilen noch durch das alte Flussbett ab. Die Strömung im Durchstiche hat nun die Bestimmung den ausgehobenen Graben zu erweitern und dessen Sohle zu vertiefen. Mit fortschreitender Vergrösserung wird mehr Wasser in denselben hineingeleitet, bis dass nach Erreichung der Normalbreite und der Normaltiefe die Gesammtwassermasse durch vollständige Absperrung des alten Flusslaufes gezwungen wird dem neuen zu folgen. Damit die Abschwemmung des Bodens nicht über die Normalbreite hinausgeht, werden den Uferlinien folgend zwei Graben ausgehoben und in diesen zweckmässige Bauten für den zukünftigen Uferschutz angebracht.

In Fig. 4 ist angedeutet, wie für die Rheindurchstiche vorzugehen beabsichtigt wird. Die angegebenen Tiefen sind nicht unbedingt maassgebend, man macht dieselben vom Wasserzudrange abhängig. Bis auf die Breite von 30 Meter wird beabsichtigt, so tief zu graben als man kann, ohne vom Wasser stark daran gehindert zu werden. Ausserdem sucht man in der Mitte so tief wie möglich zu gelangen. Es wird vorausgesetzt, dass man bis auf das Maass von 1,60 Meter unter den zukünftigen nied-

rigsten Wasserstand ausgraben könne. Da hier die Erde mit grossen Kosten aus dem Wasser herausgehoben werden muss, so reducirt man die Breite des mittlern tieferen Theiles des Grabens so weit als möglich. Hier hat man 11,4 Meter angenommen. Zu kleine Breite setzt der Gefahr aus, dass die Strömung zu schwach werde um weiter auszubrechen und das Material wegzuschwemmen, zu grosse Breite vermehrt unnützer Weise die Kosten.

In den beiden Seitengraben ist als zukünftige Uferversicherung eine Böschungspflasterung unten von 0,50 Meter, oben von 0,30 Meter Dicke angenommen. Den Fuss dieser Pflasterung wird ein Steinwurf sichern. Das Material dazu muss man, wie in Fig. 4 angedeutet ist, zum Voraus im Graben niederlegen; es wird, wenn einmal die Abschwemmung des Bodens bis dahin gelangt ist, von selbst abrutschen und so die Steinvorlage bilden, deren allfällige Unregelmässigkeiten durch Nachwerfen von Steinen leicht gut zu machen sind.

Aus dem Vorhergehenden ergibt sich als das zweckmässigste für den untern Theil der Rheincorrection:

Die Ausführung eines Durchstichs von Kriessern bis Widnau mit Einmündung in den bestehenden Rheinlauf bei dem Punkte, der im Plane mit XII bezeichnet ist;

ferner Verbauung der Rheinstrecke von Widnau bis Brugg nach dem für die Abtheilung unterhalb der Illmündung angenommenen Wuhrsysteme;

endlich Herstellung eines Durchstiches von Brugg rechts an Fussach vorbei bis zum Bodensee in der Linie, welche im Plan mit IX—II bezeichnet ist.

Ursprünglich dachte man nur an den untern Durchstich und hielt die muthmaassliche Wirkung desselben um so mehr für genügend, da die Beobachtung zeigt, dass

der Rhein sein Geschiebe durch die Krümmung bei Diepoldsau viel besser weiterschafft, als man bei Betrachtung derselben im Plane zu glauben geneigt ist. Wenn man aber bedenkt, dass es sich hier nicht nur um eine locale Leistung, sondern um Verbesserung d. h. Vermehrung des Gefälls und Senkung der Flusssohle auf weite Strecken aufwärts handelt, so erscheint es unbedingt als zweckmässig, auch den obern Durchstich in Ausführung zu bringen, obwohl die hierauf zu verwendenden Summen bedeutend sind.

Die Lösung der Aufgabe im angedeuteten Sinne muss dem Techniker als selbstverständlich erscheinen. Es ist nicht daran zu zweifeln, dass von Anfang an die Projecte in oben angedeuteter Form entstanden wären, wenn der Rhein nur einem Staate angehörte. Der Umstand, dass das rechtseitige Ufer österreichisch, das linkseitige schweizerisch ist, hat von Anfang an zu Schwierigkeiten Anlass gegeben. Man hielt früher beiderseits an dem Grundsatze fest, es müsse der Rhein Grenzfluss bleiben. Es wäre desshalb als selbstverständlich betrachtet worden, dass mit Ausführung eines Durchstiches in der Richtung IX – II die Abtretung der Ortschaften Fussach, Brugg, Höchst und Gaissau an die Schweiz zu verbinden sei. An eine so weit gehende Abtretung durfte man nicht denken und diesem Umstande verdankt das Ableitungsproject durch das Niederriet in der Richtung V—IV seine Entstehung. Da in diesem Falle nur die Ortschaft Gaissau mit einer verhältnissmässig kleinen Fläche Landes abgeschnitten würde, so dachte man, mit Bezug auf diese Linie werden sich die Schwierigkeiten wohl überwinden lassen. An den obern Durchstich, welcher damals unter Voraussetzung der

Abtretung der schweizerischen Ortschaften Diepoldsau und Schmitter projectirt worden wäre, dachte noch Niemand.

Die österreichische Regierung, welche schon in früherer Zeit in dankenswerther Weise stets zur Verbesserung der Abflussverhältnisse des Rheins bereitwillig Hand bot, hatte im Jahr 1827 die Durchstechung der Halbinsel oberhalb Rheineck, des sogenannten Eselsschwanzes, nach dem Duile'schen Projecte, welches durch die Linie VII—VI im Plane bezeichnet ist, in Anregung gebracht. Es wäre damit der Rheinlauf einigermaassen verbessert worden, mit einem so unbedeutenden Bodenabschnitte nach der rechten Seite hinüber, dass desshalb die Ordnung des Territorialverhältnisses keine Schwierigkeiten verursacht hätte. Damals war die Regierung des Cantons St. Gallen nicht mit den gesetzlichen Mitteln zur Ausführung des Projectes ausgestattet. Die sachbezüglichen Unterhandlungen hatten desshalb keinen Erfolg.

Später wurde von der österreichischen Regierung das Niederrietproject in Vorschlag gebracht und es fanden desshalb im Jahre 1840 in Rheineck Conferenzen statt, die wieder ohne Erfolg blieben. Man hört vielfach die Ansicht aussprechen, der Widerstand der Gemeinde Rheineck, welche die für ihren Verkehr vor Erbauung der Eisenbahn wichtige Rheinschifffahrt nicht verlieren wollte, habe die Ausführung des Niederrietdurchstiches verhindert. Es ist wahr, dass von dort aus in diesem Sinne gewirkt worden ist; allein maassgebend war die Ansicht schweizerischer und ausländischer Hydrotecten, welche sich gegen das Niederrietproject ausgesprochen haben und von der Abschneidung der Halbinsel oberhalb Rheineck in der Richtung VII—VI, nach dem Duile'schen Vorschlage, wenn auch unbedeutenden doch immerhin besseren Erfolg erwarten.

In der That sprechen gewichtige technische Gründe gegen das Niederrietproject. Nicht allein ist, wie schon früher mitgetheilt wurde, die Niederrietbucht wenig tief, so dass bald der Rhein wieder dieselbe Länge hätte und demnach die erheblichen Kosten nicht zu rechtfertigen wären; noch mehr, die Gefahr ist vorhanden, es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass das Geld für die Durchstichsarbeiten umsonst ausgegeben würde; weil der Rhein, in seiner Stosskraft durch die Curven bei Brugg und St. Margrethen geschwächt, nicht im Stande wäre, den Boden zur Erweiterung des Profils in den Bodensee hinaus zu schwemmen. Die Einwirkung der Krümmung bei St. Margrethen ist der Art, dass seit Jahren die Strömung nicht etwa, wie man bei Betrachtung des Planes zu glauben geneigt ist, in der Concave bei Punkt n°. V. angreift, im Gegentheil dort finden bedeutende Materialablagerungen statt, obwohl das Niederriet viel niedriger ist als die höchsten Rheinwasserstände, und die Halbinsel »Eselsschwanz« wird durch Abschwemmung immer kürzer. Dieser Vorgang macht es erklärlich, dass die Gemeinden Höchst und Gaissau, welche, in der Hoffnung der Rhein werde von selbst seinen Weg durchs Niederriet nehmen, zwei Paralleldämme in der Richtung V—IV erstellten und absichtlich die Uferversicherungen in der Concaven bei V vernachlässigten, ihren Zweck nicht erreicht haben.

Mit Rücksicht auf diese Schwierigkeiten kam man an der Rheinecker Conferenz im Jahre 1840, welcher österreichischerseits die Herren k. k. Gubernialrath von Ebner und Kreisingenieur Kink, schweizerischerseits Herr Ober-Ingenieur Hartmann beiwohnten, wieder auf das Duile'sche Project zurück und es kam unter Genehmigungsvorbehalt der beidseitigen Regierungen ein Vertrag zu Stande, laut

welchem für die Rheincorrection von Brugg bis Altenrhein Oesterreich die Hälfte der Kosten übernommen hätte, obwohl der grössere Theil der Arbeiten auf Schweizergebiet gefallen wäre. Die österreichische Regierung genehmigte diesen Vertrag, dagegen verweigerte der Grosse Rath des Cantons St. Gallen seine Genehmigung, weil man damals den Beitrag von 140,000 Gulden, welchen der Staat hätte leisten müssen, für unerschwinglich hielt. Die Ufergemeinden für sich allein sind in der That zu schwach, um die finanziellen Opfer für eine umfassende Rheincorrection zu tragen.

Mit Annahme der neuen schweizerischen Bundesverfassung des Jahres 1848 änderte sich das Verhältniss. Gestützt auf eine Bestimmung derselben, gemäss welcher für öffentliche Werke, im Interesse der Eidgenossenschaft oder eines grossen Theiles derselben errichtet, Bundeshülfe in Aussicht gestellt wurde, durfte man auf Unterstützung der Rheincorrection hoffen. In der That ist dieselbe seither wie bekannt durch die Staatsbehörden St. Gallens an Hand genommen und mit bedeutenden Beiträgen des Kantons und der Eidgenossenschaft gefördert worden.

Der Ober-Ingenieur für die Rheincorrection, Herr Hartmann, hat als Grundlage hiefür im Jahr 1853 ein Project vorgelegt und in dasselbe zuerst den bestimmten Vorschlag für einen Durchstich bei Fussach vorbei und zwar in der Linie IX—I aufgenommen. Inländische und ausländische Experten erklärten sich mit diesem Plane einverstanden.

Unter diesen veränderten Verhältnissen konnte nun auch von Seite der Schweiz zu einer umfassenden Rheincorrection Hand geboten werden. Nicht nur das, es wurde

von dieser Seite die Initiative ergriffen, indem der schweizerische Bundesrath den 15. Februar 1854 das Project mit bestimmten Anträgen der Regierung von St. Gallen durch den Geschäftsträger in Wien an das k. k. österreichische Ministerium gelangen liess.

Die Regierung Oesterreichs zeigte sich auch diesmal wie früher in anerkennenswerther Weise bereit zu gemeinsamem Vorgehen und man hätte um so eher glauben sollen, die Rheincorrection werde in kurzer Zeit zu allseitiger Befriedigung in Ausführung kommen, da seither die Ansichten betreffend Gebietsabschnitte durch den Rhein auf beiden Seiten sich geändert hatten. Man war zur Ueberzeugung gekommen, dass österreichische Enclaven am linkseitigen Ufer oder schweizerische am rechtseitigen zu keinerlei politisch militärischen Anständen Anlass geben, und dass auch allfällige Zollfragen leicht erledigt werden können. Um so mehr musste es überraschen, dass Schwierigkeiten erhoben wurden, und zwar von derjenigen Seite, von der man sie am allerwenigsten erwartet hatte, nämlich von den betheiligten Uferbewohnern im Vorarlberg. Dass man in Fussach und Haard sich nicht darauf freuen werde, den als gefährlichen Nachbarn verrufenen Rhein als Gast zu empfangen, durfte man voraussetzen; allein dass der grösste Theil der oberhalb liegenden vorarlbergischen Gemeinden, welche an einer zweckmässigen Ableitung des Flusses das grösste Interesse haben, sich dazu verleiten lassen konnten, den Widerstand der Fussacher und Haarder zu unterstützen, ist geradezu unbegreiflich. Uebrigens hätte man sich bei einigem Nachdenken in Haard und Fussach leicht überzeugt, dass von Gefahr keine Rede ist, denn in der Nähe dieser Dörfer wird die Geschwindigkeit der Strömung sehr klein, und ohne Schwie-

rigkeit kann man Beschädigung von Wuhren und Dämmen verhindern. Der Wasserspiegel im Rhein wird daselbst nicht merklich höher steigen als im Bodensee und demnach werden in dem leicht zu vermeidenden bösesten Falle die Nachtheile der Ueberschwemmung nicht erheblich grösser sein, als jetzt bei Eintritt der höchsten Seestände. Die Gefahr einer verheerenden Strömung über das Ufergebiet von oben herab wird durch Anlage des Fussacher Durchstiches vermindert; nicht nur, weil in der starken Krümmung bei Brugg die Gefahr eines Durchbruches grösser ist, als in der annähernd herzustellenden geraden Linie, mehr noch wird grössere Sicherheit gewährt, weil in den obern Gegenden in Folge der Ableitung gegen Fussach hin die Flusssohle und damit auch die Hochwasser bedeutend tiefer zu liegen kommen. Am meisten wird als Agitationsmittel gegen das Durchstichsproject die in Aussicht stehende Ablagerung von Geschiebe in der Fussacher Bucht benützt. Es ist wahr, im Anfang, bis dass die Durchstiche und weiter hinauf noch das Flussbett bis auf die gehörige Breite und Tiefe ausgeräumt sind, wird viel Flussmaterial in den Bodensee geschwemmt, aber im Verhältniss zum Inhalt der Fussacher Bucht, welcher mehr als hundert und zwanzig Millionen Cubikmeter beträgt, wird diese Geschiebsmenge sehr klein sein und später, namentlich wenn durch Verbauung der Wildbäche und Wiederbewaldung der abgeholzten Flächen im Hochgebirge die Materialzufuhr auf ein geringes Maass zugeführt sind, werden die Ablagerungen im Bodensee nicht mehr bedeutend sein. Mit der Zeit wohl, aber erst nach vielen Jahrhunderten wird die Fussacher Bucht ausgefüllt und dann ist der Rheinlauf noch nicht so lang geworden, wie er jetzt wäre, wenn man die Ableitung durch das Niederriet

in Ausführung gebracht hätte. In der Nähe von Fussach und Haard münden die Dornbirner Aach und die Bregenzer Aach in den Bodensee. Es ist die Befürchtung ausgesprochen worden, die Ableitung des Rheins in die Fussacher Bucht werde die Abflussverhältnisse dieser Wildbäche verschlimmern. Auch das ist unbegründet. Die Mündung der Bregenzer Aach muss mit der Zeit in einen geregelten Zustand gebracht und ohnehin so gelegt werden, dass selbst nach vielen Jahren, wenn die Fussacher Bucht ausgefüllt sein wird, die Abflussverhältnisse ungestört bleiben. Die Dornbirner Aach kann, wie es im Plane angedeutet ist, selbständig in den Bodensee geleitet werden. Uebrigens würde ich dieselbe ohne Bedenken bei Fussach mit dem neuen Rheinlauf verbinden. Ihre Abflussverhältnisse wären in diesem Falle nicht nur nach Vollendung der Correction, sondern auch später nach Verlängerung des Hauptflusses über die Grenze der Bucht hinaus immer noch günstiger als jetzt. Uebrigens scheint man auf einen verbesserten Zustand an diesem Bache keinen Werth zu legen; sonst wären die vielen Krümmungen, welche sich leicht beseitigen liessen, schon lange nicht mehr vorhanden.

Um die Schwierigkeiten, welche gegen die Rheinableitung bei Fussach erhoben wurden, zu prüfen erschien es als nothwendig eine Expertencommission aus Technikern der beiden betheiligten Staaten zusammenzusetzen. Es wurden ernannt, österreichischerseits: k. k. Ministerialoberingenieur A. Beyer und Oberingenieur Meusburger, schweizerischerseits: Oberingenieur Fraisse und Ingenieur Karl Pestalozzi, Professor am eidgen. Polytechnikum, welche im Juni 1865 in Bregenz zusammentraten.

Schon vorher hatte sich der Oberingenieur Meusburger für die Nothwendigkeit eines Durchstiches bei Diepoldsau

ausgesprochen. Sein erstes Project ging hart an Widnau vorbei und mündete weit unten nahe an dem im Plane mit XI bezeichneten Punkte in den bestehenden Rheinlauf ein. Die Commission entschied sich für ein nur wenig mehr gekrümmtes dafür aber viel kürzeres Project mit der Einmündung bei dem Punkte XII von oben herab der Linie folgend, welche im Plane eingezeichnet ist. Auch Meusburger erklärte sich mit dieser Abänderung einverstanden. Für den untern Durchstich hatte Meusburger im Allgemeinen das Hartmann'sche Project gutgeheissen, die Linie jedoch ein wenig verändert, um die Mündung mehr gegen die grösste Tiefe der Fussacher Bucht hin zu verlegen. Diese Veränderung hielten auch die übrigen Mitglieder der Commission für gerechtfertigt und empfahlen desshalb die Ableitung der Linie X—II zur Ausführung.

Die von Hartmann und Meusburger in Vorschlag gebrachte Ableitung des Rheins bei Fussach fand, wie gesagt, im Vorarlberg viele Gegner. Diese entschlossen sich durch Gegenprojecte die ihnen unangenehme Linie zu bekämpfen. Oberbaurath Kink in Graz unterstützte sie als Techniker, indem er im Jahre 1864 ein Gutachten herausgab und von Kriessern bis zum Bodensee eine Correctionslinie vorschlug, die oben vom bestehenden Rheinlauf nahezu am gleichen Orte abzweigt wie diejenige Linie, welche von der Expertencommission gutgeheissen ist; dann aber in einem fast doppelt so langen Durchstiche durch das Dorf Widnau hindurch der im Plane eingezeichneten Linie folgend bis zum Punkte XI geht. Bei diesem Punkte kreuzt sein Project die gerade Linie fortsetzend den Rhein, um jenseits in die Ortschaft Rheindorf eindringend den zweiten Durchstich XI—X zu bilden und bei X wieder über den Rhein zu gehen. Daselbst beginnt

der dritte Durchstich X—VII mit einer engen Curve fast einen Quadranten bildend. Nur in der Strecke VII—V will Kink den alten Rheinlauf benützen. Endlich schlägt er als vierten Durchstich vor, den Rhein in der Linie V—IV durch das Niederriet abzuleiten.

Die Unzweckmässigkeit des Niederrietdurchstiches ist früher schon nachgewiesen worden. Um zur Missbilligung des übrigen Theiles des Projectes Grund zu finden bedarf es nur eines Blickes auf die Karte. Die Realisirung des Durchstiches Helsberg-St. Margrethen von X bis VII kann durch Abschwemmen nicht erreicht werden. Wollte man den Rheinlauf in den Kink'schen Quadranten hineinzwängen, dann müsste man das neue Flussbett in seiner ganzen Breite und Tiefe ausgraben, bei Helsberg sogar zum Theil in den Felsen sprengen. Auch der Durchstich XI—X bei Rheindorf wird schwerlich durch Abschwemmen gelingen, obwohl die Schwierigkeiten weniger gross sind als bei dem vorhergenannten. Der obere Durchstich, obwohl weitaus der grösste von den vieren, ist der einzige ohne Anwendung aussergewöhnlicher Mittel ausführbare; allein die von der Expertencommission gutgeheissene bei Punkt XII vorbeigehende Richtung ist vorzuziehen, weil der Gefällsverlust in diesem flachen Bogen gegenüber der geraden Linie verschwindend klein ist, so dass es nicht gerechtfertigt wäre, den Durchstich mitten durch das Dorf Widnau zu treiben und auf die bedeutende Kostenersparniss, welche bei Benützung der bestehenden Rheinstrecke XII—XI erzielt wird, zu verzichten.

Trotz der in die Augen springenden Unzweckmässigkeit dieses Projectes, wollte die österreichische Regierung den Widerstand leistenden Vorarlbergern Gelegenheit geben, ihre Ansichten vor einer Expertencommission geltend

zu machen. Auch der schweizerische Bundesrath erklärte sich mit nochmaliger sorgfältiger Untersuchung der Verhältnisse einverstanden. Es trat in Folge dessen im Juni 1867 eine neue Conferenz in Constanz zusammen, an welcher Oberbaurath Kink theilnahm und zu welcher vom vorarlbergischen Landesausschuss Oberingenieur von Leutner abgeordnet war. Ausser den genannten Herren waren Mitglieder der Commission:

Oesterreichischerseits:

k. k. Statthalterei-Rath von Barth, Commissionsleiter;

ferner Ministerialrath von Pasetti und Ministerial-Ober-Ingenieur Beyer.

Schweizerischerseits:

Ober-Ingenieur Hartmann und Ingenieur Karl Pestalozzi, Professor am eidgen. Polytechnikum.

Ueber die vorliegenden Rheinableitungsprojecte sprach sich von Barth als Nichttechniker nicht aus und beschränkte seine Thätigkeit auf die Leitung der Verhandlungen.

Die Ingenieurs v. Pasetti, Beyer, Hartmann und Pestalozzi waren darüber vollständig einig, dass nur die Ableitungsprojecte, wie dieselben von der Bregenzer Conferenz des Jahres 1865 gutgeheissen sind, zur Ausführung empfohlen werden können. Oberbaurath Kink vertheidigte natürlich sein Project, und von Leutner, den seine Auftraggeber dazu angewiesen hatten, unterstützte ihn, konnte sich jedoch nicht enthalten zu erklären, dass auch er die Projecte der Conferenz des Jahres 1865 gutheissen würde, wenn der Rhein einem und demselben Staate angehörte, so dass in der Frage nur technische Gründe den Ausschlag gäben.

Dass unter diesen Umständen kein einstimmiger Be-

schluss zu Stande kommen konnte, ist natürlich; doch scheint es, man habe nun auch im Vorarlberg die Ueberzeugung gewonnen, dass die Ausführung der beiden Durchstiche von Kriessern bis Widnau und von Brugg bis in die Fussacher Bucht in zweckmässigster Weise die Rheinabflussverhältnisse verbessere und dass diese Lösung der Aufgabe weitaus allem andern in Vorschlag Gebrachten vorzuziehen sei.

Die unparteiischen Techniker beider Länder konnten sich leicht über die im Vorhergehenden als allein zweckmässig dargestellten Durchstichsprojecte einigen. Mehr Schwierigkeiten verursacht die Frage der Reihenfolge der Ausführung. Darüber ist man einig, dass nicht gleichzeitig beide Durchstiche realisirt werden können. Die grosse Menge an Material aus dem obern abgeschwemmt, würde in den untern eindringen und dort, statt den erforderlichen Abschwemmungen, Verlandungen verursachen. Es muss desshalb ein Werk nach dem andern ausgeführt werden. Die schweizerischen Ingenieurs erwarten nur dann ein günstiges Resultat, wenn man mit dem Fussacher Durchstich beginnt; die österreichischen dagegen möchten oben anfangen. Uebrigens werden letztere bei Festhaltung ihrer Ansicht mehr durch politische als durch technische Gründe geleitet. Es ist schon früher angedeutet worden, dass der Rhein durch die Krümmungen um Diepoldsau herum seine Geschiebe viel besser weitertreibt, als man bei Betrachtung derselben im Plane zu glauben geneigt ist. Die Ableitung bei Fussach ist desshalb mehr Bedürfniss als die Ausführung des Diepoldsauer Durchstiches. Die Bewohner des Vorarlberges legen aber grossen Werth darauf, dass man den letztgenannten herstelle. Es scheint ihnen die Verlegung des Rheins, so dass hier die beiden

Schweizergemeinden Diepoldsau und Schmitter an das rechtseitige Ufer gelangen, Genugthuung zu gewähren, für das Abschneiden mehrerer österreichischer Gemeinden durch den Fussacher Durchstich. Nun fürchten die Vorarlberger offenbar, man komme nicht dazu den obern Theil auszuführen, wenn man mit dem untern wichtigern beginne und es ist wohl anzunehmen, dass nur um diesfalls zu beruhigen die österreichischen Techniker zuerst oben graben wollen. Ich würde es für gefährlich halten, in dieser Beziehung nachzugeben, denn die Localverhältnisse sind der Art, dass der Beginn der Arbeiten am Diepoldsauer Durchstiche vor vollständiger Realisirung desjenigen bei Fussach die nachtheiligsten Folgen haben könnte, denen sich auszusetzen, kein Grund vorliegt; denn zur Beruhigung der ganz ungerechtfertigten Befürchtungen im Vorarlberg lassen sich leicht anderweitige Garantien geben z. B. die Sicherung der finanziellen Mittel durch Staatsvertrag.

Wenn man mit dem Diepoldsauer Durchstiche beginnt, dann kommt eine viel grössere Menge Geschiebe in die Krümmungen zwischen Au und Rheineck als jetzt unter den ungünstigsten Verhältnissen. Ohnediess ist schon auf dieser Strecke die Stosskraft des Rheines zu gering; kommt nun das Material aus dem Durchstiche dazu, dann finden so bedeutende Geschiebsablagerungen statt, dass einerseits für die unterhalb befindlichen Gegenden grosse Ueberschwemmungsgefahr entsteht, anderseits für den Durchstich das Gefäll so sehr vermindert wird, dass die Strömung zur Erweiterung und Vertiefung nicht mehr die nöthige Gewalt besitzt. Das Misslingen des Durchstiches ist unter diesen Verhältnissen sehr wahrscheinlich und dann sind die grossen Baukosten umsonst ausgegeben.

Wird zuerst die Ableitung bei Fussach in Ausführung gebracht, und vor Eröffnung des Diepoldsauer Durchstiches von der Mündung desselben bis zum Bodensee der Rhein vollständig regulirt, dann wird die Erweiterung ohne Schwierigkeit stattfinden. In dannzumal geregeltem Flussbette wird die Stosskraft der Strömung genügend sein, um das abgeschwemmte Material bis in den See weiter zu befördern.

Diese Wirkung wird langsam vor sich gehen. Der Gefällsbruch bei Widnau, verursacht durch die Abkürzung des Rheinlaufes bei der Eröffnung des Diepoldsauer Durchstiches, wird sogar zeitweise eine Erhöhung der Flusssohle in der Strecke zwischen Widnau und Au verursachen und das Material kann erst dann wieder weiter geschwemmt werden, wenn die naturgemässe Ausgleichung des Gefälles von unten auf dem neuen Flusslaufe folgend bis in die obern Gegenden stattfindet.

Es ist schon früher angedeutet worden, wie diese Ausgleichung theilweise durch Ausfegen der Flusssohle, unter Umständen aber auch durch Ablagerungen herbeigeführt wird.

In jedem Flusse nehmen von oben herab die Wassermengen zu. Dadurch wird die Kraft für den Geschiebstransport vermehrt und schon aus dieser Ursache bedarf die Strömung, im Uebrigen gleiche Verhältnisse vorausgesetzt, in den untern Gegenden eines kleinern Gefälles als in den obern. Dazu kommt, wie nachgewiesen worden ist, zur Vermehrung der Stosskraft eine Verminderung des Widerstandes herbeigeführt durch die Zerstörung der einzelnen Stücke, aus welchen das Geschiebsmaterial besteht. Diese für sich, Unveränderlichkeit der Wassermengen vorausgesetzt, bedingt ebenfalls eine Verminderung des Ge-

fälles in den untern Gegenden des Flusslaufes. So weit nicht örtliche Störungen wie die Einmündung von bedeutenden Seitengewässern in Betracht zu ziehen sind, finden die oben genannten Wirkungen in regelmässiger Zunahme statt und es muss demnach das Gefäll der Flusssohle und des Wasserspiegels einer Curve folgen, welche oben steil ist und bei ihrer Einmündung in einen See an die Horizontale sich anschliesst. Es ist klar, dass diese Curve von der Stärke der Zuflüsse, demnach von der Gestalt des Stromgebietes einerseits, anderseits von der Qualität des Geschiebes abhängig ist und dass sie sich um so rascher der Horizontalen nähert je schneller die Wassermengen zunehmen und je leichter das Geschiebe zerstörbar ist. Es ist desshalb nicht möglich die Form dieser Curve so allgemein, wie man bisweilen annimmt, festzusetzen, ganz abgesehen von den örtlichen Störungen; aber weil die Krümmung sehr schwach ist, so kann man mit Vortheil einfache Formen zur Vergleichung benutzen und in diesem Sinne ist es erlaubt die Cycloide, welche sich in vielen Fällen an die Gefällscurve nahezu anschliesst, der Ausmittlung muthmaasslicher Gefällsveränderungen nach vorzunehmenden Abkürzungen des Flusslaufes zu Grunde zu legen: immerhin unter sorgfältiger Berücksichtigung der localen Störungen. Zu letztern zählen vor Allem aus Felsenriffe, welche das Flussbett quer durchschneiden, ferner starke Flusskrümmungen, endlich bedeutende Nebenflüsse.

Die Felsenriffe wirken hauptsächlich aufwärts. Nach dieser Richtung ist durch sie die Höhe der Geschiebsablagerung für einen bestimmten Punkt festgestellt und damit auch die Verstärkung des Gefälles. Nach abwärts dagegen beginnt die Auswaschung wieder an derjenigen Stelle, an welcher der Boden der Strömung nicht mehr

widerstehen kann. So weit der Felsen geht, bildet sich je nach dessen Gestalt ein Wasserfall oder eine Stromschnelle.

Die Seitenflüsse wirken nach aufwärts in ähnlicher Weise. Selbst diejenigen welche wenig Geschieb führen, namentlich wenn die Einmündung eine fehlerhafte ist, verzögern die Geschwindigkeit der Strömung, verursachen damit Kiesablagerungen, so dass in den oberhalb befindlichen Gegenden die Gefälle kleiner werden können, als es der Fall wäre, ohne Vorhandensein des Seitenflusses. Allerdings nach abwärts ist die Wirkung eine umgekehrte, die vermehrte Wassermenge befördert in dieser Richtung die Abspühlung und die hiedurch herbeigeführte Senkung der Flusssohle kann trotz der oben beschriebenen entgegengesetzten Wirkung über die Einmündungsstelle hinauf eine Senkung herbeiführen. Letzteres ist nur dann denkbar, wenn der Seitenfluss wenig Geschiebe führt. Im entgegengesetzten Falle wird an dessen Mündung immer eine Störung der regelmässigen Gefällszunahme im Hauptflusse durch Geschiebsablagerungen zu beobachten sein, welche nach oben in früher angedeuteter Weise wirkt, und nach unten die Bedingungen für die Herstellung der Gefällscurve verändert; weil nun bei vermehrter Wassermenge auch das zu transportirende Geschiebe sowohl seiner Quantität als auch seiner Qualität nach verändert ist. In ähnlicher Weise wie die Seitenflüsse, nur in weitaus geringerem Maasse bemerkbar wirken die Flusskrümmungen, weil auch da in Folge verminderter Geschwindigkeit durch Geschiebsablagerungen eine Störung in der regelmässigen Form der Gefällscurve herbeigeführt wird. Diese Unregelmässigkeit ist übrigens viel kleiner, als man gewöhnlich voraussetzt; denn vielfache Beobachtungen beweisen, dass

selbst in sehr starken Krümmungen der Geschiebstransport nahezu eben so regelmässig vor sich geht wie in gerader Linie. Dieser Vorgang ist durch die vermehrte Geschwindigkeit am concaven Ufer leicht zu erklären.

Endlich ist noch die Unregelmässigkeit in den Gefällsverhältnissen zu berücksichtigen, welche oberhalb der Einmündung in ein ruhendes Wasser am Rhein, also in den Bodensee, stattfindet. Der Flusswasserspiegel und der Seespiegel haben bei ihrer Verbindung einerlei Höhe. Wenn demnach das fliessende Wasser in das Becken des ruhenden eindringen soll, so muss es in letzterm eine Bewegung verursachen und diese Bewegung, welche überall wo Flüsse einmünden, weit in den See hinaus beobachtet werden kann, erfordert Kraft, demnach Gefäll. Es geht desshalb die Gefällscurve in der untersten Gegend nicht so rasch in die Horizontale über wie es der regelmässigen Form entsprechen würde. Diese Einwirkung wird meistens durch Gegenwinde vergrössert und durch Geschiebsablagerungen im Flusse für mittlere und kleine Wasserstände besonders bemerkbar gemacht.

Unmittelbar an der Ausmündung des Flusses ist eine Erhöhung des Wasserspiegels noch bemerkbar und zwar um so mehr, je geringer die Tiefe ist. Es sind desshalb in Nachfolgendem die Längen nicht unmittelbar von der Mündung aus gerechnet. Als Anfang ist ein Punkt im See angenommen, an welchem die Tiefe ungefähr 30 Meter beträgt.

Die oben im Allgemeinen bezeichneten Unregelmässigkeiten in der Niveau-Curve finden sich am Rhein ganz deutlich vor.

Bei der Tardisbrücke schliesst ein Felsen ab und ganz nahe dabei befindet sich die Ausmündung der Landquart.

Damit ist eine feste Trennung gegeben für die Rheincorrection unterhalb und für die Rheincorrection oberhalb. Nur erstere ist in vorliegendem Aufsatze in Betracht gezogen worden. Die Rheinstrecke oberhalb wirkt auf diejenige unterhalb durch Wasser und Geschiebslieferung so ein, dass bei Tardisbrücke ein fester Höhenpunkt gegeben ist. Von diesem gehen wir aus und betrachten nun die Gefällsverhältnisse, indem wir durch den Punkt Tardisbrücke eine Cycloide legen, welche auf der Bodenseefläche tangirt, und dieselbe mit den vorhandenen Höhen vergleichen. Dabei sind die Angaben des Rheinbaubureau für Mittelwasser benützt. Es genügt einige Hauptpunkte in Betracht zu ziehen und man findet für die Strecke:

Tardisbrücke-Bodensee.

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Höhen: vorhandene.	Höhen: Cycloide.	Differenz.
Tardisbrücke	76674.	119,13.	119,13	0.
Trübbach	64057.	81,98.	83,15	— 1,17.
Sevelenbrücke	55172.	60,74.	61,82	— 1,08.
Buchsbrücke	50608.	51,57.	51,90	— 0,33.
Illmündung	35233.	29,23.	25,16	+ 4,07.
Kriessern	26627.	18,17.	14,36	+ 3,81.
Au	14294.	6,17.	4,14	+ 2,03.
Rheineck	5210.	1,14.	0,55	+ 0,59.

Aus diesen Zahlen ist vor Allem aus zu entnehmen, dass zwischen Ragaz und Buchs der Rhein stärker ausgefegt ist, als dem Höhenpunkte Tardisbrücke entspricht. Hiezu mögen einige Zufälligkeiten mitgewirkt haben, z. B. der Umstand, dass in dieser Gegend schon seit längerer Zeit die Correctionsarbeiten weit vorgeschritten sind. Der Hauptgrund aber muss darin gesucht werden, dass der Punkt Tardisbrücke höher liegt als regelmässigen Ge-

fällsverhältnissen des Rheins entsprechend wäre. Diese Vermuthung wird unterstützt einerseits durch die Annahme der Einwirkung des Landquartgeschiebes, mehr aber noch durch die Betrachtung der Taminaeinmündung, welche für den Abfluss von oben herab hindernd wirkt. Nach unten dagegen stört dieser Seitenbach weniger, weil seine Geschiebslieferung im Verhältniss zur Wasserlieferung nicht ungünstig ist.

Ganz anders verhält es sich mit der Ill. Sie bringt viel Geschiebe und die Einmündung ist ungünstig, so dass man eine bedeutende Erhöhung der Flusssohle bemerkt, welche um circa 4 Meter über die normale Gefällsvertheilung Tardisbrücke-Bodensee sich erhebt. Nach oben ist diese Einwirkung bis zur Buchser Brücke bemerkbar, nach unten bis zum Bodensee. Uebrigens wirken in dieser Richtung auch die Serpentinen von Kriessern abwärts mit. Dass dieselben eine Erhöhung über die normale Gefällsvertheilung verursachen, wird ersichtlich, wenn man eine Cycloide durch den Punkt Illmündung an den Bodensee tangirend legt. Man findet für die Strecke

Illmündung-Bodensee:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Höhen: vorhandene.	Cycloiden.	Differenz.
Illmündung	35233.	29,23.	29,23	0
Kriessern	26627.	18,17.	16,69	+ 1,48.
Au	14294.	6,17.	4,81	+ 1,36.
Rheineck	5210.	1,14.	0,64	+ 0,50.

So gross ist die Erhöhung, durch die Flusskrümmungen verursacht, nicht, wie sie durch obige Differenzziffern sich herausstellt, weil das erforderliche Mehrgefäll für den Wasserlauf in den See darin enthalten ist. Um auszuscheiden, was auf Rechnung der Flusskrümmungen und

was auf Rechnung dieser Gefällsvermehrung fällt, habe ich eine Cycloide durch die Punkte Illmündung und Au gelegt und dabei gefunden:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Höhen: vorhandene.	Höhen: Cycloide.	Differenz.
Illmündung	35233.	29,23.	29,23	0
Kriessern	26627.	18,17.	17,69	+ 0,48.
Au	14294.	6,17.	6,17	0
Nebengraben	6196.	1,54.	1,83	— 0,29.
Rheineck	5210.	1,14.	1,48	— 0,34.

Die Abweichungen sind nicht bedeutend genug, um für genaue Ausscheidung sicheren Anhalt zu geben. Immerhin wird man nach Vergleichung der beiden Gefällstabellen Illmündung-Bodensee und Illmündung-Au finden, dass es erlaubt sei, anzunehmen, die mittlere Erhöhung verursacht durch die Flusskrümmungen betrage ungefähr 0,80 Meter und der Mehrbedarf an Gefäll für die Rheinausmündung betrage bei Nebengraben d. h. an derjenigen Stelle, an welcher die unterste starke Krümmung aufhört, circa 0,50 Meter. Wenn auch diese Zahlen keinen Anspruch auf vollkommene Genauigkeit machen, so beweisen sie doch, dass starke Flusskrümmungen merklichen Einfluss auf die Vertheilung der Gefällsverhältnisse ausüben, im Gegensatz zu der vielfach aufgestellten Behauptung, dass es nicht der Fall sei. Allerdings sind diese Unregelmässigkeiten sehr klein im Verhältniss zu denjenigen, welche durch geschiebführende Nebengewässer verursacht werden.

Die Cycloide, welche durch die Punkte Illmündung und Au gelegt worden ist, beweist, dass es erlaubt ist, diese Curve als diejenige normaler Gefällsvertheilung zu betrachten; denn die Abweichungen der berechneten von den wirklich vorhandenen Höhen sind unbedeutend trotz

der Unregelmässigkeiten verursacht durch die Flusskrümmungen. Die Uebereinstimmung würde noch grösser in annähernd gerader Strecke.

Aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, dass eine Senkung des Rheinbettes von Buchs abwärts bis in die Nähe des Bodensees durch zweckmässige Verbauungen im Gebiete der Ill und durch Verbesserung ihrer Einmündung in den Hauptfluss zu ermöglichen wäre. Allein allzugrosse Hoffnungen darf man hierauf nicht gründen. Die sorgfältigsten Verbauungen werden die Geschiebszufuhr nicht vollständig aufheben; sie wird immer noch stark genug sein, um eine nicht unbedeutende Erhöhung des Rheinbettes zu verursachen.

Wenn es möglich wäre die Seitengewässer so zu verbauen, dass eine regelmässige Vertheilung der Gefälle erfolgte, so wäre nach Ausführung der Durchstiche die Senkung eine ganz bedeutende.

Schon der Fussacher Durchstich allein verursacht eine Verkürzung des Rheinlaufes um 7400 Meter; nimmt man nun an, es gestalte sich die Gefällsvertheilung von der Tardisbrücke bis zum Bodensee nach einer Cycloide, so findet sich:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Gegenwärtige Höhe.	Höhe nach der Cycloide.	Senkung.
Tardisbrücke	69274.	119,13.	119,13.	0
Illmündung	27833.	29,23.	19,23.	10,00.
Kriessern	19227.	18,17.	9,18.	8,99.
Au	6894.	6,17.	1,18.	4,99.

Selbst wenn man den Punkt Illmündung als unveränderlich ansieht, findet sich:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Gegenwärtige Höhe.	Höhe nach der Cycloide.	Senkung.
Illmündung	27833.	29,23.	29,23.	0
Kriessern	19227.	18,17.	13,95.	4,22.
Au	6894.	6,17.	1,79.	4,38.

Bei Ausführung des Fussacher und des Diepoldsauer Durchstiches zugleich findet man, wenn grundsätzlich gleich verfahren wird, für Tardisbrücke-Bodensee:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Gegenwärtige Höhe.	Höhe nach der Cycloide.	Senkung.
Tardisbrücke	66674.	119,13.	119,13.	0
Illmündung	25233.	29,23.	17,06.	12,17.
Kriessern	16627.	18,17.	7,41.	10,76.
Au	6894.	6,17.	1,27.	4,90.

Und für Illmündung-Bodensee:

Benennung der Punkte.	Entfernung vom See.	Gegenwärtige Höhe.	Höhe nach der Cycloide.	Senkung.
Illmündung	25233.	29,23.	29,23.	0
Kriessern	16627.	18,17.	12,69.	5,48.
Au	6894.	6,17.	2,18.	3,99.

Aus den vorhergehenden Zahlen kann man herauslesen, dass in der Strecke zwischen den beiden Durchstichen, welche durch den Punkt Au repräsentirt ist, die Senkung des Wasserspiegels bedeutender sein wird, wenn man den Fussacher Durchstich allein ausführt als dannzumal wenn der Diepoldsauer dazu kommt. Erst von Kriessern aufwärts macht sich der Nutzen beider Durchstiche geltend. Wenn auch im Allgemeinen die Senkung viel kleiner sein wird, als obige Zahlen sie ausdrücken, weil es nicht möglich ist, die Bedingungen einer regelmässigen Gefällsvertheilung zu erfüllen, so wird doch durch diese Angabe das Gesetz, nach welchem die Senkung im Allgemeinen

erfolgt, dargestellt und es war besonders wichtig zu zeigen, wie die Strecke bei Au sich nach Ausführung beider Durchstiche ungünstiger stellt, als bei der Realisirung der Ableitung bei Fussach allein. Namentlich im Anfang wird das Verhältniss noch ungünstiger sein, als obige Zahlen es darstellen, weil in Folge der Eröffnung des Diepoldsauer Durchstiches in der Strecke bei Au Geschiebsablagerungen stattfinden, die erst später, bei allmäliger Ausgleichung des Gefälles, von der Strömung wieder beseitigt werden.

Ueberhaupt darf man nicht glauben, dass diese Einwirkungen sehr rasch erfolgen. Ich wiederhole in dieser Beziehung das früher gesagte: der Geschiebstransport findet viel langsamer statt, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist; desshalb werden auch die Gefällsausgleichungen nicht rasch erfolgen. Nach Vollendung der Wuhrbauten, nach Realisirung der Durchstiche und nach sorgfältiger Verbauung der Seitengewässer und Wiederbewaldung der abgeholzten Flächen werden noch viele Jahre vergehen, bis dass die Vertiefung der Rheinsohle ihr grösstmögliches Maass erreicht hat.

Nun die Frage: Wie gross diese Vertiefung wohl sein werde? Dass dieselbe nicht so bedeutend sein könne, wie die in obigen Tabellen enthaltenen Zahlen andeuten, ist schon bemerkt worden. Nur dann, wenn es möglich wäre die Geschiebszufuhr der Seitengewässer sehr klein zu machen, dürfte man hoffen, dass die Rheinsohle annähernd die Form, welche durch die Cycloide bestimmt ist, annehmen werde. Man weiss, dass es nicht der Fall ist; aber eine Verbesserung in dieser Richtung muss erreicht werden; dagegen ist unmöglich, jetzt schon die Erfolge vorauszusehen.

Bei Verkürzung des Rheinlaufes ist die Strecke, auf welcher die Strömung die einzelnen Geschiebstheile zertrümmern kann, kleiner geworden und es wird desshalb nach Ausführung der Durchstiche das Geschiebe in der Nähe des Bodensees gröber sein als gegenwärtig, demnach auch stärkeres Gefäll erfordern. Diesem Umstand ist durch Annahme der Cycloide als Gefällscurve Rechnung getragen und es bleiben demnach nur die Zufälligkeiten, welche Ungewissheit über die Senkung der Sohle herbeiführen. Zwar sind diese so bedeutend, dass sie die Angabe eines bestimmten Maasses nicht gestatten; dagegen darf man wohl annehmen, diese nachtheiligen Einflüsse seien nachher weniger bedeutend, weil eine Reihe von Arbeiten ausgeführt wird, um sie zu vermindern. Das in Berücksichtigung gezogen, darf man wohl annehmen, die Vorausbestimmung der Senkung gebe ein befriedigendes Resultat wenn man von den Zufälligkeiten ganz absieht, d. h. den alten Rheinlauf und den neuen, beide in ihrer Gefällsvertheilung als Cycloiden betrachtet, mit einander vergleicht.

Diese Cycloiden dürfen nur bis zu demjenigen Punkte gezogen werden, an welchem in Folge der Durchstiche eintretende Senkung bemerkbar wird. Nun ist zwar anzunehmen, dass die Wirkung über die Illmündung hinausgehe; aber zur Sicherheit will ich mit der Vergleichung an diesem Punkte beginnen und finde dabei für den Fussacher Durchstich allein:

Benennung der Punkte.	Höhen für den jetzigen Rheinlauf.	Höhen für den zukünftigen Rheinlauf.	Differenzen.
Illmündung	29,23.	29,23.	0
Kriessern	16,69.	13,95.	2,74.
Au	4,81.	,79.	3,02.

Für den Diepoldsauer und Fussacher Durchstich zusammen:

Benennung der Punkte.	Höhen für den jetzigen Rheinlauf.	Höhen für den zukünftigen Rheinlauf.	Differenzen.
Illmündung	29,23.	29,23.	0
Kriessern	16,69.	12,69.	4,00.
Au	4,81.	2,18.	2,63.

Obige Differenzen geben die muthmaassliche Senkung der Flusssohle an; allein es wäre ein Fehler, wenn man annähme, das betreffende Niveau werde unmittelbar nach Realisirung der Durchstiche sich einstellen. Erst nach vielen Jahren wird die Gefällsausgleichung vollständig sein.

Vergleicht man die vorstehenden Zahlen mit der Höhenlage des Uferlandes, so finden sich an vielen Orten auch nach Vollendung der Rheincorrection die Güter nur durch Wuhre und Dämme gegen Ueberschwemmungen gesichert.

Man darf wohl voraussetzen, dass es mit der Zeit gelinge, diese vollständig fest zu machen und dass grosse Unglücksfälle in Zukunft nicht mehr eintreten. Dagegen bleibt immer noch das Wasser, welches durchsickert und die Seitenbäche, welche Schaden stiften, wenn es nicht gelingt, dieselben abzuleiten. Zu diesem Zwecke dienen die Binnencanäle.

Diese mit dem Rhein parallel jedoch mit kleinerem Gefäll weitergeführten Canäle sollten an so tief gelegenen Punkten in den Hauptfluss einmünden, dass die Entwässerung des ganzen Ufergebietes durch sie möglich wäre. Theilweise bestehen die Anlagen auf beiden Seiten des Rheins; theilweise sind sie noch unvollendet oder sie entsprechen ihrem Zwecke nicht vollkommen. Um sie in

zweckmässiger Weise zu vollenden und zu vervollkommnen, ist es nothwendig, vorerst die Höhenlage und Richtung des Rheins genau festzustellen und es ist also auch in dieser Beziehung die Trockenlegung des Uferlandes von der Realisirung der Durchstiche bei Fussach und Diepoldsau abhängig. So üben diese Projecte nach den verschiedensten Richtungen ihren Einfluss aus und berechtigen zu dem Wunsche, dass der grosse Nutzen derselben von allen Betheiligten eingesehen werde und die Ausführung nicht mehr lange auf sich warten lasse.

Das Urgebirge im unteren Schlüchtthale.

Von

M. von Tribolet.

Das zunächst an unserer Grenze auftretende Urgebirge befindet sich im südlichen Schwarzwalde, wo es von Waldshut aus bis nach Oelfingen fast überall längs des Rheines sich findet. Oestlicher davon tritt es noch in einigen Thälern (Haselbach, Schwarza, Schlücht, Steina, Schwaningen, Wutach etc.), welche nordöstlich von Waldshut liegen, auf. An zwei Orten setzt es sogar über die Grenze fort, bei Lauffenburg und beim Fahrhaus, gegenüber dem Dorfe Hauenstein. Im ersteren Orte bildet es den Schlossberg.

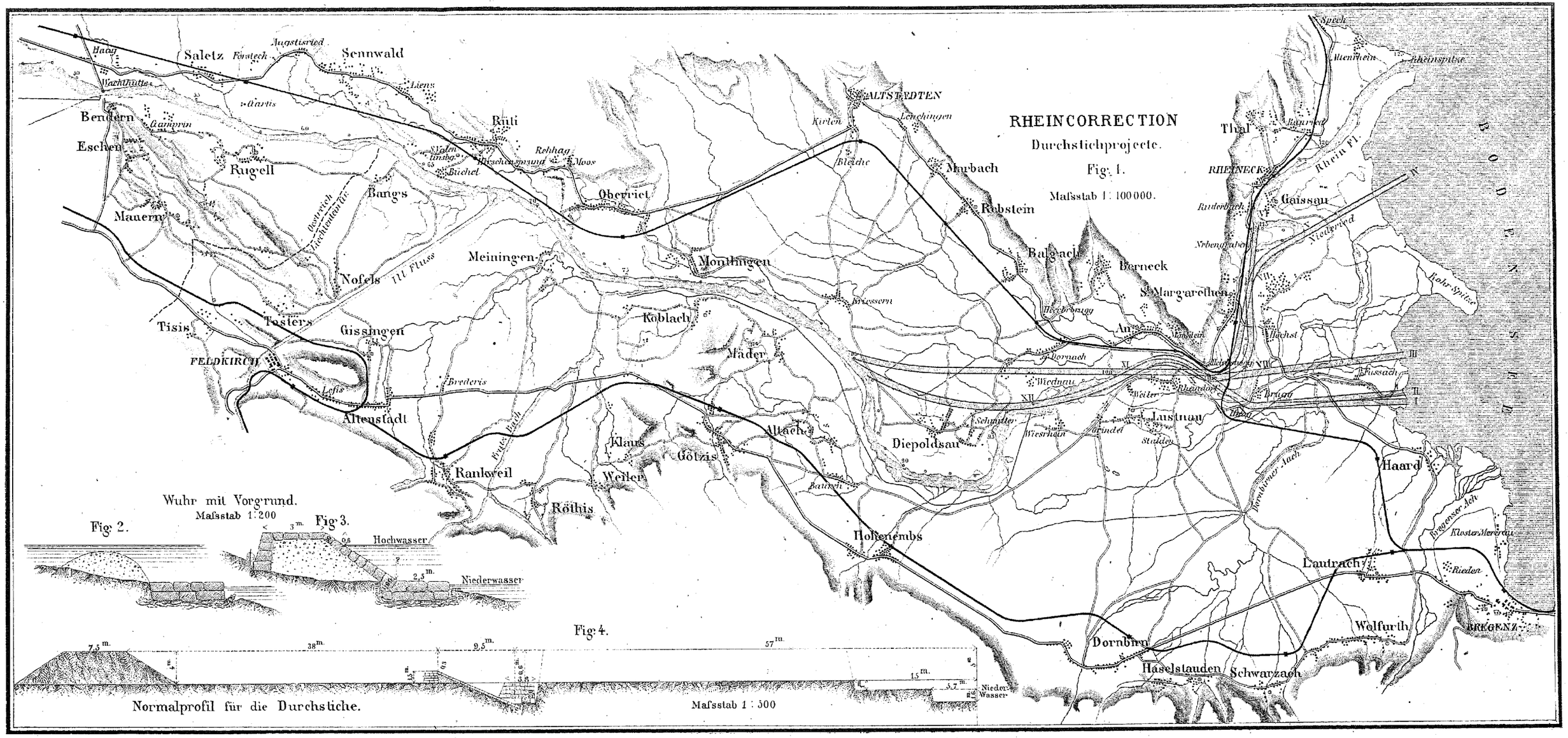
Dieses Urgebirge besteht meist aus Gneiss mit granitischen und porphyrischen Abänderungen. Sehr oft wird

RHEINCORRECTION

Durchstichprojecte.

Fig. 1.

Maßstab 1 : 100000.



Wuhr mit Vorgrund.
Maßstab 1:200

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Normalprofil für die Durchstiche.

Maßstab 1 : 500

Topogr. Anstalt von Wurster, Randegger & Cie in Winterthur.