



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297787

xxx

571

REISEBERICHT

über

FLUSSBAUTEN IN BAYERN.

Schwebende Baukörper nach System Wolf.

Verfasst von

J. Rychter,

Professor der k. k. Techn. Hochschule in Lemberg.

VIII C 4^b

Mit einer Zeichnungstafel.

17956



LEMBERG.

VERLAG von SEYFARTH & CZAJKOWSKI.

1888.

Ag 693.

*XXX
571*

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

II 31134

DRUCK der „DRUKARNIA LUDOWA“ in LEMBERG.

Akc. Nr. 1988/49

In den letzten Jahrzehnten hat die königl. bayerische Regierung nach verschiedenen Richtungen der Bautechnik eine rege und bahnbrechende Thätigkeit entwickelt; die Grundlagen zu derselben sind durch die Schaffung einer kön. bayer. Obersten Baubehörde am Ministerium des Inneren in München und der zahlreichen Bauämter gewonnen worden.

Die Leitung oder Überwachung der Bauten ist an 24 Bauämter für den Landbau (Hochbau) und an ebenso viele für den Strassen- und Flussbau übertragen. Jedes Bauamt ist durch einen Bauamtmann oder Baurath und einen oder zwei Bauassessoren vertreten.

Das Königreich Bayern ist ferner in acht Baubezirke eingetheilt, u. z. Oberbayern, Niederbayern, Pfalz, Oberpfalz und Regensburg, Oberfranken, Mittelfranken, Unterfranken und Aschaffenburg, Schwaben, und Neuburg. Die Agenden der in einem Bezirke fungirenden Bauämter werden von je einem Kreisbaurath für den Landbau und einem andern für den Strassen- und Flussbau begutachtet und kontrollirt. Einem Kreisbaurath steht ein Kreisbauassessor an der Seite.

Die Réferate aller Kreisbauräthe kommen nach München an die Oberste Baubehörde, welche aus dem Oberbaudirektor und seinem Oberbauamtsassessor, aus fünf Oberbau-räthen und noch drei Beamten besteht.

Mit Rücksicht auf die Fläche und die Bevölkerung des Landes ist somit Bayern von einem starken und wohlorganisirten Techniker-corps bedient, welchem ein gleiches in Deutschland, meines Wissens, nicht aufzuweisen wäre.

Im Flussbaufache tritt die kön. bayerische Regierung als Unternehmer auf und sind die Ergebnisse dieser Bauthätigkeit in einem umfassenden und schön ausgestatteten Werke: „Der Wasserbau an den öffentlichen Flüssen im Königreiche Bayern“ (München Ackermann) der Öffentlichkeit übergeben worden. An diesem Werke ist die erfreuliche Wahrnehmung zu machen, dass die königl. bayer. Oberste

Baubehörde es nicht unterlassen hat, das gesammelte Material nach mancher Richtung hin wissenschaftlich zu beleuchten und zu begründen, und dass sie in jeder Beziehung dem Fortschritte der Wissenschaft Rechnung zu tragen wusste.

Indem mir durch die Unterstützung Eines Hohen k. k. öst. ung. Ministeriums für Cultus und Unterricht die Möglichkeit gegeben war, im August und September 1887 eine den Zwecken der Hydrotechnik gewidmete Studienreise nach Deutschland, Belgien und Holland vorzunehmen, konnte ich es nicht unterlassen, auch die interessanten bayerischen Flussbauten dabei zu besuchen. Meine Zeit war aber sehr beschränkt, und nur der äusserst freundlichen Aufnahme und Anleitung Seitens der kön. bayer. Obersten Baubehörde, sowie der amtlichen Empfehlung an die betreffenden Bauämter habe ich zu verdanken, dass es mir gelungen ist, innerhalb weniger Tage meine Aufgabe zu erledigen. Ich benutze diese Gelegenheit, um vor allem Seiner Hochwohlgeboren dem Herrn kön. bayer. Oberbaudirektor v. Siebert für diese Unterstützung meinen innigsten Dank auszusprechen.

Gleichfalls fühle ich mich zu grossem Dank gegenüber denjenigen Herren verpflichtet, welche es nicht gescheut haben, ihre werthvolle Zeit und Mühe meinem Reisezwecke zu opfern und zum Theile, trotz Überhäufung mit amtlicher Arbeit, mit mir Ausflüge und Flussbereisungen veranstaltet haben. Insbesondere spreche ich meinen Dank aus: dem H. kön. bayer. Oberbauamtsassessor v. Beutel in München, dem H. kön. bayer. Bauamtman Eyckemeyer in Traunstein, dem H. kön. bayer. Baurath Nabinger in Rosenheim, dem H. kön. bayer. Bauamtman Wolf in Landshut, Wehrle in Würzburg, Lotter in Aschaffenburg; dem H. kön. bayer. Bauamtassessor Fleischmann in Aschaffenburg und dem H. Bauzeichner Christof Meyer in Augsburg.

Die lehrreiche Unterhaltung mit diesen Herren hat mir zum grössten Theile den Stoff zu den nachstehenden Zeilen geliefert, während die Zahlenangaben, mit wenigen Ausnahmen dem bereits genannten Werke der kön. bayer. Obersten Baubehörde entnommen sind.

Die Regulirung der Salzach

in der österreichisch-bayerischen Grenzstrecke.

Von der Einmündung der Saalach bis zur Mündung in den Inn, bildet die Salzach die nasse Landesgrenze zwischen Oesterreich und Baiern auf eine Länge von rund 59 Kilometer; sie ist in Kilometer eingetheilt, und steht Km. 0 bei der Saalach-Mündung. Schifffahrt und Flossfahrt bestehen auf dieser ganzen Länge; bei dem grossen Gefälle jedoch, welches selbst in der 11,3 Kl. langen Strecke Saalach-Laufen noch immer $1,4^0_{100}$ und unterhalb Laufen $1,1^0_{100}$ beträgt, werden die von hier abgehenden Plätten nur zur einmaligen Thalfahrt benützt, und in Linz oder Wien angekommen, verkauft.

Die Wasserstände werden auf den Pegel in Laufen bezogen, und bedeutet daselbst:

+ 0,9	Niederwasser mit circa	70	kb. m. pro Sekunde
+ 1,5	Mittelwasser " " "	200	" " " "
+ 4,7	gewöhnliches Hochwasser	1000	" " " "

Die letzte Angabe ist unsicher. Die Regulierungsarbeiten sind nur von der Saalach bis Laufen so weit vorgeschritten, dass sie in den allernächsten Jahren vollendet werden können. Unterhalb Laufen aber, sind noch drei Korrekstionsstrecken im Betriebe, deren gegenseitiger Anschluss erst nach mehreren Jahren zu Stande kommen kann.

Im J. 1820 ist durch einen Vertrag der beiden Uferstaaten für die Flussstrecke unterhalb der Saalach-Mündung die Normbreite auf 150 m. festgesetzt und im Jahre 1873 auf 113 m. reducirt worden.

Diese Aenderung ist dadurch vollzogen, dass Bayern mit seiner Normallinie herausgerückt und die Anlage neuer Leitwerke in Angriff genommen.

Auch die letzte Breite ist für ein Mittelwasserprofil bedeutend zu gross, und die Folge davon ist sowohl eine unvollkom-

mene Ausräumung des Flussbettes, als auch die Nothwendigkeit einer grossen Höhe der Regulirungsbauten. Diese ist auf bayerischem Ufer bereits auf + 3,7 Laufener-Pegel gebracht worden, obgleich sie normalmässig, mit Rücksicht auf ein Mittelwasser von + 2,3 nur auf + 2,5 angenommen war.

Eigenthümlich ist die Sohlenbildung zwischen Km. 0 und 5,2. Die geringsten Tiefen an den Wendepunkten des Stromstriches betragen in dieser vollkommen korrigirten Strecke 0,7 bis 1,05; unmittelbar auf dieselben, und zwar ebenfalls in der Mitte des Flussbettes, folgen die grössten Flusstiefen, welche 5 bis 6,5 M. betragen. Die letzten liegen somit nicht am konkaven Ufer, wo nur Tiefen von 2 bis 3 M. vorkommen. Die ganze Aenderung der Tiefe vollzieht sich auf einer Länge von nur 10 bis 20 M., und ist diese Erscheinung nicht gut mit der Behauptung der Ob. Baubehörde vereinbar (s. 230), nach welcher die Stromschwelen in dieser Strecke als bereits durchbrochen bezeichnet werden. Ihr Grund dürfte in der soeben erwähnten zu grossen Normalbreite und einem in der Tiefe liegenden sehr schweren Geschiebe zu suchen sein.

Von Km. 5 bis Laufen, betragen die kleinsten Tiefen 0,45 bis 0,7 M., die grössten 2,0 bis 5,2 M. In der unkorrigirten Strecke Km. 11 bis 19 kommen Minimaltiefen bis 0,32 M. vor.

Die auf dem linken Ufer ueblichen Parallelwerke bestehen aus Packwerk und werden am Fusse des Böschung mit Sinkwalzen versichert. Nach 4 bis 5 Jahren werden die letzten mit Steinwurf überdeckt und die Böschungen gepflastert. Zuerst wird der Bau auf Niederwasserhöhe angelegt und womöglich nur bis zum unteren Ende der betreffenden Kiesbank geführt. In Folge seiner Einwirkung wird die Kiesbank vorgeschoben und zum grössten Theil um das untere Ende des Baues herum nach Aussen befördert. Sobald dieses geschehen und die Kiesbank sich unterhalb des Leitwerkes befindet, wird dasselbe um die Länge der Kiesbank verlängert, gleichzeitig der obere Theil desselben um 0,6 bis 1,0 M. erhöht, und am Fusse mit Sinkwalzen versichert. Eine abermalige Erhöhung tritt erst ein, wenn die Verlandung entsprechend gediehen ist. Sie geschieht provisorisch mit Bruchstein, und erst nach abermaliger Setzung und Erhöhung der Verlandungen wird der Bruchstein heruntergenommen und das Leitwerk mit Faschienen vollendet.

Auf diese Weise wird sehr viel erspart, denn meistens gehen die Bauten über Kiesbänke hinweg, und nur selten kommen Bautiefen von 3 M. vor. Bei starkem Stromanfall ist es wiederholt vorgekommen, dass die Sinkwalzen weit in das Flussbett hineingerollt sind; um dieses zu verhüten sind mit Erfolg 20 cm. starke Pfähle in Entfernung von 5—6 M. vorge schlagen worden; wie weit von der Normallinie diese Pfähle geschlagen werden, wird nicht angegeben. Ihre Wirkung wird als vorübergehend betrachtet; nach Festlegung der Sinkwalzen werden sie unter Wasser abgeschnitten, wenn sie bis dahin von der Strömung nicht fortgenommen sind.

Dieses Mittel war bekanntlich von verschiedenen Flussbau-technikern angewendet, und wäre daraus zu schliessen, dass dasselbe unter gewissen Verhältnissen unerlässlich ist; und dennoch sollte ein freies, dem jeweiligen Bedürfniss des Stromes entsprechendes Nachsinken der Sinkwalzen als Haupteigenschaft des Systemes nach Möglichkeit gewahrt bleiben.

Um beide Rücksichten zu vereinbaren, müsste die richtige endgiltige Lage der Sinkwalzen bekannt, und die Stellung der vorzuschlagenden Pfähle derselben angepasst sein; das sind aber im Allgemeinen unbekannte Daten. Sobald die Pfähle zu weit flussseinwärts stehen, sind sie zwecklos; stehen sie zu nahe am Bau, so hängen die Sinkwalzen in der Luft, was ich an einigen Punkten am Lech und der Salzach beobachtet habe. In Folge der Eintiefung des Flussbettes nämlich, sind die Sinkwalzen über Wasser geblieben; hinter den Pfählen sind ihre höchsten Punkte, und zwischen den Pfählen auffallende Einsenkungen zu sehen. Es ist darum anzurathen, mit den Leitwerken nicht zu rasch vorzurücken, die Normalbreite — wie in dem betrachteten Falle — nicht zu gross zu wählen, damit keine starken Stromanfälle entstehen können. Wenn alsdann die Sinkwalzen im Voraus möglichst tief und vielleicht auf einer Böschung gelagert werden, so glaube ich, dass die Vorschlagpfähle in den meisten Fällen entbehrlich sein werden.

Der Faschinenkörper erreicht in diesen Bauten eine zu grosse Höhe, und dürfte bald verfaulen; zweckmässiger wäre es vielleicht den obersten 1,5 M. hohen Theil als Kiesdamm auszuführen, und mit Bruchsteinpflaster vollständig zu bedecken. Im grossen Ganzen halten diese Bauten sehr gut, und konnte

ich mich umso mehr davon überzeugen, als meine Bereisung am 26 August, also gleich nach Ablauf eines bedeutenden Hochwassers, stattgefunden hat, wobei mir die lehrreiche Führung des kön. Bauamtsmanns Herrn Eyckemeyer zu Theil wurde.

Auf österreichischem Ufer sind Bauten von sehr verschiedener Höhe zu sehen. Gleich an der Saalachmündung sehr niedere etwa auf Niederwasser angelegte Dämme; bei Km. 7 ein wirklicher Hochwasserdamm; bei Kl. 9 ein Bau mit Niederwasserhöhe, welche alsdann bis Laufen beibehalten wird. Unterhalb Laufen endlich habe ich Leitwerke gesehen, welche 2 bis 3 m. über Niederwasser stehen. Die Beschaffenheit dieser Bauten ist mir nicht bekannt; ich weiss nur, dass viele derselben von der Stromseite mit einer Reihe Pfähle versehen sind, welche in Entfernungen von 2 bis 3 m. von einander stehen.

An vielen Stellen sind in diesen Bauten, u. z. in denen mit geringer Höhe, grosse, etwa 200 M. messende, Unterbrechungen belassen, welche zu gross sind um als Verlandungsöffnungen zu gelten, und wären sie ferner als solche, in einem zu breit eingelegten Flussbette unter allen Umständen nicht statt. Sie erzeugen nun auch Geschiebsablagerungen und Hebungen der Flusssohle, welche an einigen Stellen auf den Bauten des linken Ufers vom freien Auge zu erkennen sind. Indem nämlich die Krone nach konstantem Gefälle angelegt ist, so scheint der Bau bei der Sohlenerhöhung niedriger zu liegen und dadurch wird die konvexe Gefällslinie des Wasserspiegels leicht erkennbar. In Verbindung mit der wechselnden Höhe der Bauten üben diese Sohlenerhöhungen einen höchst verderblichen Einfluss auf das Gedeihen der Regulirung aus, und stehen mit Durchbrüchen in Verbindung, welche zwar beiderseits, jedoch für öfters in der rechtsseitigen Regulirungslinie auftreten. Recht augenfällig erscheint ein solcher Fall bald unterhalb der Saalachmündung. Der rechtseitige Bau der Salzach ist sehr niedrig, der grossen Normalbreite durchaus nicht entsprechend; es ist nun am 24 August an dieser Stelle das Hochwasser nach rechts ausgebrochen, das Leitwerk wurde zerstört, und in der etwa 0,6 über Niederwasser stehenden alten Verlandung war ganz deutlich der Weg zu sehen, welchen die Strömung in dem alten Rinnsal der Salzach eingeschlagen hatte.

Das hier entnommene Material liegt 200 M. unterhalb an der Salzach in einer Unterbrechung des rechtseitigen Leitwer-

kes und bildet dort eine grosse Kiesbank; die Salzach hat ihr Geschiebe auch nicht weiterbringen können, und gerade vor dem Durchbruche des Leitwerkes eine Sohlenerhöhung erzeugt.

Dieser grelle und bedauernswerthe Unterschied zwischen bayerischen und österreichischen Bauten, hört bald unterhalb Laufen auf; sobald wir nämlich aus dem Baubezirke Salzburg in den von Linz übergehen, wird ein erfreuliches Einvernehmen zwischen den beiderseitigen Bauleitungen erkennbar. Auch ist die erwähnte Normalbreite von 113.8 m. besser den Verhältnissen angepasst, indem hier das Gefälle kleiner geworden.

Angesichts dieser Verhältnisse hat auch die bayerische Bauleitung vor einem Durchstich (Km. 33,2) eine Verlandungsöffnung gewagt, was oberhalb Laufen nicht vorkommt. Dieselbe ist 35 M. breit und wirkt ganz befriedigend.

Die im obigen dargestellten Verhältnisse dürften es zur Genüge erklären, warum die Erfolge der Korrektion nicht weitgehend sind, trotz dem der laufende Meter Neubau circa 57 M. kostet. Immerhin ist zwischen Km. 0 und 5 eine Vergrösserung der Minimaltiefen um 0,3 m. erreicht, und wird eine noch grössere nach Maassgabe der Eintiefung des Flussbettes unzweifelhaft eintreten.

Die Regulirung des oberen Inn-Flusses

zwischen Kufstein und Rosenheim.

Ich bereiste die genannte Flussstrecke am 30. August gemeinschaftlich mit dem Bauleiter derselben, Herrn K. Baurath Nabinger.

Es waren dazumal keine Bauten in Ausführung begriffen, in dem der Inn als vorwiegend aus den Gletschern der schweizerischen Centralalpen gespeist, von Mai bis September regelmässig so hohe Wasserstände aufweist, dass in der genannten Zeit, sämtliche Flussbauten eingestellt werden müssen. Somit hatte ich nur Gelegenheit den Erfolg älterer, vollendeter Werke kennen zu lernen, was anderseits durch einen relativ niedrigen Wasserstand v. 1,06 Rosenheimer-Pegel begünstigt war.

Zur Orientirung muss ich beifügen, dass an dem genannten Pegel:

- + 0,10 Niederwasser.
- + 1,50 Mittelwasser.
- + 2,3 gewöhnliches Hochwasser.
- + 3,6 höchstes Hochwasser — bedeutet.

Bei einem durchschnittlichen Gefälle von $1\frac{0}{100}$ führt der Fluss bei diesen Wasserständen rund 90, 450, 730 u. 1800 Kubikmeter, wobei die mittlere Geschwindigkeit circa 0,9 2,0 2,2 und 3,0 m. beträgt. Diese, und viele andere Daten findet man in dem eingangserwähnten Werke der k. b. obersten Banbehörde.

Angesichts der starken Strömung wird die Schifffahrt nur flussabwärts und zwar mit Plätten betrieben, welche bei einem Tiefgange von höchstens 0,9 m. mit 65 bis 90 Tonnen beladen werden. Sie beginnt bei + 0,32; mit voller Ladung aber erst bei dem Wasserstande + 0,6 am Rosenheimer-Pegel, und dauert von Mitte März bis Ende Oktober, mit kleinen Unterbrechungen während der Hochwasserstände. Von Kufstein (Kilom. 0.) bis Windshausen (Kil. 13,6) bildet der Innfluss die Reichsgrenze zwischen Österreich und Bayern, und ist in dieser Strecke von

beiden Regierungen gemeinschaftlich, mit Parallelbauten auf ein Hochwasserprofil von 117 m. Breite regulirt.

Ein Theil dieser Bauten war bereits vor dem J. 1849 vollendet und die Krone derselben auf $+ 2,4$ Rosh.-Pegel angelegt. Sie waren aus Pfahlreihen, Plankenwänden und Steinkästen kombinirt, und ist diese veraltete Bauweise in dem erwähnten Werke der k. b. Obersten Baubehörde ausführlich beschrieben und dargestellt. Ohne darauf näher einzugehen, entnehme ich diesem Werke nur die Thatsache, dass die genannte Kronenhöhe von $+ 2,4$ sich ungenügend erwies. Sobald sich das Wasser über die Krone der Bauten erhob und ein Theil desselben nach auswärts überstürzte, war das Verhältniss der Wassermenge zu der in Bewegung begriffenen Geschiebsmenge, somit auch die bewegende Kraft des Stromes plötzlich vermindert, grosse Geschiebsablagerungen entstanden nun im Flussbette und führten im Laufe der Zeit einen höchst verwildeten Zustand herbei.

Ausserdem war die Verlandung der alten Rinnsale, in Folge der daselbst bei Hochwasser stattfindenden starken Strömung sehr mangelhaft, und die ausserhalb der Normallinien gelegenen Hochufer oft in Abbruch versetzt.

In Folge dessen wurde in den Jahren 1854—1869 die Krone der Parallelbauten bis Kil. 7 auf $+ 3,2$ weiter unten aber auf $+ 4,08$ Rhm. P. erhöht und zugleich der Umbau der mit Pfahlreihen und Plankenwänden versehenen Mauern in andere den modernen Begriffen entsprechende Steindämme (Fig. 4. u. 20) vorgenommen.

Dieser Vorgang ist von dem besten Erfolge begleitet gewesen. Die bewegende Kraft des Hochwassers war jetzt aufrecht erhalten und das Flussbett bis auf wenige unbedeutende Kiesbänke ausgeräumt. Durch die Fugen der Steindämme (Fig. 20) drang sehr viel Schlick nach Aussen, und bewirkte ein stetiges Fortschreiten der Verlandungen, welche ferner mit Hilfe von Verlandungsöffnungen und Querbauten auf die bedeutende Höhe von $+ 2,6$ bis $2,9$ gebracht wurden. Die Verlandungsöffnungen erhielten eine Schwellenhöhe von $+ 1,3$ und in dieser Höhe eine Breite von 17 m., welche bis zur Kronenhöhe der Parallelwerke ($+ 4,08$) auf 53 m. gesteigert war. Nachdem sie ihren Zweck erfüllt hatten, wurden sie in den Jahren 1875—77 zugebaut, dabei wurden auch die ursprünglich steil profilirten

Steindämme in 1:2 geneigte Böschungen verwandelt, und zwar nur bis zur Höhe von + 2,3 gepflastert, und darüber berast (Fig. 4). Nur auf österreichischem Ufer sind die alten Holzbauten stehen geblieben, sie werden mühselig geflickt und unterhalten, machen aber im Ganzen einen höchst ungünstigen Eindruck.

Gegenwärtig ist diese Flussstrecke zwar von Kiesbänken nicht ganz frei, jedoch ist der Stromstrich soweit geregelt, dass bei + 0,3 Rhm. P. die Schifffahrt beginnen kann. Von Kil. 13,6 abwärts gehören beide Ufer dem Königreiche Bayern; auf einer 1167 m. langen Übergangsstrecke geht das oben beschriebene Hochwasserprofil in ein Mittelwasserprofil über, dessen Normalbreite, im Niveau + 1,3 Rhm. P. gemessen, zuerst nur 73 m. beträgt. Bis Rosenheim auf der Länge von 23 Km. wird dieselbe allmählig auf 110 m. vergrössert.

Die Höhe der Parallelwerke war ursprünglich in dieser Strecke auf + 1,3 m. angenommen, indem sich aber das Flussbett nicht gehörig ausräumte, erwies sie sich als ungenügend, und musste auf + 1,76 erhöht werden. Die Bauten bestehen ausschliesslich aus Stein und werden in der gewöhnlichsten Weise hergestellt (Fig. 17 bis 19). Ein auf Mittelwasserhöhe rauh angeschütteter Steindamm, wird bei der Anschwellung des Flusses von der Strömung unterwasehen, und sinkt in Folge dessen bis auf Niederwasserhöhe hinunter. Daraus entsteht ein fester Vorfuss, auf welchem in den folgenden Jahren eine gepflasterte Böschung gestützt wird. Jenachdem solche Bauten durch Kiesbänke oder durch mehr oder weniger tiefes Wasser geführt werden, kosten sie 45 bis 85 Mark auf den laufenden Meter. Es werden jährlich circa 24.000 Kub. Met. Bruchstein verbaut, und wird dieses Material an fünf verschiedenen Lagerplätzen auf den Hochufern in Bereitschaft gehalten. Jeder Lagerplatz umfasst 5 bis 6 Tausend Kubm.; einer derselben, auf dem linken Flussufer, ist mit dem Steinbruch durch ein Transportgeleise verbunden.

Ausnahmsweise kommen auch Senkfaschienen zur Verwendung, und zwar für Sturzbette und Hinterbauten, an Stellen, welche einem besonders starken Angriffe widerstehen sollen.

Ein umfassender Gebrauch von Faschienen findet aber erst in der Strecke unterhalb Rosenheim statt, wo der Bruchstein viel theurer als in der oberen Strecke zu stehen kommt.

Das Ergebniss der Regulirung zw. km. 13 und 30 ist eine vollständige Räumung des Flussbettes von Kiesbänken mit Herstellung von 1,2 M. Tiefe unter Null des Rhm. P., so dass in dieser Strecke selbst bei dem niedrigsten Wasserstande die Schifffahrt betrieben werden kann; während dazu in der unkorrigirten unteren Strecke Rosenheim-Attel ein Wasserstand von wenigstens 0,6 über Null nothwendig ist. Eine bedeutende Einsenkung des Flussbettes ist ferner eingetreten, welche sich weit in die obere Strecke hinauf verpflanzt, und scheint, bei dem Übergange von Mittel auf Hochwasserprofil, ihr Maximum erreicht zu haben. Laut Angabe der Obersten Baubehörde S. 223 betrug die Einsenkung bereits vor 1884, bei Klm. 12—0,74 M. bei Klm. 17 — 0,46 M. und soll seither der Beharrungszustand eingetreten sein. Am 30 August bei einem Pegelstande v. 1,06 sahen wir in der oberen Strecke, also im Hochwasserprofil, den Holzrost, welcher die Unterlage der alten Steinmauer bildet, auf 0,3 bis 0,5 über Wasser stehen. Indem nun derselbe (Fig. 20) von der Obersten Baubh. auf + 0,9 angegeben ist, dürfte hier seit 1884 eine weitere Einsenkung von 0,46 bis 0,66 m. eingetreten sein. Ja, es wäre ein Beharrungszustand überhaupt nicht zu erwarten, solange die Regulirung flussabwärts fortgesetzt wird. (Siehe weiter unten Regulirung des Lechflusses). In Folge der Einsenkung des Flussbettes sind die Leitwerke zu hoch geworden, die Verlandung war behindert, die Strömung zu stark konzentriert und darum der Grund zu einer weiteren Vertiefung gegeben, welche die Beschädigung der Bauten und eine schädliche Verminderung der Normalbreite herbeiführen musste. Demgemäss wurden die Kronen der Parallelbauten der Einsenkung des Flussbettes entsprechend abgetragen.

In der Art der Durchführung der Parallelbauten wurden am Innflusse einige Erfahrungen gemacht, welche meines Erachtens einer besonderen Erwähnung werth sind.

Beide Uferlinien werden gleichzeitig ausgebaut; man hat sich aber überzeugt, dass bei der alljährlich eintretenden Unterbrechung der Arbeiten Anfangs des Sommers die beiderseitigen Leitwerke nicht auf dieselbe Länge gebracht werden dürfen. Vielmehr muss dasjenige Leitwerk, welches zur Bauzeit dem Stromstriche entlegner liegt, gegenüber dem anderen, um die drei- bis fünffache Normalbreite weiter geführt werden. Dadurch werden die zeitweise eintretenden Hebungen des Flussbettes

gemildert, und die durch die Leitwerke in Bewegung gesetzten Geschiebmassen, am jeweiligen Bauende, auf grössere Längen vertheilt.

Bei der Wahl der neuen Uferlinien hat man vor dem Jahre 1878 u. z. von Klm. 13 bis 20 ziemlich viel Krümmungen beseitigt und geradlinige Strecken hergestellt; von nun aber werden die Durchstiche möglichst vermieden, und grösstentheils die bestehenden Rinnsale verfolgt. Ein solcher Vorgang war aus zweierlei Gründen geboten: vor Allem wollte man die Verkürzung des Flusslaufes und die Vergrösserung des relativen Gefälles so viel als möglich vermeiden, damit die bereits eingetretene Einsenkung des Flussbettes nicht so grosse Dimensionen annehme, wie es bereits am Lechflusse der Fall war. Andererseits ist man zur Überzeugung gekommen, dass Parallelbauten, welche nur auf Mittelwasserhöhe angelegt sind, in ihrem Verlaufe, und besonders bei Unterbrechungen des Banes, den natürlichen Hochufern nicht genähert werden dürfen. Besonders darf dieses in der Weise nicht geschehen, dass aus dem überstürzenden und zwischen dem Leitwerke und dem Hochufer verängten Hochwasser eine bedeutende Strömung entstehen könne. Diese Strömung versetzt nämlich die Hochufer in Abbruch und zerstört theuere kultivirte Flächen. Besonders gefährlich wird diese Erscheinung, wenn das Flussbett zwischen den Leitwerken sich hebt, und zeitweise höher als das abgeschnittene Rinnsal liegt. Selbst für den Fall, dass durch entsprechende Vorkehrungen, der Abbruch des Hochufers verhütet wäre, kann es vorkommen dass in Folge einer Näherung des Parallelbaues an das Hochufer späterhin für die Ausbildung eines entsprechenden Hochwasserprofils, die Einlösung theurerer Grundstücke nothwendig wird.

Diese Rücksichten führen nun zu dem Schlusse, dass das neue Mittelwasserprofil ungefähr gleich weit von den natürlichen Hochufern zu stellen, und die natürliche Entwicklung des Flusslaufes so weit als möglich einzuhalten ist.

Wird ein Durchstich unvermeidlich, so pflegt die hiesige Bauleitung denselben zwangsweise zu realisiren. In der Gestalt von Schwellen aus rauhem Steinwurf, werden die beiden Leitwerke so weit als möglich vorgeschoben (Fig. 10) so zwar, dass bei **pq.** und eventuell auch bei **rs.** nur der absolut nothwendige Durchflussraum vorhanden sei. Der Kanal **mn** möglichst tief und mit $\frac{1}{4}$ der Normalbreite, wird an diejenige Normallinie ange-

legt, welche dem abgeschnittenen Rinnsale näher liegt. Derselbe muss aber rechtzeitig, also noch vor dem Heranrücken der Leitwerke, fertig gestellt sein. Nun wird er eröffnet und zuerst die schwächere Strömung bei *rs.* gleich darauf auch die andere bei *pq.* geschlossen, und hier mit Hilfe von Senkfaschinen und Sinkwalzen eine starke Grundschwelle gebildet. Auf diese Weise wird der Fluss innerhalb weniger Stunden in den vorbereiteten Kanal hineingezwängt; nach Verlauf von acht Tagen aber, ist, nach der Aussage des Bauleiters, der Durchstich so weit gediehen, dass er die Schifffahrt aufnehmen kann. Die örtlichen Verhältnisse haben alsdann zu entscheiden, ob bei *pq.* das Leitwerk auf normale Höhe auszuführen, oder eine Verlandungsöffnung daselbst zu belassen ist. Die Möglichkeit eines solchen Verfahrens beruht auf der stattlichen Wassermenge, welche der Innfluss selbs bei Niederwasser führt.

Diese Bemerkungen mögen nun damit beschlossen werden, dass, meines Wissens, an keinem Regulirungsbau so überzeugend als hier die Thatsache bestätigt wird, dass je grösser die gewählte Normalbreite, desto höher die Krone der Bauten anzulegen ist. Der allgemeine Eindruck, welchen die Regulirungsbauten zw. Kil. 13 und 30 auf dem Besucher hinterlassen ist ein höchst günstiger, die vollendete Technik und grosse Umsicht der Bauleitung verdienen rühmlichst anerkannt zu werden.

Die Regulirung des Lechflusses

unterhalb Augsburg.

Der Lech hat unter den bayerischen Gebirgsflüssen das grösste Thalgefälle. Dasselbe beträgt für den Theil des Laufes auf der bayerischen Hochebene von Füssen bis zur Donau durchschnittlich 2.25‰ , wobei das grösste Gefälle 3.3‰ und das kleinste 1.3‰ ist. Seine Wassermengen sind nach den Angaben der kön. bayer. Obersten Baubehörde

	Kbm.	Kbm.
Gewöhnl. NW. ohne Wertach Zufluss	32,	mit Wertach 46,0
„ MW. „ „ „	62,7	„ „ 80,5
„ HochW. „ „ „	320,0	„ „ 445,

Der Lech ist derjenige Gebirgsfluss, an welchem die heutzutage fast allgemein angenommene Methode der Regulirung zu allererst versucht wurde.

Im Jahre 1852 hat der kön. bayer. Baurath, von Gumpfenberg-Pöttmes hier die ersten Parallelwerke aus Sinkwalzen zur Ausführung gebracht, und beide Ufer in zusammenhängenden Regulirungslinien gleichmässig behandelt. Zugleich war er der erste, der das Normalprofil nicht nach der Hochwassermenge, sondern nach dem gleich mit den Schotterbänken stehenden Mittelwasser bemessen hat.

Den Anhängern des Buhnensystems kam diese Bauweise höchst wunderlich vor. Obgleich Gumpfenberg in seinem werthvollen Buche „Der Wasserbau an Gebirgsflüssen“, (Augsburg 1860) sein System überzeugend begründet, und zugleich der erste war, der die Hapterscheinungen der Geschiebsbewegung trefflich beschrieben und erläutert hatte, fand er wenig Anerkennung. Hervorragende Autoren (z. B. Hagen in der zweiten Ausgabe seines Handbuches) haben den bayerischen Baurath todzuschweigen versucht; alte Praktiker begrüsst sein System noch bis zur jüngsten Zeit mit Kopfschütteln; ja es gibt noch heute solche, die es gar nicht kennen wollen.

Gleichzeitig fand sich aber ein genialer Anhänger der neuen Methode, welcher von der Lehrkanzel aus das Buch von Gumpenberg als ein höchst lehrreiches und bahnbrechendes bezeichnete; es war Prof. Culmann in Zürich, ein Landsmann von Gumpenberg.

Die praktischen Erfolge des neuen Systems konnten auch nicht lange unbeachtet bleiben; die bayerischen und schweizerischen Ingenieure sammelten in seiner Anwendung neue Erfahrungen, beseitigten gewisse Mängel und verhalfen der neuen Bauweise zur allgemeinen Anerkennung.

Die Sinkwalzen werden zwar jetzt hin und wieder durch andere Mittel ersetzt; die sachgemässe Auffassung der Parallelbauten aber und die Erkenntniss der Gesetze, welchen die Bewegung der Geschiebe unterliegt, beruhen noch immer auf den vom Gumpenberg aufgestellten Grundsätzen.

Der Urheber einer für dazumal so eigenthümlichen Methode, welche bis jetzt noch eine strenge mathematische Begründung nicht gefunden hat, konnte natürlich die Wirkung der von ihm eingeführten Mittel nicht genau vorausbestimmen; umsomehr, als die Fortsetzung der Arbeiten auf Jahrzehnte ausgedehnt werden musste, und Rückwirkungen der neu hinzukommenden Bauten nach Aufwärts unvermeidlich waren. Der zwischen Parallelbauten eingefasste Fluss erzeugt weniger Geschiebe, und hat für die Bewegung derselben mehr Kraft zur Verfügung, als früher in seinem natürlichen unregelmässigen Rinnsal. Für die Gleichgewichtslage des Flusses ist demnach ein kleineres Gefälle nothwendig als früher; in Folge dessen tritt eine Eintiefung des Flussbettes ein, welche am unteren Endpunkte der regulirten Strecke ihr Ende nimmt. Sobald aber dieser untere Endpunkt stets im Gefälle des Flusses weiterrückt, muss auch die Gefällsline der ganzen oberen Strecke allmählig nachsinken; über das Maass dieser Eintiefung aber hat Gumpenberg natürlich kaum einen richtigen Begriff haben können; und darum schrieb er auf Seite 31 seines Buches: „Bei Flüssen von so wandelbarem Laufe nur im Geringsten auf die derzeitige Lage der Flussrinnen Rücksicht nehmen zu wollen, erscheint mit nichts begründet. Vielmehr gehe man, wo dieses entsprechend scheint, so lange als möglich in geraden Linien quer durch das Rinnengewirre hindurch, und wende dann mit Kreisstücken, die nicht unter 3000' bis 4000' Radius haben sollen, um wieder irgend eine andere gerade Linie gewinnen zu können“.

Seine Korrektionsstrecke beginnt am städtischen Wehr, dem sogenannten Hochablass bei Augsburg (Klm. 0.), und erstreckt sich bis Klm. 34. Zur Zeit enthält sich über 30 Klm. fertige Baulänge, welche zum grössten Theil unter Gumpenbergs Leitung ausgeführt war, und der obigen Auffassung gemäss hauptsächlich aus langen Geraden zusammengesetzt ist. Es liegen 23·45 Klm. in Geraden, 7·15 Klm. in Krümmungen; die längste Gerade beträgt 5220 M.; der kleinste Radius 1080 M.

Die Normalbreite ist bis zur Wertachmündung (Km. 7·8) $150' = 43,8$ M. von hier abwärts $180' = 52,6$ M.

Im Jahre 1859 wurde die erste Korrektionsstrecke bei Herberts-hofen (Klm. 19,5) begonnen und im J. 1870 flussabwärts zu Klm. 28 gebracht. Die bezüglichen Flusseinsenkungen werden nicht angegeben, Pegelbeobachtungen sind aus dieser Zeit keine vorhanden.

1852/3 beginnt die zweite Korrektionsstrecke von der Lechhauser-Brücke Klm. 4.4 ab bis zur Wertachmündung Klm. 7.8; 1856/7 eine dritte von der Wertachmündung abwärts; 1859/60 eine vierte von Klm. 10 abwärts.

Von allen diesen Strecken gibt die Oberste Baubehörde nur die Beobachtungen am Pegel zu Lechhausen Klm. 4. Die Pegelstände des N. W. waren daselbst:

1851	1856	1861	1866	1871	1876	1881	1884
0.19	0.10	1.05	1.82	2.15	2.43	4.04	5.28

Die grossen Senkungen beginnen mit 1861; es ist der Zeitpunkt, in welchem die fertige zweite und dritte Korrektionsstrecke an die vierte Strecke bei Klm. 10 angeschlossen wurden.

Noch einmal wird die Steigerung der Senkung verstärkt bei der Jahreszahl 1881, was nach der Angabe der Obersten Baubehörde mit ausserordentlichen Hochwässern 1876–1881, mit der Wiederherstellung einer schadhafte Strecke bei Lechhausen (1878), und der Inangriffnahme (1873) der untersten Korrektionsstrecke von Ostendorf gegen Elgau (Klm. 29–32) in Verbindung steht.

Ich habe versucht auf Fig. 3. die Fortpflanzung dieser Vertiefungen des Lech-Flussbettes, und zwar den Übergang desselben zu einem kleineren Gefälle schematisch darzustellen.

Die Angriffspunkte der einzelnen Korrektionsstrecken sind dort nach den Angaben der Obersten Baubehörde chronologisch mit I bis V bezeichnet. Bei jedem dieser Punkte für sich ist

die Flusssohle nach Maassgabe der in dieser Strecke fertiggestellten Korrektionslänge so lange gesunken, bis das neue natürliche Gefälle erreicht war. Die Eintiefung bei Lechhausen konnte demnach keine grossen Dimensionen annehmen, so lange das aus der Korrektion herausgeschaffte Geschiebe in eine unkorrigirte Strecke ausmündete, und dort wahrscheinlich eine Hebung der Flusssohle bewirkte. Auch in den Strecken IV—I., und I—V., musste sich dasselbe Gefälle nach *ab* und *cd* ausbilden. Sobald aber die Korrektionsarbeiten im J. 1861. nach IV., und 1867. nach I. gelangten, fand jedesmal eine Erleichterung in der Bewegung der Geschiebe statt, in Folge welcher die Ausgleichung des Gefälles durch das Abtragen der in Fig. 3. schraffirten Flächen in kurzer Zeit erfolgen konnte, und entstand neuerdings ein grösseres Gefälle, welches zu einer abermaligen Eintiefung der Strecke II. bis I., nach der Verlängerung von *cd*, die Veranlassung gab, was möglicherweise bis jetzt noch nicht zu Ende geführt ist.

Diese weitere Vertiefung konnte nun in dem korrigirten Flussbette schneller fortschreiten als früher, weil die Menge des Geschiebmaterials kleiner geworden war, und die Vertheilung desselben auf einer viel grösseren Länge stattfinden musste. Es folgt daraus, dass die Anschlüsse bei IV, bei I. und die Fortsetzung der Korrektion von V. abwärts, neue Veranlassungen zur Eintiefung des Flussbettes bei Lechhausen ergeben haben. Diese Eintiefung muss mit der Zeit eine zu *cd* und *ab* parallele Gefällsline *mf* erreichen.

Nach dem jetzigen, weiter unten beschriebenen Zustande der Strecke Klm. 0 bis 8 ist ferner zu erwarten, dass die besagte Eintiefung erst bei 1.4‰ oder bei einem noch kleineren Gefälle ihr Ende finden wird, welches in seiner endgiltigen Lage von der Mündung des Lech in die Donau sich nach aufwärts verpflanzen und die daraus entstandene Eintiefung zum grössten Theil bei Lechhausen und der Wertachmündung konzentriert werden muss; wenn dieses auf künstlichem Wege durch geeignete Vorkehrungen nicht hintangehalten wird.

Inzwischen war auch die Strecke Klm. 0—4 vollendet. Im Juni 1878 stürzte die steinerne Strassenbrücke bei Klm. 1.15 ein, indem ihre Fundamente zu Tage getreten waren. Die oberhalb befindliche Eisenbahnbrücke war stark bedroht, und musste durch die Erbauung eines Wehres bei Klm. 1.2 gesichert werden.

Dieses Wehr erzeugte ursprünglich bei N. W. eine Staffel von 2.3 M.; Ende 1880 bereits 2.9 M., und bei meinem Besuche habe ich eine Staffel von über 4 M. gefunden.

Fig. 2. der beigegebenen Zeichnungstafel soll die gegenwärtigen Höhenverhältnisse der Eisenbahnbrücke veranschaulichen. Die entblösten Fundamente sind mit starken Steinsätzen umhüllt.

Diesem Beispiele folgte nun bald der Staat, und erbaute 1882/3 ein Wehr bei Klm. 5.95 welches ursprünglich 1.3 M., gegenwärtig aber 2.6 M. Stauhöhe bei N. W. erzeugt.

Am städtischen Wehr bei Klm. 0, hat sich die Staffel jedenfalls auch vergrößert, um wieviel aber, ist mir nicht bekannt. Die Oberste Baubehörde gibt an, dass 1878 die Vertiefung des Flussbettes am Hochablass 4.79 betrug; nach Erbauung des Wehres bei Klm. 1.2 ist das Flussbett möglicherweise wieder in die Höhe gegangen, denn die ganze Staffel wird von der Obersten Baubehörde (Seite 111) für das Jahr 1884 zu 5.76 angegeben. Bei meinem Besuche fand ich dort eine Abstürzhöhe von circa 6.3 M.

Das totale Gefälle des Lech von der Oberkante des städtischen Wehres bis zur Wertachmündung, auf 8 Klm. Länge, beträgt 24.2 M., wovon durch Wehranlagen $6.3 + 4.0 + 2.6 = 12.9$ M. abgenommen sind; demnach verbleiben 11.3 M., oder 1.4% als das natürliche Gefälle des regulirten Lechflusses oberhalb der Wertachmündung. In den unteren, weniger beengten Strecken gibt hiefür die Oberste Baubehörde 1.58% an.

Endlich habe ich zu bemerken, das bei Klm. 11 und 16 zwei weitere Wehrbauten in Aussicht gestellt sind.

Die Eintiefung des Flussbettes hat sich am oberen Endpunkt der Korrektion konzentriert, flussabwärts läuft sie gegen Null aus. Bei Klm. 25.6 für die Zeit 1879—1884, betrug sie 0.76 bei Niederwasser; weitere Daten sind mir nicht bekannt.

Für jeden Meter Eintiefung muss jedenfalls eine Einingung des Flusses von mindestens 2 M. eingetreten sein; doch gibt die Oberste Baubehörde an, dass gegenwärtig die Normalbreite oberhalb der Wertachmündung 43.8 M., und unterhalb derselben 52.5 M. beträgt; also genau so viel, als seinerzeit Gumpfenberg angenommen hatte. Diese Breiten sind aber muthmasslich neuerdings künstlich angelegt worden, denn die alten Leitwerke sind meistens hoch über Wasser hängen geblieben,

Ja es sind mir sogar diese beiden Ausmaasse auf 45 M. und 58 M. angegeben worden.

Bei den seit 1873 fortgesetzten Korrektionsarbeiten hat man die obigen Erfahrungen dahin verwerthet, dass die bestehende Länge des Flusslaufes nach Möglichkeit eingehalten, und bei neuen Anlagen die Flussbreite etwas reichlicher bemessen wird.

Bei der neuesten, 27 Kilometer oberhalb Augsburg begonnenen und zur Zeit noch nicht vollendeten Korrektion, beträgt die Normalbreite 65 M.; die geraden Längen machen $\frac{1}{7}$, die Krümmungen $\frac{6}{7}$ der ganzen Länge aus, der kleinste Radius misst 210 M.

Die mit der Eintiefung des Lech erzielten Vortheile sind in mancher Hinsicht nicht hoch genug anzuschlagen, und vor allem, fallen sie der Stadt Augsburg zu. Bedenkt man, dass die Stadt mit Hilfe von mehr als 20 Werkkanälen 26 Kb. M. Wasser beim Hochablass dem Lechflusse entnimmt, und ihre Abflusskanäle in die Wertach leitet, so hat selbstredend die grosse Vertiefung des Lech und der Wertach zu einer viel besseren Ausnützung dieser Wasserkraft beigetragen.

Die Beseitigung der Überschwemmungen ist für die an den Fluss anstossenden Ländereien zu einer unermesslichen Wohlthat geworden; doch muss dabei auch eine äusserst starke und somit schädliche Entwässerung der Grundstücke eingetreten sein.

Jeder Besucher dieser Gegend muss nämlich die Bemerkung machen, dass bei Augsburg und abwärts bis zur Wertach ein auffallender Unterschied in dem Zustande der Vegetation auf dem rechten und linken Ufer besteht.

Gleichzeitig mit dem Lech muss auch der Grundwasserstand in den benachbarten Grundstücken übermässig gesunken sein. Die Augsburger Werkkanäle bewässern die benachbarten Flächen durch Versicherungen und mildern diesen Zustand; somit sehen wir bei der Stadt ein üppiges Grün und herrliche Wiesen, rechts aber nichts als Ackerflächen, welche zwar sehr gut bebaut sind, aber auch die Kennzeichen einer grossen Dürre auf sich tragen.

Allgemeines über die Regulirung der Isar.

Schwebende Baukörper nach System Wolf.

Die Isar ist in ihrem ganzen Verlaufe (294,7 Kilom.) ein Gebirgsfluss u. zw. mit $2\frac{0}{100}$ Gefälle im oberen und $1\frac{0}{100}$ im unteren Laufe. Ihr Sammelgebiet beträgt 9039 Km². Trotz der beträchtlichen Wassermenge von 30 Kbm. in dem oberen und 60 Kbm. im unteren Theile bei Niederwasser, wird die Schifffahrt wegen bestehenden festen Wehrbauten bei München und Landshut nicht betrieben. Die Flossfahrt, welche sich früher bis nach Wien erstreckte, hat gegenwärtig nur bis München ihre grosse Bedeutung beibehalten.

Im Jahre 1885 betrug der Durchgangsverkehr von München nur $\frac{1}{5}$ des Lokalverkehrs dieser Stadt, u. z. sind von dort circa 50000 Stück Bretter und 9000 Met. zent. verschiedener Rohprodukte flussabwärts abgegangen. Dabei ist aber zu betonen, dass von der 164 Km. messenden Flusslänge unterhalb München, bis jetzt nur drei grössere je 8 bis 10 Km. lange Strecken korrigirt sind.

Die Korrekturen an der Isar sind im allgemeinen seit 1850 im Gange, und werden nach der in Bayern allgemein üblichen Bauweise ausgeführt. Es sind Parallelwerke aus Sinkwalzen mit Faschinen hinterbaut, durch gepflasterte Böschungen erhöht, und am Fusse bis zur Niederwasserhöhe mit Steinwurf gegen die Strömung geschützt.

Die Gesamtkosten aller Korrekturen betragen für den Zeitraum 1852 bis 1883 rund 5,2 Millionen Mark. Die Länge aller bis dahin korrigirten Strecken belauft sich auf nahezu 50 Km.

Die grössten zusammenhängenden Korrekturenstrecken befinden sich unterhalb München. Bis zum Jahre 1875 betragen hier die Kosten eines laufenden Meters Parallelbau alles in allem circa 80 Mark, später wegen erleichteter Zufuhr von Bruchsteinmaterial mit Eisenbahnen, sind dieselben auf 60 Mark gesunken. Als Ergebniss der Regulirungsarbeiten sind gleich

unterhalb München bedeutende Flusseintiefungen zu verzeichnen. Im Jahre 1884 betragen dieselben am Pegel bei Bogenhausen 3 Km. unterhalb München 4,48 M. bei N. W., 4,35 M. bei M. W. und 3,93 bei Hochwasser; der Umstand aber, dass die grössten Senkungen in den letzten 5 Jahren stattgefunden haben, lässt es mit Bestimmtheit erwarten, dass nach erfolgtem Anschluss der benachbarten Korrektionsstrecken noch weit grössere Senkungen eintreten müssen.

Für die Stadt München sind daraus unermessliche Vortheile hinsichtlich der Ausnützung der Wasserkräfte und der Anlage der städtischen Abzugskanäle erwachsen; auch haben die flussabwärts gelegenen Ländereien durch vollständige Beseitigung der Ueberschwemmungen, durch Entwässerung und höhere Cultur sehr viel dabei gewonnen; für den Bestand der Flussbauten aber, ist die grosse Eintiefung des Flussbettes sehr verderblich.

Die Flussbreite wird dadurch bedeutend reducirt, die Gewalt der Strömung weit über das erwünschte Maass vergrössert, und nun bedürfen die hohen Böschungen einer sehr widerstandsfähigen Verkleidung, deren Kosten unerschwinglich zu werden drohen.

Um der weiteren Fortschreitung dieser Eintiefung eine Grenze zu setzen, ist im J. 1878 die Normalbreite von 43 auf 60 M. vergrössert worden, die Anlage der Durchstiche und die Verkürzung des natürlichen Flusslaufes wird auf das absolut nothwendige Maass reduzirt, und die Anlage von Grundschwellen in Aussicht genommen.

Indem der Zweck vorliegender Mittheilung sich lediglich auf eine 11 Klm. lange oberhalb Landshut gelegene Strecke beschränkt, so sei zur Abrundung des Nachfolgenden noch bemerkt, dass das Flussgebiet der Isar unterhalb der Ampermündung 7354 Km². umfasst. Bei einem durchschnittlichen Gefälle von 1,4⁰/₁₀₀ führt sie hier 60 M³ bei N. W., 110 M³ bei M. W. und 700 M³ bei gewöhnlichem Hochwasser. Ihr Normalprofil für Mittelwasser ist auf 68,5 M. Wasserspiegelbreite bestimmt; eine verglichene Tiefe wird nicht angeführt, doch darf dieselbe circa 1,5 M. betragen. Die Minimaltiefe bei Niederwasser beträgt innerhalb der korrigirten und vollständig ausgebildeten Strecken 1,2 M., während dieselbe im unkorrigirten verwildeten Zustande bis auf 0,4 M. herabsinkt.

Die erwähnte Flussstrecke bildet einen Theil der 70 Km. langen Sektion, welche unter der Bauleitung des kön. bayr. Bauamtsmaans Herrn A. Wolf in Landshut steht. Derselbe hat im Wochenblatt f. Baukunde J. 1886 in seinem Aufsatz: „Ueber Regulirung geschiebeführender Flüsse und Wasserläufe“, die Beschreibung eines neuen Systems von Regulirungsbauten gegeben, welches hier bereits seit 1885 in grösserem Umfange Anwendung findet. Der genannte Verfasser hat bereits früher (Wochenbl. 1885 u. 1886) mehrere andere Aufsätze veröffentlicht, in welcher er Beispiele von lokalen Regulirungsanlagen an der Isar beschreibt, und dabei auf die allgemein üblichen Fehler hinweist, welche in ähnlichen Fällen begangen werden.

H. Wolf erblickt die schwache Seite unserer Regulirungsbauten hauptsächlich darin, dass wenn eine Ablenkung des Stromes beabsichtigt wird, dieselben gleichzeitig mit ihrer Herstellung das ganze Durchflussprofil in der abzubauenen Stromrinne absperren und dadurch die Verlandung desselben behindern.

Ferner sind diese Bauten sehr oft bestimmt den Anfall des Stromes auf das konkave Ufer direkt zu bekämpfen und müssen dadurch sehr theuer werden. Billiger müssten sich dagegen Einleitungsbauten ergeben, welche oberhalb des zu deckenden konkaven Ufers nach einer gegen die Strömung konvexen Baulinie angelegt, die konkave nur zu decken, und womöglich daselbst eine Auflandung zu bewirken hätten.

Diese und ähnliche Betrachtungen haben H. Wolf dazu gebracht einen schwebenden Baukörper an die Stelle der bisher verwendeten Senkfaschienen, Sinkwalzen und Packwerke in Anwendung zu bringen. Nach seiner Idee werden in der gewählten Baurichtung Pfähle geschlagen (Fig. 12.), deren Entfernungen je nach Bedürfniss 2,5 bis 4 M. betragen. Eine Reihe von Faschienen werden am Stammende, oberhalb der untersten Bindeweide von einer kiefernen Stange *mn* durchstoehen, auf derselben dicht aneinander geschoben, und die Stange mit Hilfe von Drath und Nägeln an den Pfählen u. z. auf der Stromseite aufgehängt. Dieses kann in beliebiger Höhe geschehen, meistens aber wird es in Niederwasser Höhe stattfinden. Die Faschienen können sich sammt der Verbindungsstange frei um die Längsachse derselben drehen und sobald dieser Bau der Strömung *ab* (Fig. 12) entgegengestellt wird, nehmen die Faschienen eine geneigte Lage an, welche um so flacher sein muss, je stärker

die Strömung. Im Bedarfsfalle können die Faszien an ihren Wipfelenden entsprechend belastet werden. Die Faszien bilden somit einen schwebenden Baukörper, vom Erfinder ein *Gehänge* genannt, welcher das Durchflussprofil in der Richtung *ab* verengt und einen Theil des Wassers seitwärts nach *ac* ablenkt. Unmittelbar unter demselben muss eine Vergrößerung der Geschwindigkeit und der Tiefe, hinter demselben aber eine Verminderung beider und somit eine Geschiebsablagerung stattfinden, u. z. um so bedeutender, je grösser die seitwärts nach *ac* abgelenkte Wassermenge. Anfänglich werden die Geschiebe hinter die *Gehänge* in der Richtung *ab* hinausgetragen und erst in grösserer Entfernung deponirt. Mit der Zeit aber nimmt die neue Stromrinne *ac* immer mehr Wasser auf, die hinter den *Gehängen* entstandenen Ablagerungen füllen das ganze alte Rinnsal nach seiner Breite aus, und rücken schliesslich an die *Gehänge* so nahe heran, dass die Wipfelenden der Faszien ganz verschottet werden (F. 14).

Die Ablagerung erreicht an der Isar sehr bald die Höhe des Mittelwassers.

Durch die abgelenkte Strömung, kann auf diese Weise ein innerhalb der projectirten Normallinien liegendes Terrain in Abbruch versetzt werden, und das abgetriebene Material in nächster Nähe hinter den unterhalb aufgestellten *Gehängen* zur Ablagerung gebracht werden.

Ein fernerer Vortheil der *Gehänge* ergibt sich bei der Verlandung sehr ausgedehnter und vom neuen Flussbett entfernt liegender Rinnsale, was bekanntlich bei Anwendung der Vollbauten namhafte Schwierigkeiten bereitet. Durch die Vollbauten nämlich werden die Sinkstoffe in geringer Entfernung von der Normallinie zum Niederfallen gebracht und wird dadurch für das weitere Verlandungsmaterial der Weg versperrt. Bei der Anwendung der *Gehänge* aber sind wir in der Lage, so lange als nothwendig eine entsprechend starke Strömung in das abgeschnittene Rinnsal eintreten zu lassen, zu welchem Zwecke ein Theil der in der Normallinie aufgestellten *Pfähle* vorläufig keine *Gehänge* erhält. Dagegen werden direct an der zu verlandenden tiefsten Stelle besondere *Gehänge* aufgestellt, welche in ihrer unmittelbaren Nähe sofort eine Verlandung erzeugen. Ist die Aufgabe dieser Hilfsgehänge erfüllt, so können die in der Normallinie noch fehlenden *Gehängen* allmählig eingesetzt,

die Strömung nach Bedarf geschwächt, und näher liegende Altwässer zur Verlandung gebracht werden.

Ist nun beispielweise die Richtung der Pfahlreihe parallel zu neuer Normallinie, so können alsdann die Stammenden der Faschienen sammt Verbindungsstange durch Beschwerung mit Sinkwalzen oder Steinwurf (Fig. 14) versenkt werden. Die längs der Normallinie entstandene neue Böschung ist auf diese Weise sogleich mit Faschienen geschützt und kann mit ganz geringen Kosten definitiv ausgebaut werden.

An der Isar wird die Pfahlreihe 3 M. vor die Normallinie gestellt, sonst wird diese Abmessung der Tiefe des Mittelwasserprofils angepasst werden müssen.

Bei starken Strömungen stellt Herr Wolf die Pfähle in Doppelreihen (Fig. 5—7) und verbindet sie mit einander durch horizontale Spreitzen.

Die Länge der gewählten Faschienen soll das $1\frac{1}{2}$ bis 2 fache der vorhandenen Stromtiefe betragen. Bei Tiefen über 2,5 M. könnten wohl doppelte und dreifache Gehänge gute Dienste leisten (Fig. 15). Auf der zweiten und dritten Pfahlreihe wären alsdann die Aufhängepunkte entsprechend tiefer anzunehmen.

Die sämtlichen Pfähle eines Baues werden numerirt und bilden bequeme Fixpunkte zu wiederholten raschen Terrain- und Flussaufnahmen; an jedem Pfahl werden dabei Flusstiefe, Wasserstand und Entfernung des Pfahles vom Ufer gemessen. Die Richtung der Pfahlreihe kann je nach Bedürfniss parallel, senkrecht, oder schräg zur Baulinie gewählt werden, und demgemäss sind Längs- oder Parallelgehänge, Quergehänge und Schräggehänge zu unterscheiden.

Die letzten sollen nach der Aussage des Erfinders die wirksamsten sein, und sich zu lokalen Schutzbauten besonders eignen; dennoch zeigt er uns beispielweise in Fig. 11 einen Fall, in welchem mit Hilfe von Schräggehängen eine neue Normallinie ausgebildet wurde.

Die Gehänge aus je 3 Pfählen bestehend, standen hier 20 M. von einander, waren 5 M. lang, und standen 2 M. nach innen und 3 M. nach aussen über die Normallinie hervor. Die aus den Querprofilen und der Situation ersichtlichen Wirkungen sind innerhalb fünf Tagen durch ein starkes Mittelwasser

hervorgebracht worden. Von f abwärts, ist der Bau mit Längsgehängen fortgesetzt worden.

In Fig. 13. ist eine seitliche Ausschreitung der Isar durch Quergehänge hintangehalten worden; der Bau ist provisorisch, und seine Wirkung aus den Querprofilen ersichtlich.

In Fig. 9. endlich sind Längsgehänge zur Deckung einer Bruchstelle verwendet, und zwar zum Schutze einer bedrohten Brücke und zur Erleichterung der Flossfahrt, welche unter der Brücke bereits unmöglich geworden war. Wegen sehr heftigem Stromanfall sind die Gehänge mit paarweise gestellten und gegen einander versteiften Pfählen ausgeführt.

Alle drei Anlagen werden jeden Flussbautechniker durch ihre Einfachheit und Billigkeit überraschen. Besonders sind die in F. 9. und 11. dargestellten Verhältnisse so ungünstig, dass jedes andere Bausystem nur mit bedeutenden Geldmitteln im Stande wäre dieselben zu bewältigen. An der Isar soll ein Quer- oder Schräggehänge 10 bis 20 Mark, ein laufender Meter Längsgehänge 3 bis 6 M. kosten. Näher soll auf diese Preise nicht eingegangen werden, indem es äusserst leicht ist, in jedem besonderen Falle dieselben nach örtlichen Verhältnissen zu ermitteln.

Als eigenthümliches Merkmal des beschriebenen Systems muss betont werden, dass die Geschiebe unter dem Baukörper durchgelassen werden; desswegen werden sie auch viel leichter und in grösseren Mengen aus dem neuen Flussbett heraustreten können, als es in allen bisher bekannten Bausystemen der Fall war. Sonst müssen doch die Geschiebe immer über bedeutende Hindernisse, erhöhte Schwellen, ja sogar über förmliche Dämme hinübergeschafft werden; natürlich bleibt dabei das grösste Material im Flussbette liegen, erzeugt gefährliche Verstopfungen desselben, oder vorübergehende Hebungen der Flusssohle, deren verderbliche Folgen an der Salzach, dem Inn und dem Lech sehr viel Geld verschlingen, indem die Leitwerke zeitweise erhöht und nach erfolgter Eintiefung des Flussbettes wiederum abgetragen werden müssen.

Theuere Verlandungsöffnungen und zahlreiche Querbauten fallen bei dem neuen System gänzlich weg; die ganze Übergangsperiode bis zur allgemeinen Ausbildung des neuen Flussbettes, während welcher theueres Baumaterial oft nutzlos im Schotter vergraben wird, läuft hier mit billi-

gen provisorischen Bauten ab, welche leicht hergestellt und nöthigenfalls leicht wieder beseitigt werden können.

Ja es hat sogar die Erfahrung gelehrt, dass „die Kiesablagerungen hinter den schwebenden Baukörpern bei höheren ansteigenden Wasserständen, in Folge der nach dem Bedürfniss für die Wasserabfuhr eintretenden Profilerweiterung abgemindert, bei sinkendem aber wieder ergänzt und verstärkt werden; während gleichzeitig das Profil vor der Bauanlage bei ansteigendem Wasser sich ebenfalls erweitert, dagegen bei sinkendem sich nicht wesentlich verändert, und somit für das geringere Wasserquantum disponibel, und allmähig ausreichend wird.“

Am 1. September 1887 hatte ich Gelegenheit, unter freundlicher Anleitung des H. Bauamtsmanns Wolf die in Fig. 8 dargestellte Baustrecke zu besichtigen. Die im Folgenden besprochenen Bauten, waren im Herbst 1886 eingeleitet; zur Zeit meines Besuches begann die neue Bauperiode 1887/88.

Wir fuhren bei km. 1 in der linksseitigen schmalen Rinne flussaufwärt von *d* gegen *a*; *ab* war ein Leitwerk aus einer Reihe Pfähle mit Längsgehängen, bei *a* eine circa 6 M. breite Öffnung; durch diese kamen wir in das neue in der Ausbildung begriffene Flussbett hinein. Hier war die Wirkung des Leitwerkes leicht zu übersehen; das rechtsseitige Ufer stand in Abbruch und war bereits zwischen demselben und dem Leitwerke eine 20 bis 25 M. breite Rinne ausgebildet; links vom Leitwerke aber, war das alte Flussbett bis auf die schmale Rinne, welche wir soeben durchgefahren verlandet. So lange die neue Flussrinne noch schmal war, hatte die alte linksseitige Rinne für die Flossfahrt gedient; die Öffnung bei *a* bildete dazumahl die Einfahrt, jetzt war sie seit längerer Zeit überflüssig; in einem der üblichen Bausysteme hätte dieselbe die Bedeutung einer Verlandungsöffnung und wäre ohne bedeutende Kosten gar nicht auszuführen. Durch die schwebenden Baukörper aber wird der neuen Stromrinne nur so viel Wasser zugewiesen, als dieselbe aufzunehmen vermag; desswegen wird auch die Strömung nicht veranlasst die Öffnung *a* auszunützen und zu erweitern. Ein weiterer Vortheil dieses Vorganges besteht darin, dass die Erweiterung des neuen Flussbettes sanft und gleichmässig fortschreitet, und wenn das Bruchufer bis zur rechtsseitigen Normalinie herangerückt sein wird, daselbst sich eine mässige

Tiefe ausgebildet. Eine frühzeitige Befestigung der Ufer wird somit, mit Ausnahme scharfer Konkaven nicht erforderlich sein.

Das linke alte Ufer gegenüber Km. 1 und 1,2 war einem starken Stromanfall ausgesetzt; auf diese Weise machte sich die dort befindliche alte Stromrinne *r* bemerkbar. Der bei 1,2 befindliche linksseitige Einleitungsbau *ef* hatte eben vorübergehend die Aufgabe, diese Strömung zu fassen; durch Verlängerung aber des Leitwerks *bc* bis Km. 1,1 wird er zum grössten Theile ausser Wirksamkeit gesetzt.

Am Tage meines Besuches waren die Gehänge bei Km. 1,2 einem starken Stromanfall ausgesetzt, das bei *bc* herausgeschaffte Material drang hier durch, und wurde erst 10 bis 15 M. hinter der Normallinie deponirt. Gleichzeitig musste ein Theil des Abbruchmaterials neben der rechtsseitigen Normallinie niederfallen und weiter unten über dieselbe hinaustreten, wie es die schraffirten Umrisse unserer Situation andeuten. Die Wirkung des linken Einleitungsbau bei 1,2 durch ähnliche rechtsseitige Bauten *a*, *b*, *c* unterstützt, versetzte das linke Ufer bei 1,4 bis 1,6 in Abbruch, und war hier die Normallinie bereits erreicht.

Dabei war das Bedürfniss eingetreten, den erstgenannten Bau von 1,2 gegen 1,4 zu verlängern, um das nach links austretende Wasser zwischen die Normallinien hineinzuleiten

Nun kamen wir an das 500 M. lange Leitwerk *ghi*, welches bis *h* vollständig auf Mittelwasserhöhe verlandet war; weiter war die Verlandung noch unbedeutend, weil der Abbruch des linksseitigen Geländes noch sehr wenig vorgeschritten war. Indem bei Km. 1,8 bis 2 eine üppige Vegetation den Abbruch erschwerte, hatte der Bauleiter die Absicht, bei *h* zwischen den Normallinien in deklinanter Richtung ein Schräggehänge aufzustellen. Dasselbe wäre alsdann nach Maassgabe des vorgeschrittenen Abbruches weiter abwärts zu versetzen, und schliesslich zu beseitigen. Bei *k* ist der Abschluss einer Rinne mit Faschienenpackwerk auf gewöhnliche Weise hergestellt.

Der linksseitige Bau Km. 2,2 bis 2,4 war bereits auf seiner halben Länge definitiv ausgebaut, u. z. waren die Gehänge versenkt, die Böschungen abgepflastert, das abgeschnittene Rinnsaal vollständig verlandet. Auch der nun folgende rechtsseitige Bau *m*, *n*, *p* hatte einen grossen Theil seiner Aufgabe erledigt. Rechts waren mehrere Hektare aufgelandeter Flächen entstan-

den, während zwischen den Normallinien ein vollständiger Durchstich mit Hilfe dieses Baues betrieben wurde, ohne vorher zu diesem Zwecke einen Kanal zu graben. Es wurden Anfangs März 1886 die Längsgehänge zum Punkte *n*, und zwar bis auf 45 M. vom damaligen Hochufer herangerückt, und dadurch dasselbe in Abbruch versetzt.

Fig. 1. zeigt uns den Fortschritt dieses Abbruches. Es waren im Mai 1886 bereits 35 M. abgerissen und die Gehänge entsprechend weiter geführt; im Mai 1887 schreitete der Abriss täglich nur 2 bis 3 M. weiter, und bei meinem Besuche war er bereits an den Punkt *q* gelangt. Innerhalb der 55 M. breiten Rinne *pq* (Fig. 8) hatte jetzt die geringe Wassermenge nicht mehr die nöthige Kraft um den Abbruch weiter fortzusetzen und sollten auch in der beginnenden Bauperiode weitere Gehänge in der Normallinie aufgestellt werden.

Durch diesen Vorgang wird somit das ganze zwischen der linken Normallinie und dem alten Rinnsaal befindliche Terrain vom Wasser abgerissen, um gleichzeitig wieder bis zur rechtsseitigen Normallinie aufgelandet zu werden. Die Kubatur der dem Wasser angewiesenen Arbeit ist demnach grösser als bei anderen Bausystemen; dagegen ist die bezügliche Verführungsdistanz viel geringer, denn sobald das abgerissene Material über die Normallinie hinauskommt, wird es sogleich in dem erweiterten Querschnitt rechts oder links deponirt; darin liegt der Hauptvorthiel des Systemes.

Allerdings können im Verlaufe eines solchen Durchstich-Betriebes auch unerwünschte und schädliche Abbrüche vorkommen, wie es in unserer Situation durch die schraffirten Umrisselinks bei Km. 2,6 angedeutet ist; doch werden dieselben auch leicht gedeckt und unterbrochen, sobald es an entsprechender Aufsicht nicht mangelt.

Von Km. 3 abwärts befand sich der Fluss in einem für den Fortgang der Regulirung sehr ungünstigen Zustande, in dem sich bei *u* eine breite Querrinne ausgebildet hatte, durch welche der grössere Theil der Wassermasse nach links entwich, und die schmale Rinne *st* sich nicht ausbilden konnte. Allerdings war durch Verlängerung des Leitwerkes und theilweisen Abschluss der Rinne *u* dem Uebel abzuhelpen: es ist aber nicht zu übersehen, dass der soeben besprochene wilde Durchstich-Betrieb die Veranlassung zu diesen ungünstigen Verhältnissen war,

und dürfte in einem ähnlichen Falle die gewöhnliche Bauweise mit Aushebung eines Durchstich-Kanals nicht zu unterschätzende Vortheile bieten.

Mit diesen und ähnlichen Betrachtungen fuhren wir bei *a* nach links hinaus, bei Km. 3,4 durch die Rinne wieder zwischen die Normallinien hinein, und weiter ohne Aufenthalt bis Km. 4,2 -- wo ein neues Leitwerk aus Längsgehängen in Ausführung stand. Die Pfähle waren bereits eingerammt, das Zusammensetzen und Befestigen der Gehänge ging gleichzeitig an drei verschiedenen Punkten vor sich, indem ein systematisches Fortschreiten stromabwärts in diesem Falle nicht nothwendig war.

Die bayerischen Gebirgsflüsse mit ihrem grossem Gefälle, starkem Mittelwasser und bedeutenden Geschiebmassen, sind der Anwendung der Gehänge besonders günstig. Ferner glaube ich, dass auch auf Flüssen mit geringem Gefälle und feinem Schlick, die Gehänge immer noch schneller, als jede andere Bauweise, eine Verlandung erzielen werden.

Ungünstig dagegen dürften sich solche Gebirgsflüsse erweisen, welche nur ein schwaches Mittelwasser besitzen; bei welchen die Ausbildung der neuen Flussrinne demnach nur von dem kurz dauernden Hochwasser zu erwarten ist. Durch Erdarbeiten wird alsdann der neue Weg der Strömung zu eröffnen, und die Aufgabe der Gehänge zu erleichtern sein, bis endlich sehr geringe Tiefen, welche an solchen Flüssen vorherrschend sind, der Wirkung aller Regulirungsbauten überhaupt eine Grenze setzen.

Starke Eisgänge, wie sie an den bayerischen Flüssen überhaupt nicht vorkommen, dürften den Gehängen gefährlich werden. Bei solchen Flüssen sollten die Gehänge möglichst zeitig im Frühjahr eingelegt werden, damit vor dem Einfrieren ein bedeutender Theil der zu erzielenden Wirkungen geschehen könne. Wo dieses möglich, wäre auch vor dem Eisgang in der neuen Flussrichtung die Eisdecke künstlich zu durchbrechen, damit der Eistoss gegen das abgeschnittene Rinnsaal und zu gleich gegen die Gehänge möglichst geschwächt sei.

Die Regulierungsarbeiten am Main

zwischen Würzburg und Aschaffenburg.

Am 6. September, geführt von dem kön. bayr. Bauamtmanne H. Wehrle, bereiste ich den Main von Würzburg abwärts bis Gemünden. Am nächsten Tage ferner, in Gesellschaft des kön. b. Bauamtsassessors H. Fleischmann, die oberhalb Aschaffenburg gelegene Strecke von Miltenberg bis Klingenberg.

An die Reihe der bisher besprochenen Gebirgsflüsse und die daran zu knüpfenden Bemerkungen ist es kaum möglich den Mainfluss anzuschliessen. Die Canalisirung des Mains von Frankfurt bis zum Rhein und die jetzt neu angeregte Frage des Donau-Main Canals, sind in der technischen Litteratur eingehend besprochen und fallen ausserhalb der Rahmen meines Aufsatzes. Bezüglich des letzteren Gegenstandes möge auf den Aufsatz des H. Fleischmann im Wochenblatte f. Baukunde 1886, und auf ein anderes im Danubius, Heft 1—5 pro 1888 hingewiesen werden. Diese Rücksichten veranlassen mich an dieser Stelle nur mit wenigen Worten des Mainflusses zu erwähnen.

Sein Quellgebiet liegt niedrig, ist gut bewaldet und die Folgen davon sind: ein geringes Gefälle und ein verschwindend kleiner Sinkstoffgehalt. Überraschend dagegen unter solchen Verhältnissen ist die sehr geringe Nieder- und Mittelwassermenge. Dieselbe wäre wohl damit zu erklären, dass im Quellgebiete der aus dem Frankenwalde kommenden Zuflüsse eine horizontale Schichtenbildung vorherrschend ist; unterirdische Wasserbecken können somit nicht entstehen.

Die Kilometer-Eintheilung beginnt in Bamberg, 8 Klm. oberhalb der Einmündung des Donau-Main-Canals; Würzburg liegt bei Klm. 139, Aschaffenburg bei 330. Das Gefälle beträgt in runden Zahlen: bei Bamberg 0.5‰ , bei Würzburg 0.4‰ , weiter abwärts 0.3‰ . Der Nullpunkt aller Pegel ist in die ideale Flusssole gelegt, so dass das mittlere Niederwasser $+ 0.70$ beträgt.

Bis unterhalb der Saalemündung, bei 17848.6 Klm² Flussgebiet, sind mir die Wassermengen in runden Zahlen wie folgt angegeben:

Niederwasser bis	+ 0.7	Pegelstand zu rund	25	Kbm.
Mittelwasser	+ 1.7	"	"	z 80 "
Gew. Hochwasser	+ 6.0	"	"	" 2300 "

Unterhalb der Taubermündung, bei 20707.0 Klm² Flussgebiet, betragen die bezüglichlichen Wassermengen 50, 160, und 3300 Kbm.

Trotz der geringen Abflussmengen sind die stabilen Wasserstände und geringen Geschwindigkeiten, nebst einer verhältnissmässig breiten Fahrrinne (22 M. im oberen und 37 M. im unteren Laufe), dem Schiffsverkehrsverkehre günstig; das Haupthinderniss aber bilden in dieser Beziehung die vielfach vorkommenden Untiefen.

Es bestehen am Main zwei Wehranlagen mit Kammer-schleussen in Schweinfurt und Würzburg; ferner zwei Flosshäfen in Würzburg und Aschaffenburg.

Den Hauptexport der oberen Maingegend bildet der rothe Sandstein, welcher bis nach Köln geliefert wird. Ausserdem wird in Würzburg von der Bahn sehr viel Holz dem Flusse übergeben. Weiches Holz kommt hier von den bayerischen Alpen, Eichenholz aus Ungarn. Wegen freien Raum für den übrigen Verkehr, soll der Flosshafen 2 Klm. unterhalb der Stadt verlegt werden.

In den 20-er Jahren hat man den Main mit Buhnen zu reguliren versucht; in den 40-er Jahren wurde zu Flügelbauten gegriffen, seit 1853 stehen ausschliesslich Parallelwerke in Verwendung. Es sind das durchgehends Leitdämme aus Stein, oder Kiesdämme mit gepflasterten Aussenflächen. Ihre Höhe war zuerst mit 0.4 M., später 0.75 M., endlich gegenwärtig mit 1.0 M. über Niederwasser, d. h. gleich dem gewöhnlichen Mittelwasser und dem Pegelstand + 1.7 M. angenommen.

Die in diesem Niveau gemessene Normalbreite beträgt in Würzburg 73 M. und nimmt allmählig auf 95 M. bis Obernburg (Klm. 285) zu. Hier ist das Flussbett bereits so tief eingeschnitten und gut geschlossen, dass eigentliche Regulirungsbauten bis jetzt nicht nothwendig waren.

Die Leitdämme werden grösstentheils bei Gelegenheit der Baggerarbeiten ausgeführt. Ein roher Steinwurf in der Höhe

des Niederwassers bildet die Grundlage des Baues. Unmittelbar darauf, wird aus dem gebaggerten Materiale auf dem Steinwurfe ein Kiesdamm geschüttet und ringsherum abgepflastert. Der Bau befindet sich somit gleich von Anfang in seiner definitiven Lage, ein Sinken desselben tritt meistens nicht ein.

Auf dieselbe Weise werden die Querbauten ausgeführt, und auch die Altwässer zwischen denselben, werden nach Möglichkeit mit dem Baggermateriale ausgefüllt, indem eine Verlandung derselben durch den Fluss selbst gar nicht zu erwarten wäre.

Die angestrebte Minimaltiefe von 0.75 M. wäre wahrscheinlich zu erreichen, wenn das Flussbett einer entsprechenden Ausbildung und Vertiefung auf natürlichem Wege fähig wäre; dieses ist jedoch nicht ohne weiteres der Fall. Indem der Main einen sehr geringen Sinkstoffgehalt besitzt, ist auch in seinem Bette sehr wenig, oder gar kein angeschwemmtes Material aus jüngster Zeit zu finden. Der Fluss hat sich in ältere Schichten eingeschnitten und in der Sohle an vielen Stellen den rothen Sandstein blossgelegt. Es ist dieselbe Felsart, welche die Hauptmassen der beiderseitigen Thalgehänge bildet, und das Materiel zu den sämtlichen Bauten des Landes liefert. Ich kann es nicht verschweigen, dass diese rothen Bergabhänge rothen Gebäude, ja selbst rothe Flussbauten, im Vereine mit einer ziemlich entwickelten Kultur und einer kräftigen natürlichen Vegetation, dem Mainthale einen fast südlichen Charakter verleihen.

In der Flusssohle nun bildet der rothe Sandstein sehr dünne, und zwar 5 bis 15 Cm. messende Platten, welche mit ebenso dicken Tegel- oder Sandschichten abwechseln. An solchen Stellen hat der Fluss kaum 0.4 M. Wassertiefe und muss seine Vertiefung durch Baggermaschinen erfolgen. Die Sandsteinplatten sind stark zerbröckelt, und der Widerstand so veränderlich, dass Dampfbagger gar nicht arbeiten können, und die sämtlichen Arbeiten mit Handbagger ausgeführt werden.

Jede Untiefe ist von einer Stromschnelle begleitet und müssen desswegen eigentliche Gefällsausgleichungen vorgenommen werden, welche bei dem ziemlich kleinen allgemeinen Flussgefälle die Ausdehnung der Baggerarbeiten auf sehr grosse Längen nothwendig machen.

Unter solchen Umständen muss es wohl befremden, wenn im „Schiff“ die Nachricht gebracht wird, dass die vereinigten

Handelskammern die Vergrößerung der angenommenen Minimaltiefe, auf 1.0 M. verlangen. Der Wunsch klingt naiv, und wird noch wohl eine geraume Zeit zu warten sein, bis mit grossen Geldopfern die 75 Cm. Tiefe bei Niederwasser, zwischen Würzburg und Aschaffenburg, überall wirklich hergestellt sein werden.

SCHLUSSWORT.

Ich hatte unternommen, bei der Bereisung der bayerischen Flussbauten über folgende Fragen der Flussregulirung Aufschlüsse und Beleuchtungen zu sammeln:

1. Die zweckmässigste Normalbreite;
2. die Zulässigkeit der Verlandungsöffnungen;
3. die kleinsten zulässigen Krümmungsradien für die Regulirungstrasse eines Flusses;
4. die Eintiefung der Flussbette in Folge der Regulirung.

1. Die bei der Bestimmung der Normalbreite befolgten Grundsätze lassen sich dahin zusammenfassen, dass die einen Ingenieure entweder nur das Nieder- oder Mittelwasser, die anderen auch das gewöhnliche Hochwasser in derselben einschliessen wollen. Insbesondere können wir in verschiedenen literarischen Quellen Folgendes lesen:

a) An schiffbaren Flüssen mit kleinem Gefälle muss die Normalbreite dem Sommer-Mittelwasser angepasst werden. Dasselbe ist aber dem N. W. sehr nahe und kommen in solchen Fällen die geringsten Breiten zur Anwendung.

Es wird auch behauptet, dass die Regulirung solcher Flüsse von der an Gebirgsflüssen vorzunehmenden vollkommen verschieden ist; es handele sich nämlich darum hier eine möglichst grosse Tiefe in der Stromrinne herzustellen, was dort, wo keine Schifffahrt besteht, gleichgiltig ist.

b) Gletscher-Flüsse, welche sich in der Regel durch ein starkes Mittelwasser auszeichnen, erhalten seit der Zeit Gumpenbergs eine demselben angepasste Normalbreite. Beispiele dieser Art sehen wir in den bayerischen Gebirgsflüssen, und wenn auch die k. b. Oberste Baubehörde die Normalbreite nach

dem Niederwasser bestimmt haben will (§. 15 der technischen Bestimmungen), nimmt sie dennoch bei den neuesten Anlagen am Lech und Inn Breiten an, welche selbst für das gewöhnliche Mittelwasser noch sehr reichlich ausfallen.

Zu demselben Resultate führt die Auffassung des Oberbaurath Lavale, welcher die Normalbreite nach denjenigen kleinen Anschwellungen bestimmt, welche im Laufe des Jahres sehr oft vorkommen, und desswegen auf die Ausbildung des Flussbettes den grössten Einfluss üben. Er unterscheidet auch einen diesbezüglichen hydrotechnischen Wasserstand, welcher aber für die bayerischen Gletscher-Flüsse dem starken Mittelwasser ziemlich gleich kommen dürfte.

Noch um einen Schritt weiter geht Prof. Pestalozzi (in dem Handbuche v. Franzius u. Sonne), welcher die oft wiederkehrenden Sommerhochwässer in dem Normalprofil einschliesst, und nur den grössten Anschwellungen ein breiteres Hochwasserprofil anweisen will.

c) Bei der Regulirung der steyerischen Flüsse endlich, hat Oberbaurath Hochenburger die Normalbreite aus der Natur direkt abgemessen, und zwar während der Wasserstand mit dem Nullpunkt des Pegels zusammenfiel; also bei Niederwasser.

Dieser letzte und zugleich neueste Autor nimmt also eine extreme Stellung ein, und verfährt beiläufig so wie Gumpenberg vor 35 Jahren. Wenn man seine Meinung mit den sub *b* Angeführten vergleicht, so drängt sich die Frage auf; wie ist es wohl möglich, dass so verschiedene Prinzipien auf Gebirgsflüsse angewendet, zu ungefähr gleich guten Resultaten geführt haben?

Misserfolge kommen ja nur vereinzelt vor, und sind entweder auf grobe Missgriffe zurückzuführen, z. B. wenn die Normalbreite ganz einfach auf Hochwasser bemessen war, oder sie beziehen sich auf Flüsse mit geringerem Gefälle.

Den Grund davon glaube ich darinn erblicken zu müssen, dass indem der regulirte Fluss sein Rinnsal tiefer einschneidet, bildet er zugleich selbst die seinen Bedürfnissen entsprechende Breite aus. War dieselbe zu gross angelegt, so wird sie jetzt verringert indem beiderseits flache Böschungen entstehen. (siehe oben die Isar auf Seite 23.)

Es wurde auch bis jetzt nicht beobachtet, dass eine noch so schmal angelegte Korrektion vom Flusse erweitert werden wäre; im äussersten Falle ist die Breite unverändert

geblieben und die Ufer bei der Eintiefung des Flussbettes zum Abrutschen gebracht worden, wie es an den ältesten Korrektionsstrecken am Lech und der Isar der Fall war. Es ist aber wohl anzunehmen, dass jeder der bayerischen Gebirgsflüsse genug Kraft besitzt, um sich je nach Bedürfniss ein genügend breites Bett auszuarbeiten, ungeachtet des Widerstandes, welchen dabei die bereits ausgeführten Regulirungsbauten entgegenseetzen könnten.

Die bei der Eintiefung vom Flusse ausgebildete Breite entspricht im allgemeinen dem Niederwasserstande und darum glaube ich, dass die sub *a* und *c* angeführten Ansichten die richtigsten sind.

Eine etwas zu grosse Normalbreite wird übrigens unschädlich sein, wo eine Eintiefung des Flussbettes sicher zu erwarten ist. Ausserdem ist aber die Übergangs- oder Ausbildungsperiode zu berücksichtigen.

Je breiter der Flusslauch, desto geringer die einer bestimmten Durchflussmenge entsprechende mittlere Tiefe, desto geringer die Geschwindigkeit, desto höher derjenige Wasserstand, bei welchem der Fluss seine Geschiebe zu bewegen und in die alten Rinnsale hinauszuführen vermag. Bis zur Höhe dieses Wasserstandes aber muss der Fluss zwischen den Bauten zusammengehalten werden, woraus folgt, dass mit zunehmender Normalbreite auch die Höhe der Bauten zunehmen muss. Die Periode der Massenbewegung der Geschiebe wird somit durch eine grosse Normalbreite verkürzt, was dem Hauptzwecke der Regulirung direkt widerspricht. Endlich, je breiter das Flussbett, desto länger und stärker serpentiniert der Fluss innerhalb desselben bei niederen Wasserständen, wodurch an verschiedenen Punkten die Veranlassung zum Angriff der Bauten gegeben wird.

Aus mehrfachen Gründen müssen demnach kleine Normalbreiten billiger ausfallen, als grosse.

2. Die Verlandungsöffnungen waren zuerst, und vielleicht in grösster Anzahl von Gumpfenberg angewendet, welcher auch die kleinsten Normalbreiten und die niedrigsten Bauten zur Ausföhrung brachte. Er hatte empfohlen diese Öföfnungen erst nachträglich je nach Bedarf anzulegen, und behauptete, dass erst nach dem Durchgange des ersten Hochwassers die hiezu geeigneten Punkte zu erkennen seien.

Bei den späteren Anlagen z. B. am Lech bei Landsberg, wo eine bedeutend grössere Normalbreite angenommen war, als Gumpfenberg empfohlen hatte, kommen meines Wissens keine Verlandungsöffnungen vor; auch sind sie von den neueren Autoren meistens mit Stillschweigen übergangen, und erst von Hoehenburger neuerdings zur Geltung gebracht und besprochen worden.

So lange die Normalbreite zu gross ist, wie an den oberen Strecken des Inn und der Salzach, werden die Verlandungsöffnungen für gefährlich und unzulässig erachtet. Sie kommen aber bei denselben Flüssen zur Anwendung, sobald die Korrektion auf Mittelwasserbreite angelegt ist. Ihre Schwellen liegen an der Salzach in Niederwasserhöhe, am Inn etwas höher; die Breite beträgt dort $\frac{1}{3}$, bei dem zuletztgenannten Flüsse aber $\frac{1}{5}$ der Normalbreite.

Im Allgemeinen sollte die Schwelle in der Höhe desjenigen Wasserstandes gelegt werden, bei welchem die Massenbewegung der Geschiebe beginnt; also in Mittelwasserhöhe oder etwas tiefer, wenn der Fluss sehr starke Mittelwässer besitzt.

Die Verlandungsöffnungen sind theuere Anlagen, welche nur bei Anwendung starker Grundschwellen und durch Aufgebot bedeutender Geldmittel für die Ausbildung des neuen Flussschlauches unschädlich bleiben können.

Bei vorhandener genügender Tiefe einer Seitenrinne dürfte es immer billiger sein, die Verlandungsöffnung sogleich bei der ersten Anlage der Leitwerke auszuführen, als erst nachträglich daran zu gehen, wenn die Tiefe durch den Übersturz des Hochwassers bereits vergrössert worden ist.

Bedenkt man, dass die besagten Anlagen vor allem nur Wasser, und erst in zweiter Linie auch Geschiebe an die Verlandungsgebiete abgeben, so ist es einleuchtend, dass dieselben in den beiderseitigen Normallinien einander nicht gegenüber stehen dürfen; sie sind vielmehr in bedeutenden Entfernungen von einander anzulegen, damit durch Wasserabgabe nach beiden Seiten die Strömung im neuen Flussbett nicht geschwächt werde.

Bei der allgemein üblichen Bauweise mit Vollbauten, und besonders wenn grosse Flächen zu verlanden sind, scheinen die Verlandungsöffnungen unentbehrlich zu sein. Bei der Anwendung der schwebenden Baukörper nach Wolf hingegen, müssten sie zum grössten Theile überflüssig werden. Die ganze

Bauanlage besteht hier nämlich aus lauter Verlandungsöffnungen, welche aber umgekehrt wie die obigen, vor allem die Geschiebe hinauslassen und das Wasser im Flussbett zurückhalten.

3. Über die kleinsten zulässigen Krümmungsradien findet man in der technischen Literatur wenig Anhaltspunkte. Hagen glaubt, dass der geringste Radius 5 bis 8 Normalbreiten betragen soll. Lavale gibt dafür eine empirische Formel, welche allgemein weniger als 4,5 der Normalbreite ergibt; dabei empfiehlt er den geringsten Radius überall anzuwenden — denn: „erhält der Schlauch eine mehr gestreckte Form, d. h. ist er aus Kreisen, deren Radien wesentlich grösser sind als der kleinste, zusammengesetzt, so treibt der Fluss wandernde Kiesbänke und der Thalweg schlangelt sich zwischen demselben in Krümmungen, welche dem kleinsten Radius entsprechen, hindurch“. (Unsere natürlichen Wasserläufe S. 35.)

In den neueren bayerischen Flussregulirungen geht das Verhältniss des Radius zur Normalbreite einmal, und zwar am Lech bei Schwabstadel auf 3,3 herunter; sonst beträgt es am Inn und der Isar, 8 bis 10; Gumppenberg hatte für dasselbe den Werth von circa 20 angenommen und Oberbaurath Hohenburger scheint sich nicht viel davon entfernt zu haben.

Inwieferne die kleinen Radien die Erzielung einer grösseren Flusslänge bezwecken, müssen sie wohl gebilligt werden. Die Lokalisirung der Schotterbänke aber darf dabei nicht als weitere Begründung mit angeführt werden, denn es ist noch nicht beobachtet worden, und auch kaum denkbar dass in einem regulirten mit noch so grossem Radius aber nicht zu breit angelegten Flussbette, die Stromrinne von der Konkaven auf die konvexe Normallinie übertreten könne.

Dagegen ist es eine längst bekannte Thatsache, dass je kleiner der Radius, desto grösser die Maximaltiefen in den Konkaven und desto kleiner die Tiefen bei den Übergängen der Stromrinne werden müssen. Es wäre demnach zu erwägen inwieferne die durch kleine Radien und eine grössere Länge des Flusslaufes zu erzielenden Vortheile den soeben angeführten Nachtheilen das Gleichgewicht halten. Wir werden dadurch auf die letzte der eingangsaufgezählten Fragen geleitet, d. h. auf die zu erwartende Eintiefung des regulirten Flussbettes.

Die Frage der kleinsten Radien scheint demnach offen zu sein; nach meinen Beobachtungen am Inn und der Isar, glaube ich, dass der geringste Radius der Konkaven Normallinie nicht unter acht Normalbreiten für grössere, und nicht unter zehn Normalbreiten für kleine Wasserläufe anzunehmen sei.

4. Bei der Besprechung der Normalbreite habe ich bereits erwähnt, dass eine zu grosse Breite vom Flusse bei der Eintiefung des Bettes selbstständig vermindert wird. Ich will dabei nicht übersehen, dass das auf diese Weise entstehende Querprofil bei den Anschwellungen des Flusses insoferne zweckmässig sein dürfte, als es eine nach oben bedeutend zunehmende Breite besitzt. Aus der obigen Thatsache soll nur der Schluss gezogen werden, dass sobald der Fluss nach der Regulierung die Fähigkeit besitzt, sein Bett zu konzentriren, so muss er dieses so lange fortsetzen, bis er einen neuen Gleichgewichtszustand erreicht haben wird. Die diesem Zustande entsprechende bewegende Kraft der Strömung muss nun nach meinem Dafürhalten denselben Werth annehmen, welchen sie bei ursprünglich geringerer Normalbreite angenommen hätte; nur dürfte die dazu nothwendige Zeit länger werden.

Das bei dem neuen Gleichgewichtszustande entstehende relative Gefälle entspricht der durch die Befestigung der Ufer verminderten Geschiefbeführung, und den durch das regelmässige Querprofil verminderten Widerständen. Dagegen dürfte dasselbe von den vom Ingenieur gewählten Richtungsverhältnissen so gut wie unabhängig sein; und zwar namentlich in denjenigen Grenzen, um die es sich nach dem obigen praktisch handelt, und mit Rücksicht auf den Gesamtwiderstand bei Hochwasser.

Die Bestätigung dieser Ansicht glaube ich darin zu sehen, dass am Innflusse die Eintiefung der auf Mittelwasser und mit vielen kurven normalisirten Strecke an ihrem oberen Ende zum Maximum geworden und sich der oberen auf Hochwasserbreite und mit langen Geraden angelegten Strecke mitgetheilt hat.

Durch kleinere Krümmungsradien dürfte somit das zukünftige relative Gefälle sich ebenso wenig vergrössern lassen, als dieses durch eine etwas zu grosse Normalbreite möglich ist. Als einziger Vortheil bleibt somit die Vergrösserung des natürlichen totalen Gefälles, welches in demselben Verhältniss wie die Länge des Flusslaufes zunehmen muss, und

zwar durch das in Rede stehende Mittel im Vergleiche zu einer mit langen Geraden und grossen Radien angelegten Regulirungstrasse, um etwa 20 bis 30 Prozent vergrössert werden kann.

Um so viel werden nun die sämmtlichen Absturzhöhen der zu errichtenden Wehre vermindert und in zweiter Linie ist als günstiges Resultat die Vergrösserung der Abflusszeit des Hochwassers, der Capacität des ganzen Flussbettes und des Abtriebes der Geschiebe zu verzeichnen.

Alle diese Vortheile mögen nun recht beachtenswerth erscheinen, im allgemeinen darf man aber nicht erwarten, dass durch die besagten Mittel die übermässige Eintiefung des Flussbettes beseitigt werden kann.

Der in Fig. 3. dargestellten Fortpflanzung der Eintiefung gemäss, muss dieselbe im obersten Theile der korrigirten Flussstrecke am stärksten auftreten, und wird dieses im Allgemeinen in derjenigen Gegend vorkommen, wo man für die Kultur der Eintiefung des Flussbettes am wenigsten bedarf.

Nur bei Flüssen mit geringem Gefälle (zwischen 0,4 und 0,8‰) und geringer Geschiebeführung, kann die Differenz zwischen dem natürlichen Gefälle vor und nach der Regulirung so gering sein, dass die besagte Vergrösserung des totalen Gefälles die zukünftigen Wehranlagen vollständig entbehrlich machen kann. Gleichzeitig aber, können unter solchen Verhältnissen die Kulturtechnischen Zwecke der Regulirung durch die besagten Mittel gänzlich vereitelt werden.

Im allgemeinen werden wir nach den bisherigen Erfahrungen durch die Regulirung der Flüsse naturgemäss zu einem staffelförmigen Längenprofil geführt; zu derselben Gestaltung also, welche aus ganz anderen Gesichtspunkten sich als ein Bedürfniss der Schifffahrt ergeben hat. Die in der Gegenwart unvermeidlich aus der Regulirung sich ergebenden Wehranlagen dürfen somit als eine natürliche und nicht zu unterschätzende Vorbereitung für die zukünftige Entwicklung der Wasserstrassen betrachtet werden.

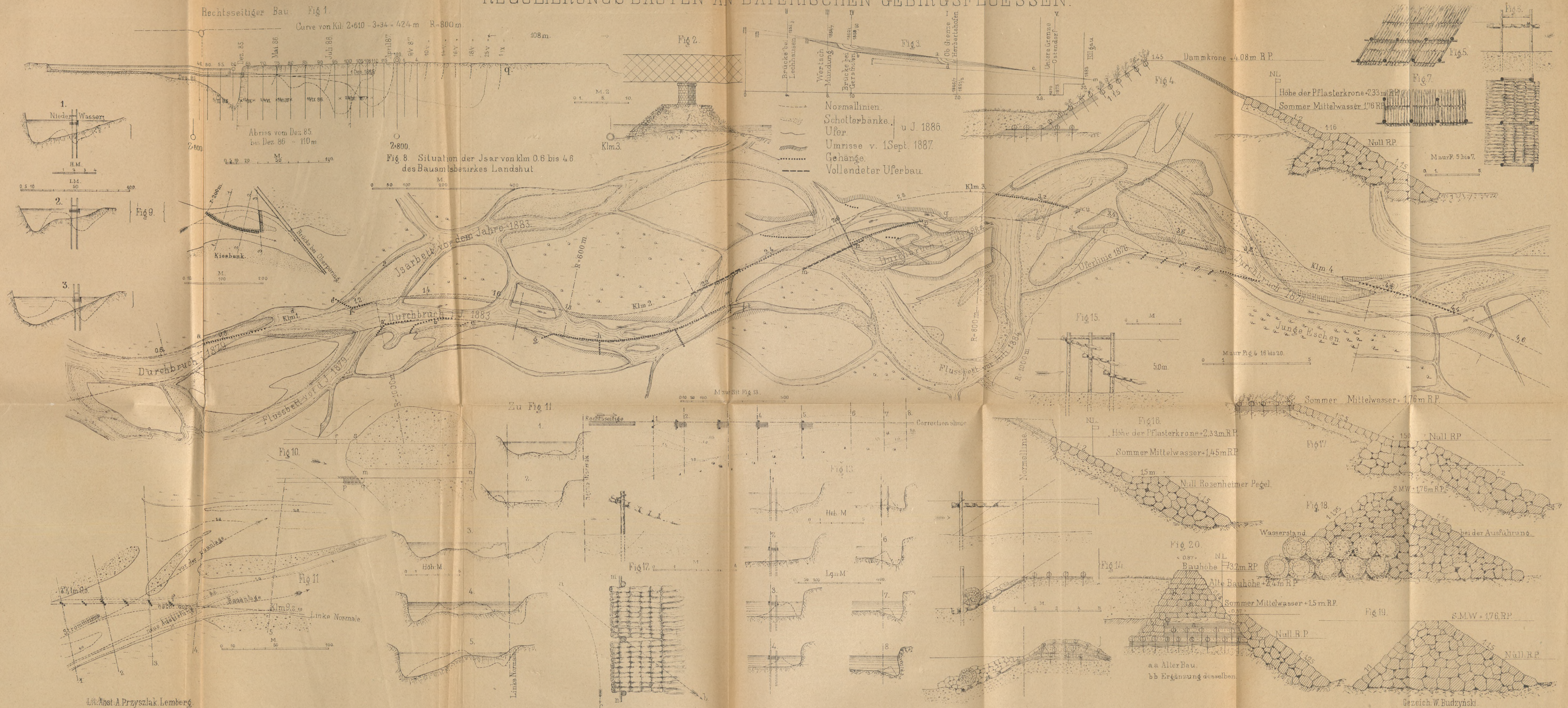
Lemberg im Februar 1888.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

INHALT.

Einleitung	III
Die Regulirung der Salzach in der österreichisch-bayerischen Grenzstrecke	5
Die Regulirung des oberen Inn-Flusses zwischen Kufstein und Rosenheim	10
Die Regulirung des Lechflusses unterhalb Augsburg	16
Allgemeines über die Regulirung der Isar. Schwebende Baukörper nach System Wolf	22
Die Regulirungsarbeiten am Main zwischen Würzburg und Aschaf- fenburg	32
Schlusswort	36

REGULIERUNGS-BAUTEN AN BAYERISCHEN GEBIRGSFLUESSEN.



Rechtsseitiger Bau Fig. 1.
Curve von Kil. 2.610-3.34 = 424 m R=800 m.

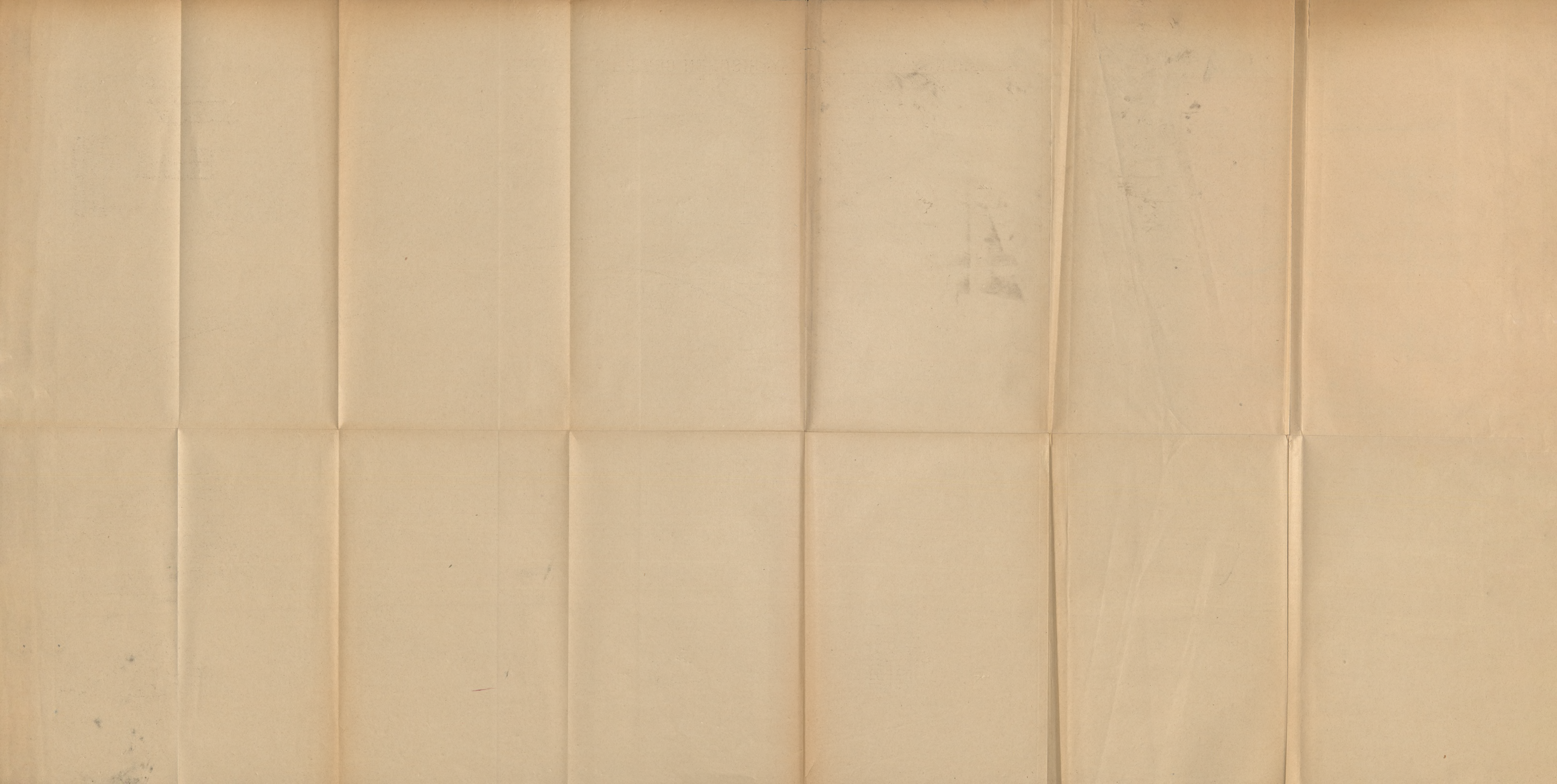
Abriß vom Dez. 85
bis Dez. 86 = 110 m
2.800.
Fig. 8. Situation der Isar von km 0.6 bis 4.6
des Bauamtsbezirkes Landshut

Normallinien.
Schotterbänke.
Ufer u. J. 1886.
Umrisse v. 1. Sept. 1887.
Gehänge.
Vollendeter Uferbau.

Zu Fig. 11

Lit. Anst. A. Przyszlak Lemberg

Gezeich. W. Budzynski



S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

|| 31134
L. inw.

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297787