

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

**Festgabe zum Jubiläum der vierzigjährigen Regierung
seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs Friedrich von
Baden**

Friedrich <I., Baden, Großherzog>

Karlsruhe, 1892

Ueber die Entwicklung des Flussbaus mit besonderer Rücksicht auf das
Grossherzogthum Baden von Cosmas Sayer

[urn:nbn:de:bsz:31-280153](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-280153)

Ueber die
ENTWICKLUNG DES FLUSSBAUS

MIT BESONDERER RÜCKSICHT AUF DAS
GROSSHERZOGTHUM BADEN

VON

COSMAS SAYER.

Die Anfänge der Hydrotechnik reichen in die fernsten Zeiten des Alterthums zurück; denn die Geschichte erzählt uns von Bauwerken und Anlagen, welche die ältesten bekannten Culturvölker Jahrtausende vor Beginn unserer Zeitrechnung geschaffen haben in dem Bestreben, einerseits das Wasser zu nützen, anderseits sich zu sichern gegen dessen verheerende Wirkungen und so für die Grundlagen aller Cultur — Landwirtschaft und Verkehr — die Daseinsbedingungen zu schaffen, zu erhalten und zu fördern. Wir wissen, dass die alten Chinesen, die Indier und Aegypter, ebenso die Babylonier und Assyrier ausser künstlichen Wasseransammlungen zahlreiche und weit-ausgedehnte Kanäle für Be- und Entwässerung und für die Schifffahrt, ferner Hafenanlagen, Schiffbauanstalten, Leuchthürme u. s. w. besaßen — Werke der Wasserbaukunst, die einen hohen Grad von technischer Einsicht, Erfahrung und Fertigkeit voraussetzen. Ebenso ist bekannt, dass in China das Gedächtniss an einen Regenten, der 22 Jahrhunderte vor Christus gelebt hat, als des ersten und geschicktesten Wasserbau- meisters des grossen Reichs bis auf den heutigen Tag hoch in Ehren gehalten wird und dass in Aegypten, dem Geschenk des Nilstroms, wie Herodot es nennt, die berühmtesten Herrscher diejenigen gewesen sind, welche die grössten Wasserbauten ausführten. Auch jene alten Völker, deren Cultur von so entscheidender Bedeutung für das christliche Abendland geworden ist, die Griechen und Römer, namentlich aber die letzteren, haben Werke der Wasserbaukunst geschaffen, deren Ueberreste noch die Bewunderung unserer, in Bezug auf technische Leistungen so hochentwickelten Zeit erregen.

Eine hervorragende Rolle in der Wasserbaukunst der alten Völker spielt der Flussbau im weiteren Sinn, sei es, dass er Zwecken der Landescultur, sei es, dass er solchen der Schifffahrt dient. Stromableitungen mittelst Durchstichen, Stromtheilungen, Uferdeckwerke und Deichanlagen, Wehr- und Schleusenbauten gehören zu den ältesten Erfindungen der Hydrotechnik. Nirgendwo aber wird aus dem Alterthum berichtet von umfassenden Verbesserungen an Flüssen und Strömen — Correctionen — im heutigen Sinn: das ist des planmässigen, auf wissenschaftlicher Grundlage beruhenden

Eingreifens in die natürlichen Verhältnisse eines Wasserlaufs, womit auf dessen ganze Ausdehnung oder doch auf grössere Erstreckung gewisse Wirkungen, namentlich eine Veränderung der Längen- und Querprofilgestaltung, angestrebt werden. Dazu bedarf es der hydrotechnischen Wissenschaft, und eine solche scheinen die Alten nicht gekannt zu haben. Aehnlich verhält es sich im Abendland. Wohl kennen wir auch hier schon aus früher Zeit, namentlich aber seit dem Aufblühen von Handel und Verkehr im Mittelalter, bedeutende Leistungen der Hydrotechnik, so in den Niederlanden, in England, in Frankreich, im nördlichen Italien, in Deutschland. Es ist auch bekannt, dass schon im Anfang des Mittelalters in Flussniederungen Deiche zum Schutz gegen Hochwasser entstanden, dass da und dort, namentlich auch im deutschen Rheingebiet schon vor Jahrhunderten zur Rettung bedrohter Orte, zur Sicherung von den Stromangriffen ausgesetzten Feldgewannen Flusskrümmungen mittelst Durchstichen abgeschnitten, Flussläufe verlegt und dass zur Förderung der Landescultur kleineren Flüssen auf weite Erstreckungen neue Betten gegraben worden sind. Die aus dem Alterthum stammende, in der Gegenwart als Flusskanalisierung bezeichnete Kunst, die Wasserläufe durch Einbau von Stauwerken schiffbar zu machen, finden wir im Mittelalter vielfach angewendet und die Bestrebungen in dieser Richtung haben auch im 15. Jahrhundert zu einem der wichtigsten Fortschritte der Hydrotechnik, der Erfindung der Kammer-
schleuse geführt*. Durchgreifende und planmässige Verbesserungen der Wasserläufe aber — einen Flussbau in der obengenannten Bedeutung — treffen wir erst in der neueren Zeit. Seine Anfänge liegen wenig mehr als 1¹/₂ Jahrhundert zurück.

Das Bedürfniss nach umfassenden Verbesserungen an Flüssen und Strömen ist zwar ohne Zweifel so alt als die Cultur in den Stromthälern selber. Es zeigen dies die erwähnten, mitunter bedeutenden Einzelherstellungen und es tritt deutlich hervor in den Erzählungen der Städte- und Landschaftschroniken über Hochwasserkatastrophen, deren es zu allen Zeiten und in allen Ländern gegeben. Dass gleichwohl der planmässige Flussbau auch in den neuern Culturländern so lange vernachlässigt war, ist begründet in den politischen und socialen Verhältnissen der früheren Zeiten und in dem damaligen Zustand der Hydrotechnik. Es ist erklärlich, dass wenn auch das Wissen und Können vorhanden gewesen wäre, welches die hierher gehörigen Aufgaben verlangen, so kostspielige und weitaussehende, in bestehende Verhältnisse so tief eingreifende Unternehmungen, wie zusammenhängende Flusscorrectionen es sind, nicht zu Stand kommen konnten unter vielfach unsichern politischen Zuständen, bei sich schroff entgegenstehenden Interessen zahlreicher von den Flüssen durchzogener oder berührter Hoheitsgebiete, der Herrschaft engherziger volkwirtschaftlicher und handelspolitischer Ansichten und dem unvollkommenen Stand der Gesetzgebung.

* Holländer und Italiener nehmen die Erfindung für sich in Anspruch. Die erste unzweideutige Beschreibung einer Kammer-
schleuse findet sich in einem Buch des Italieners Leone Battista Alberti vom Jahr 1452.

In der That begegnen wir erst in unserm Jahrhundert grösseren, von nachhaltigem Erfolg begleiteten Leistungen auf dem Gebiet des planmässigen Flussbaus. Sie sind entstanden, seitdem thatkräftige Regierungen die Fürsorge für das Wasserwesen übernommen haben; seitdem auch der wissenschaftliche Zustand der Hydrotechnik die Mittel bietet, Flusscorrectionen wenigstens annähernd zu berechnen.

Von dem grossen Gebiet der Hydraulik, dem mächtigsten wissenschaftlichen Hilfsmittel des Wasserbauingenieurs, haben die Alten nur einen Zweig, die Hydrostatik, bearbeitet. Die wichtigsten ihrer Lehrsätze hat Archimedes 200 Jahre vor Christus gefunden und fast 18 Jahrhunderte lang ist ihnen Neues von Bedeutung nicht hinzugefügt worden. Erst mit dem Niederländer Stevin (1548—1620) beginnt die nun allerdings bis in die neueste Zeit nicht mehr unterbrochene Reihe ausgezeichneter Gelehrter, welche sich mit dem Ausbau der Hydraulik beschäftigt haben und am Anfang unseres Jahrhunderts war dieser Wissenszweig in theoretischer Hinsicht schon auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gebracht. Gerade das für den Hydrotekten wichtigste Kapitel aber, über die Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen, hat der Ausbildung für die praktische Anwendung die grössten Schwierigkeiten geboten und hat auch bis auf die Gegenwart nur sehr allmähliche Fortschritte gemacht.

Wohl hatten schon die älteren Hydrauliker — anscheinend zuerst Galilei — mit diesem Gegenstand sich beschäftigt, aber da es in ausschliesslich theoretischer Weise geschehen, ohne die Hydrotechnik erheblich zu fördern. Wesentliche Fortschritte sind erst erzielt worden, als man versuchte, die Bewegungsgesetze des Wassers auf Grund von Beobachtungen zu ermitteln. Im Jahr 1753 ist es dem deutschen Ingenieur Brahm gelungen, in algebraischer Form ein Gesetz aufzustellen über die Beziehungen zwischen der mittleren Geschwindigkeit in einem Querschnitt, der Gestalt und den Abmessungen des letzteren und dem Gefäll des Wasserspiegels. Damit war ein sicherer Ausgangspunkt für die weiteren Forschungen über die Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen gewonnen. Hervorragende Männer der Wissenschaft und der Praxis haben sich bemüht, den gefundenen Ausdruck mit Benützung von Beobachtungsergebnissen für den unmittelbaren Gebrauch anwendbar zu machen, und im Jahr 1801 hat Eytelwein demselben in der nach ihm benannten Formel die Gestalt gegeben, in welcher er ein geschätztes, noch in der neuesten Zeit vielbenütztes Hilfsmittel geworden ist.

Die aus dieser Formel fliessende Folgerung, dass durch Verminderung der Flussbreite, also durch Anwendung von Einschränkungswerken die Wassertiefe vergrössert und die Einwirkung auf die Sohle verstärkt, damit aber eine Vertiefung der letzteren bewirkt wird, ist einer der wichtigsten Sätze des Flussbaus*. Alle planmässigen Correctionen von Flüssen, bei denen eine Einwirkung auf die Sohle überhaupt möglich

* Die Wirkung der Einschränkungswerke war übrigens schon im 17. Jahrhundert holländischen Ingenieuren bekannt, sie scheint aber in grösserem Umfang nicht verwertbet worden zu sein.

ist — Flüsse mit beweglicher Sohle — sind darauf gegründet. Verbesserungen in diesem Sinn und zwar ausschliesslich für Schifffahrtzwecke sind im vorigen Jahrhundert vereinzelt, vornehmlich in den Niederlanden und in Frankreich ausgeführt worden. In grossem Masstab und ebensowohl für die Zwecke der Landescultur als der Schifffahrt unternommen treffen wir solche in unserm Jahrhundert.

Das Land, welches in deutschen Stromgebieten am frühesten planmässige Flusscorrectionen in grossem Umfang und vorzugsweise im Interesse der Landescultur unternommen hat, ist das Grossherzogthum Baden. Hier haben die natürlichen und die frühern politischen Verhältnisse des Landes die Entstehung und die allmähliche Verschlimmerung übler Zustände in den Flussthälern in hohem Grad begünstigt, so dass durchgreifende Verbesserungen mit der Zeit als unabweisbares Bedürfniss erscheinen mussten.

Die Flüsse, welche die Schwarzwaldthäler durchziehen, zeigen im Oberlauf starkes, oft cascadenartiges Gefäll und ein durch steil ansteigende, meist dem Urgebirg angehörige Hänge eng begrenztes Fluthgebiet. Der Mittellauf bewegt sich mit sehr wechselndem relativem Gefäll in dem breiteren, mit Geröll angefüllten Thalgrund und hier, vornehmlich gegen den Ausgang der Thäler zeigte sich die Verwilderung der Flüsse: Ausschweifungen des Laufs über den ganzen Thalgrund, Theilung des Bettes in viele Arme. Hier war früher der Schauplatz ihrer Zerstörungen, hier hauptsächlich wurden auch später die Correctionen ausgeführt. Nach dem Eintritt in die Rheinebene nimmt das Gefäll rasch ab, der Flusslauf ist nun zwar geschlossen, aber vielgewunden, unvollkommen ausgebildet und unfähig, die Hochgewässer innerhalb des natürlichen Profils abzuführen. In Folge dessen wird das stundenweit flache, wenig geneigte Gebiet schon bei mässigen Anschwellungen unter Wasser gesetzt.

Die Hochwasser entstehen und vergehen meist rasch. Zu jeder Jahreszeit können anhaltende Regentfälle den Wasserstand bis zu beträchtlicher Höhe anschwellen, und wenn, wie dies im laufenden Jahrhundert mehrfach, zuletzt bei der denkwürdigen Hochfluth vom December 1882 der Fall gewesen, alle ungünstigen Verhältnisse zur Wirkung kommen und die sonst günstigen nicht mehr zu wirken vermögen, d. i. wenn bei hartgefrorenem, mit starker Schneelage bedecktem Boden plötzlich Thauwetter eintritt und ausgiebig fallende Regenmassen rasch von den steilen Hängen abfliessend die Flussbetten anfüllen, dann entstehen jene verhängnissvollen Katastrophen, welche ehemals die Cultur der Schwarzwaldthäler auf Jahre hinaus vernichtet und den Ruf nach Abhülfe zu einem so dringenden gemacht haben.

Zur Schifffahrt haben die Schwarzwaldflüsse nie gedient. Dagegen ist auf mehreren derselben bis in die neuere Zeit Holzflösserei betrieben worden, und auf der Kinzig und Murg findet solche heute noch statt.

Besonders schlimm waren die Zustände gegen Ende des vorigen und zu Anfang dieses Jahrhunderts, als eine Reihe ungewöhnlicher, rasch aufeinander folgender Hoch-

wasser wiederholt Hab und Gut der durch andauernde Kriegslasten ohnedies schwer gedrückten Bewohner geschädigt oder vernichtet hatten. Die Thalgründe waren mit Sand und Geröll bedeckt und Flussarme, Wasser- und Kiesflächen, Oed- und Waide-land bildeten das Gebiet, das wir heute in gartenähnlicher Cultur sehen.

Aehnlich, in mancher Hinsicht noch schlimmer als in den Schwarzwaldthälern, lagen die Verhältnisse längs des Rheins. Handelte es sich doch hier um einen Strom, der längs des badischen Gebiets — d. i. auf damals rund 350 km Thalweglänge — eine sekundliche Wassermenge bei Niederwasser von 350 bis 450 cbm, bei Hochwasser von mehr als 5000 cbm abführt, der bei Hochwasser im Oberlauf eine Geschwindigkeit von 4 bis 5 m, im Unterlauf von nahezu 2 m aufweist. Mit starkem Gefäll den oberen Theil der Rheinebene in vielfach zerfasertem Lauf durcheilend, zahllose Inseln, Kies- und Sandbänke bildend, hier eine Gemarkung bedrohend, dort einen Ort angreifend, zeigte hier der Rhein ehemals vollständig den Charakter eines Wildstromes. Erst in der Gegend der Murgmündung begann er einen geschlossenen Lauf zu bilden, der nun aber in weiten Bogen zwischen den beiderseitigen Hochgestaden umherschweifte mit einer Länge, nahezu doppelt so gross, als jene des Stromthals.

Die Niederungen auf den beiden Ufern waren nebst den Ortschaften häufig überfluthet, grosse Flächen Landes fielen dem Angriff des Stromes zum Opfer, andere geriethen in Versumpfung. Die Bewohner litten unter Fieberkrankheiten. Der Verkehr zu Wasser und zu Land war gehemmt, oft ganz unterbrochen.

Wohl hat man sich schon im vorigen Jahrhundert in den später zum Grossherzogthum vereinigten Landestheilen, insbesondere den beiden Markgrafschaften Baden-Baden und Baden-Durlach mit der Verbesserung einiger Schwarzwaldflüsse und ebenso mit der Herstellung von Uferschutzwerken und von Hochwasserdämmen am Rhein beschäftigt und für den Zweck namhafte Geldopfer aufgewendet. In erhöhtem Mass ist dies geschehen, nachdem im Jahr 1771 unter der segensreichen Regierung des Markgrafen, späteren Grossherzogs Karl Friedrich die beiden Markgrafschaften vereinigt worden waren. Aber durchgreifende und planmässige Correctionen sind noch nicht ausgeführt worden. Es handelte sich in der Regel nur um örtlich beschränkte Einzelherstellungen, die einen nachhaltigen Erfolg nicht haben konnten. Das Gleiche gilt von den durch die Uferbewohner ausgeführten Schutzarbeiten — meist Stückwerk, ohne Rücksicht auf das Ganze angelegt und nicht selten geradezu von schädlicher Wirkung. An verschiedenen Stellen war man gezwungen, die Bodencultur ganz aufzugeben, in mehreren Fällen am Rhein sogar die Ortschaften zu verlegen, und im Anfang unseres Jahrhunderts war der Zustand sowohl der Schwarzwaldflüsse als des Rheins ein sehr verwilderter und gefahrdrohender.

An die schwierige Aufgabe, hier in ausgiebiger Weise Abhilfe zu schaffen, ist die badische Regierung gleich nach der Bildung des Grossherzogthums herantreten, und sie hat alsbald dem Flussbauwesen des Landes die ernsteste Fürsorge zugewendet. Das Land hatte das Glück, gerade in dieser Zeit einen Mann zu besitzen, der befähigt war, die Bestrebungen der Regierung in der wirksamsten Weise zu unterstützen, der von grossem Gesichtspunkt aus die Arbeiten auffasste, die Entwürfe dafür bearbeitete und unablässig zur Durchführung derselben anregte. Es war Johann Gottfried Tulla.

Im Jahr 1770 in Karlsruhe geboren, erhielt Tulla seine Vorbildung auf dem Lyceum seiner Vaterstadt, widmete sich dann, unterstützt von dem Markgrafen Karl Friedrich, mehrere Jahre lang, zum Theil unter Leitung des bekannten Mathematikers Langsdorf, dem Studium der Mathematik und Mechanik, insbesondere der Hydraulik und erwarb sich durch längere Reisen in Deutschland, Holland, Norwegen und in Frankreich, die ihm auch die Bekanntschaft hervorragender Meister des Ingenieurfaches verschafften, einen seltenen Schatz von Kenntnissen. Im Jahr 1797 wurde Tulla als Ingenieur in badischen Diensten angestellt, 1804 erhielt er als Oberingenieur die Leitung des Flussbauwesens, 1817 wurde er zum Oberdirector des Wasser- und Strassenbaues ernannt und 1828 ist er in Paris, wohin er sich zum Zweck einer Operation begeben, gestorben.

In allen Zweigen des Ingenieurfaches erfolgreich thätig, war Tulla insbesondere bestrebt, Theorie und Praxis des Flussbaus zu verbessern. So suchte er die damals noch von alters her übliche, einseitig empirische Art des Vorgehens bei Flussbauten zu verbannen. Um seinen Entwürfen die mögliche Vollkommenheit zu geben, namentlich auch die voraussichtlichen Erfolge der Correctionen beurtheilen zu können, hat er von wissenschaftlichen Hilfsmitteln ausgiebigen Gebrauch gemacht und die Mangelhaftigkeit der letzteren wohl erkennend und sie beklagend, selber auf Grund seiner eigenen, reichen Erfahrungen neue Theorien aufgestellt, so über die Wirkungsweise der Buhnen oder Sporen, über die Bewegung des Wassers in Kanälen, über Transportmittel u. A.*

Daneben war er unablässig um die Verbesserung der Organisation des Ingenieurwesens in Baden bemüht, die auch hauptsächlich auf seine Anregung um die Mitte der 1820er Jahre in der im Wesentlichen heute noch bestehenden Form geschaffen worden ist. Mehrfach und mit Auszeichnung hat Tulla auch im Ausland, so namentlich in der Schweiz, gewirkt.

Die 30 Jahre seines arbeitsvollen Lebens, die Tulla dem badischen Staatsdienst gewidmet, gehören vorzugsweise dem Flussbau an. Schon als junger Ingenieur hat er damit begonnen, die Zustände in den Flussthälern eingehend zu studiren, Vorschläge für deren Verbesserung zu machen und Entwürfe, Berechnungen über Kosten und Nutzen auszuarbeiten.

Er hatte wohl erkannt, dass es sich beim Rhein ebensowohl wie bei den Schwarzwaldflüssen in erster Reihe um Werke der Landescultur handle und dass die Interessen der Schifffahrt eine vergleichsweise nebensächliche Rolle spielen, und diese heute noch geltende Anschauung ist für seine Entwürfe leitend gewesen. Aber auch die

* Diese scharfsinnigen und geistreichen Arbeiten sind allerdings, weil niemals gedruckt, in grösseren Kreisen nicht bekannt geworden.

Grundsätze Tulla's in Bezug auf die technische Behandlung der Flüsse sind in der Hauptsache in unsern Tagen noch in Geltung.

Sie gipfeln in den Sätzen: »Jeder Fluss oder Strom hat nur ein Bett nothwendig. Man muss deshalb, wenn er mehrere Arme besitzt, auf die Ausbildung eines geschlossenen Laufes hinwirken. Dieser ist so viel als möglich gerade zu strecken, damit dem Hochwasser ein geregelter Ablauf verschafft wird, die Ufer leichter erhalten werden können, der Fluss sich tiefer bette, also der Wasserspiegel sich senke und das Gelände nicht mehr überschwemmt werde. Die alten Flussarme sind zur Verlandung zu bringen, verlandete Flächen sind anzupflanzen. Die flussbaulichen Werke sind so anzulegen, dass durch die Kraft der Strömung selber der neue Lauf ausgebildet und die alten Arme verlandet werden.«

Die gesetzliche Grundlage für die in der Folge an den badischen Gewässern entfaltete Thätigkeit ist im Jahr 1816 geschaffen worden. Bis zu diesem Zeitpunkt waren durch Flussbauordnungen auf Grundlage der damals noch üblichen Frohndienstleistungen die Pflichten zur Unterhaltung und Neuherstellung von Uferbauten und von Hochwasserdämmen und die Beitragsleistungen der Betheiligten geordnet. Im genannten Jahr sind auf Tulla's Anregung die Flussbaufröhen aufgehoben und es ist im Anschluss an diese Massregel durch Gesetz — das Flussbauedict vom 24. Mai 1816 — das sogenannte Flussbaugeld eingeführt worden.

Das Flussbauedikt bestimmte im Wesentlichen, dass sowohl bezüglich des Rheins als einer Anzahl der wichtigeren Schwarzwaldflüsse von allen Gemeinden, deren Gemarkung an den Fluss grenzt oder im Ueberschwemmungsgebiet des Flusses liegt, ein Vorausbeitrag in Form eines Steuerzuschlages — das sogenannte Flussbaugeld — erhoben werden solle, sowie, dass bei der Erbauung von Hochwasserdämmen die Gemeinden, deren Gemarkungen durch den Damm geschützt werden, die Hälfte der Kosten zu tragen haben. Die Leitung und Durchführung der flussbaulichen Arbeiten übernahm der Staat nach Massgabe der jeweils für diesen Zweck im Staatshaushalt vorgesehenen Mittel. Der durch die Beiträge der Gemeinden nicht gedeckte Aufwand blieb der Staatskasse zur Last.

Die in solcher Weise behandelten Flüsse, welche später als im Staatsflussbauverband befindlich bezeichnet worden sind, waren der Rhein längs der badisch-elsässischen und der badisch-bayerischen Grenze, die Wutach, Schlücht, Wiese, Elz, Dreisam, Kinzig, Rench, Murg und der Neckar.

Bald nach Erlass des Flussbauedikts wurde mit den systematischen Correctionen, sowohl am Rhein als an den Schwarzwaldflüssen, im Sinn Tulla's vorgegangen. Die letzteren mögen hier zunächst in Betracht gezogen werden. Da bei diesen Flüssen das Verhältniss zwischen Nieder- und Hochwasser sehr ungünstig ist — 1 : 150 bis 1 : 200 — so war die Wahl eines zusammengesetzten Querprofils für die neuen Flussläufe geboten und es ist deshalb auch bei den meisten das sogenannte symmetrische

Doppelprofil zur Anwendung gebracht. Davon ist der mittlere, durch die Uferbauten begrenzte Theil für die Abführung der Nieder- und Mittelwasser, der darüber liegende, seitlich von den Dämmen eingeschlossene Theil, das Hochwasserprofil, für die Anschwellungen bestimmt.

Die geometrischen Verhältnisse der Correctionen — Verlauf des Längenprofils, Gestalt und Grösse des Querprofils, war Tulla bemüht, rechnermässig zu bestimmen. Nicht immer ist dies in befriedigender Weise gelungen und die Voraussetzungen sind durch die späteren Vorgänge im Fluss nicht immer bestätigt worden. Es ist dies wohl erklärlich und verzeihlich, wenn man die Unvollkommenheit der damaligen Hilfsmittel für solche Aufgaben berücksichtigt. Die wenigen vorhandenen empirischen Formeln galten nur für bestimmte, von denjenigen der badischen Flüsse sehr abweichende Verhältnisse, die Hydrometrie war noch wenig ausgebildet und über die Wasserführung der Flüsse war man noch sehr im Unklaren.

Bei der Durchführung der Correctionen ist man im Allgemeinen in der Weise vorgegangen, dass zunächst überall die Herstellung des neuen Laufs angestrebt wurde, — je nach den örtlichen Verhältnissen mittelst Durchstichen oder durch Regulirungswerke, dann folgte die hochwasserfreie Eindämmung und nun erst als Begrenzung des Mittelprofils die allmähliche Bildung zusammenhängender fester Uferlinien, erst in provisorischer Weise durch Faschinenbauten, später durch solide Steinbauten, endlich die geregelte Herstellung und Befestigung der Fluthvorländer.

Der Fortgang der Arbeiten ist vielfach, namentlich in den ersten Jahren, gehemmt worden und Tulla selber hat nur wenige Vollendungen erlebt. Technische Schwierigkeiten, Knappheit der Geldmittel, auch der Widerstand der Flussanwohner selber haben störend eingewirkt. Nicht selten sind Correctionsarbeiten Jahre lang verzögert worden, aber nur in einzelnen Fällen — so an den Unterläufen der Kinzig und Rench — sind sie gar nicht zur Ausführung gelangt.

Störungen verursachten insbesondere die Hochwasser, die jedesmal mehr oder minder beträchtliche Beschädigungen im Gefolge gehabt und die Aufwendung namhafter Mittel für Wiederherstellungsarbeiten erfordert haben. Allerdings haben diese Ereignisse auch wieder zu manchen, später mit Vortheil verwertheten Erfahrungen Gelegenheit und zu erhöhter Thätigkeit den Anstoss gegeben.

In besonders lebhafter Weise ist der Binnenflussbau vom dritten bis in's sechste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts betrieben worden. Zu Anfang der 1860er Jahre waren die schlimmsten Zustände beseitigt, die Flüsse lagen in geschlossenen Betten und waren auf den wichtigsten Strecken eingedämmt.

In den letzten 25 Jahren war die flussbauliche Thätigkeit an den Schwarzwaldflüssen vorzugsweise auf den weiteren Ausbau des schon Geschaffenen und dessen Anpassung an die mit der Zeit etwas veränderten Bedürfnisse gerichtet. So hat man in verschiedenen Flüssen, um der allzu kräftigen Vertiefung des Bettes entgegen zu

wirken, Sohlenversicherungen in Form von Querbauten, sogenannte Sohlenschwellen, hergestellt. Die Umwandlung der Provisorien in definitive Bauten ist unausgesetzt betrieben worden, ebenso die Regulirung der Vorländer und deren Befestigung durch Traversenbauten. Die Dammanlagen sind ergänzt, einzelne Dämme erhöht und verstärkt worden. Zahlreiche, den neueren Anschauungen der Flussbautechnik entsprechende Verbesserungen endlich — im Sinn einer vortheilhafteren Gestaltung der Abflussverhältnisse bei Hochwasser und einer Verstärkung der Constructionen an besonders gefährdeten Stellen — mussten vorgenommen werden in Folge einer Reihe bedeutender und für die Correctionen in verschiedenen Thälern verhängnissvoller Hochwassererscheinungen, von denen die letzte — vom December 1882 — zugleich eine der grössten bekannten und folgenschwersten an den Schwarzwaldflüssen einen ausserordentlichen Aufwand von rund zwei Millionen Mark veranlasst hat.

In Verbindung mit den Correctionen sind zahlreiche Be- und Entwässerungsanlagen, Stauwerke und Kanäle für gewerbliche Anlagen neu hergestellt oder verbessert worden.

Gegenwärtig beträgt die Gesamtlänge der im Staatsflussbauverband befindlichen Schwarzwaldflüsse 262 km, davon sind vollständig corrigirt und hochwasserfrei eingedämmt 123 km, im Flusslauf regulirt, aber nur theilweise mit Hochwasserdämmen versehen 59 km, während der Rest streckenweise regulirt, zum Theil auch unregulirt geblieben ist und nur im Stand gehalten wird.

Die auf diese Flüsse verwendeten Kosten sind erst seit 1842 genau nachgewiesen:

Sie haben in dem 47jährigen Zeitraum von 1842—1888 betragen:

für Neubauten und für Unterhaltung	10661025 Mk.
für Hochwasserschäden	3531731 Mk.

Zusammen 14192756 Mk.

In der gleichen Zeit haben die Beitragsleistungen der Gemeinden sich belaufen auf 3150713 Mk. oder etwa 22% des Gesamtaufwands.

Nach Umfang, allgemeiner Wichtigkeit, Kostenaufwand und technischer Behandlung weit bedeutender als die Correction der Schwarzwaldflüsse ist die des Rheins längs der badisch-elsässischen und der badisch-bayerischen Grenze. Der geistige Schöpfer derselben ist Tulla. Zu einer Zeit, wo noch nichts ähnliches vorhanden war, hat er mit bewunderungswürdiger Kühnheit und Sicherheit das Werk geplant, das bis auf die Gegenwart eines der grössten zusammenhängenden Strombauwerke, im Rheingebiet das weitaus bedeutendste geblieben ist.

Ungleich grössere Schwierigkeiten als bei den Nebenflüssen waren hier zu überwinden. Galt es doch vor Allem, seinem eigenen Lande die Ueberzeugung von der

Sicherheit des Gelingens eines solchen Unternehmens zu verschaffen und auch die Nachbarstaaten für die Idee zu gewinnen. Unermüdlich hat Tulla den Gegenstand von allen Seiten beleuchtet und die Einwendungen widerlegt, die dagegen erhoben worden, ebenso ist er zum Voraus den Einwürfen begegnet, welche noch zu gewärtigen waren.

In drei grösseren Arbeiten: einer Abhandlung vom Jahr 1812 und zwei gedruckten Denkschriften von 1822 und 1825 hat er die Ergebnisse seiner Untersuchungen klar und überzeugend niedergelegt. In technischer Hinsicht war die leitende Idee, einen einheitlichen geschlossenen Lauf zu schaffen mit einem Querprofil, das noch die gewöhnlichen Sommeranschwellungen abzuführen im Stand ist. Dieser Plan bedingte auf der Rheinstrecke von Basel bis Lauterburg mit dem Charakter des Gebirgsflusses in der Hauptsache die Herstellung von Einschränkungswerken, auf derjenigen von Lauterburg abwärts, welche schon die wesentlichen Eigenschaften des Tieflandstroms zeigt, von Durchstichen. Die badische Regierung hatte sich bald der Durchführung der Correction geneigt gezeigt und es gelang, zunächst mit Bayern im Jahr 1817 ein Uebereinkommen abzuschliessen, in Folge dessen in den Jahren 1817—1819 sechs Durchstiche zwischen Neuburg und Dettenheim ausgeführt wurden — auf derjenigen Strecke, welche ein künstliches Eingreifen besonders dringend erheischte. Diese Durchstiche bildeten sich so rasch aus, dass schon bei der grossen Hochfluth vom Jahr 1824 ihre wohlthätige Wirkung in einer beträchtlichen Senkung des Wasserspiegels deutlich zu erkennen war.

Im Jahre 1825 wurde sodann zwischen Baden und Bayern die Ausführung von weiteren 16 Durchstichen vereinbart, die auch zum Theil sogleich in Angriff genommen, zum Theil vorbereitet wurden. Eine Verzögerung trat ein in Folge von Einwendungen, die preussischerseits erhoben worden waren in der Meinung, dass die geplanten Durchstiche für die untern Stromstrecken nachtheilige Folgen haben könnten. Diese Einsprachen waren auch die Ursache, dass drei der geplanten grösseren Durchstiche nicht ausgeführt worden sind.

Jahrelang hatten die Verhandlungen mit Frankreich gedauert. Hier galt es zunächst, die schwierigen Grenzverhältnisse zu regeln. Die Grundlage war gegeben durch den Pariser Friedensvertrag vom 20. Mai 1815, der den Thalweg des Rheins als Grenze zwischen Frankreich und den deutschen Staaten festsetzte mit der Bedingung jedoch, dass das Eigenthumsrecht an die Inseln unverändert bleiben solle. Die hiernach vorgenommene Rheingrenzberichtigung, ein in seiner Art der Correction des Stromes ebenbürtiges Werk der Landesvermessung, begann 1817 und ist in den 1840er Jahren beendet worden. Die von Baden wiederholt versuchten Verständigungen wegen gemeinschaftlicher Durchführung der Rheincorrection gelangten erst im Jahr 1840 zu erfreulichem Ergebniss durch Abschluss des Grenzvertrags vom 5. April

jenes Jahres, der die gesetzliche Grundlage für das nun aufgenommene planmässige Vorgehen gebildet hat.

Die Bauweise wurde so gewählt, dass der Strom selbst die grösste Arbeit zu leisten hatte, indem er durch Leitwerke — sogenannte Parallelbauten — veranlasst wurde, das Bett in der neuen Richtung auszugraben, die gelösten Massen in den seitlichen Stromarmen abzulagern und diese so zu verlanden. Ausserordentliche technische Schwierigkeiten waren dabei zu überwinden und oft hat es an einem Punkt vieljähriger Anstrengungen bedurft, um das Ziel zu erreichen. Die Oeffnungen in den Leitwerken sind je nach dem Stand der Verlandung allmählig eingeengt oder geschlossen worden — ein System, das gegenwärtig noch mit Erfolg angewendet wird. Die Leitwerke selber sind anfänglich als Faschinenbauten hergestellt, später mit Bruchsteinen ausgebaut worden.

Mitte der 1870er Jahre ist der Thalweg des Rheins an der letzten Stelle, wo er bis dahin noch ausserhalb des neuen Strombetts abfloss — bei Istein — in dieses eingeleitet und auch der letzte Durchstich am badisch-bayerischen Rhein — der Angelhofer — gangbar gemacht worden, so dass seitdem von der schweizerischen bis zur hessischen Grenze der Thalweg des Rheins innerhalb der durch die Uferstaaten vereinbarten Strombahn liegt.

Von Baden sind für die Correction seit dem Jahr 1817 bis 1888 rund 41 Millionen Mark aufgewendet worden, wozu die Rheingemeinden gegen 8 Millionen beigetragen haben.

Auf die Herstellung eines geregelten Fluthprofils für aussergewöhnliche Hochwasser hat sich die Rheincorrection nicht erstreckt und die Hochwasserdeiche sind im grossen Ganzen meist noch unregelmässig geführt. Zum Theil schon sehr alt und seiner Zeit nach dem augenblicklichen Bedürfniss errichtet, sind sie im Lauf der letzten Jahrzehnte erhöht und verstärkt, da und dort auch in ihrer Richtung verbessert und endlich sind zahlreiche neue Dämme errichtet worden. Durch 330 km Hauptrheindämme, deren Krone über dem höchsten bekannten Wasser liegt, werden gegenwärtig längs des badischen Rheinufers die Ortschaften und Gemarkungen gegen die Hochfluthen geschützt.

Dem grossen Aufwand, den Baden für die Correction seiner Flüsse gemacht, stehen schöne Erfolge gegenüber, und wenn sie auch nicht überall ziffermässig nachzuweisen sind, so kann doch ein Zweifel darüber nicht aufkommen, dass sie in günstigem Verhältniss zum Aufwand stehen, wenn man beachtet, dass für nahezu 200 Gemeinden, darunter eine Anzahl Städte, die gesundheitlichen und die wirthschaftlichen Verhältnisse wesentlich verbessert, für viele derselben die Bedingungen für den Fortbestand und die Weiterentwicklung geradezu erst geschaffen worden sind.

In den Schwarzwaldthälern sind die früheren üblen Zustände fast vollständig verschwunden. Der Schutz gegen Uferangriff und Ueberschwemmung ist mit wenigen

Ausnahmen in befriedigender Weise erreicht, Beschädigungen von Wohnungen und Vorräthen kommen nur noch ausnahmsweise vor. Das Thalgelände ist überall in Cultur genommen. Die Abflussverhältnisse der Hauptgewässer und der Seitenbäche sind durchgreifend verbessert. Kies-, Sand- und Oedflächen im Thalgrund sind sehr seltene Erscheinungen, sie sind ersetzt durch gutes Ackerfeld, vorzüglich bewässerte Wiesen und durch Obstpflanzungen. Die Benützung der Wasserkräfte, der Verkehr in den Thälern ist gesichert. Gewerbe und Landwirthschaft haben sich bedeutend gehoben. Die ehemals so häufigen Klagen sind zu Ausnahmen geworden.

Aehnliches gilt für das Rheingebiet. Neben der Sicherung von Leben und Eigenthum der Anwohner sind ausgedehnte Flächen Landes gewonnen und zum Theil schon angebaut; andere werden mit dem Fortschritt der Verlandungen noch gewonnen. Die Sümpfe in den Niederungen sind grösstentheils verschwunden, der Werth des Geländes ist beträchtlich gestiegen. Die Gesundheitsverhältnisse der Bewohner sind ebenso gut wie anderwärts, namentlich tritt das früher häufige Wechselfieber jetzt nur noch vereinzelt auf. Gute Wege, Strassen und Eisenbahnen haben angelegt, zahlreiche Ueberbrückungen des Stroms ausgeführt werden können.

Die Thalwegslänge, vor der Correction 354 km, beträgt jetzt noch 273 km, ist also um 81 km oder um nahezu ein Viertel der ursprünglichen Länge verkürzt. Durchweg hat die Stromsohle sich gesenkt, streckenweise um mehr als 2 m. Eine Ausgleichung des Gefälls hat überall stattgefunden. Die früher auf mehr als 2 km Thalbreite ausgedehnte Erosion ist beschränkt auf das ungefähr 200 m breite Strombett.

Die schädlichen Wirkungen der Hochwasser sind bedeutend abgeschwächt, und auch bei aussergewöhnlichen Ereignissen, so bei der Hochfluth von 1882/83 ist der Strom nirgendwo aus seinen Ufern ausgebrochen.

Auch eine Verbesserung der Wasserstrasse ist durch die Correction erzielt, wenngleich nicht in dem Mass, dass sie als wesentlicher Erfolg betrachtet werden könnte. Sie ist aber als solcher auch nicht angestrebt worden und war bei dem gewählten Profil nicht zu erwarten. Indessen ist die Correction, wie sie heute besteht, geeignet, die Schiffbarmachung des Stromes sehr wesentlich zu erleichtern, und man kann darüber nicht im Zweifel sein, dass es weit weniger schwierig sein wird, die Schiffbarkeit aus dem jetzigen Zustand heraus zu erzielen, als es gewesen ist, den letzteren aus dem des Jahres 1840 zu schaffen.

Vorzugsweise im Interesse der Schifffahrt sind in Baden flussbauliche Arbeiten von Belang nur am Neckar, dem ersten schiffbaren Nebenfluss, den der Rhein aufnimmt, ausgeführt worden. Die natürliche Gestaltung des Flussthals hat indessen nur auf einigen Strecken zwischen Heidelberg und Mannheim die Vornahme grösserer Regulirungen nothwendig gemacht. Zur Erzielung der angestrebten Mindestfahrtiefe sind überströmbare Parallelwerke (Zeilen) als Einengungsbauten in Verbindung mit Traversen mit gutem Erfolg zur Ausführung gekommen. Auch in der Gebirgs-

strecke oberhalb Heidelberg hat man zur Verbesserung des Fahrwassers an einzelnen Stellen dieses System mit Vortheil angewendet. Diese Arbeiten sind in der Hauptsache seit dem Jahr 1842 hergestellt. Sie haben seitdem einen Aufwand von rund drei Millionen Mark erfordert.

In der neueren Zeit ist die gesetzliche Grundlage für das Flussbauwesen in Baden neu geordnet worden. Das sechs Jahrzehnte in Wirksamkeit gewesene Flussbauedict von 1816 ist ersetzt durch die Bestimmungen des Wassergesetzes vom 25. August 1876, welches nebst einer Anzahl einschlägiger Verordnungen die Benützung und Instandhaltung der Gewässer des Landes den neuen Bedürfnissen entsprechend regelt.

Die bewährte Einrichtung des Staatsflussbauverbands ist beibehalten und es gehören demselben heute noch dieselben Flüsse an wie im Jahr 1816. Dagegen ist die Beitragspflicht der Gemeinden zu den Fluss- und Dammbauten in der Weise abgeändert, dass für die Flussbauten die Gemeinden nun Vorausbeiträge — Flussbaubeiträge — zu leisten haben, und zwar am Neckar und am Rhein je ein Fünftel, an den Schwarzwaldflüssen je ein Drittel des in einer Budgetperiode für die gesammte im Staatsflussbauverband befindliche Strecke des Flusses entstehenden Bauaufwands. Hinsichtlich der Behandlung des Dammbauaufwands gilt allgemein die Bestimmung, dass die Gemeinden, deren Gemarkungen durch den Damm geschützt werden, die Hälfte der Kosten zu tragen haben. Der Staatskasse bleiben ganz zur Last diejenigen Flussbauten, welche lediglich mit Rücksicht auf die Schiff- und Flossfahrt vorgenommen werden.

In mancher Hinsicht ähnlich wie in Baden sind Entwicklung und Ergebnisse des Flussbaus in den Ländern, in denen die natürlichen Verhältnisse auf gleiche oder ähnliche Ziele hinweisen, also vorzugsweise im höhern Binnenland: in Deutschland insbesondere in Bayern, dann namentlich in der Schweiz und in einzelnen Theilen der österreichisch-ungarischen Monarchie. Ueberall handelt es sich vorwiegend um Aufgaben der Landesmelioration. Die grundsätzliche Behandlung der Flüsse ist im Wesentlichen dieselbe, wie sie mit Erfolg bei den badischen Schwarzwaldflüssen angewendet worden; als Einschränkungsbauten sind fast ausschliesslich Parallelwerke in Anwendung, die durch Quertraversen mit dem festen Ufer verbunden werden. Die Bauweisen im Einzelnen sind naturgemäss nach den örtlichen Verhältnissen und nach dem Herkommen sehr manigfaltig. Der umfassende und planmässige Flussbau ist aber allerwärts neuern Datums. So ist er in Bayern erst auf Grund eines im Jahr 1852 erlassenen Gesetzes aufgenommen worden, nachdem allerdings schon lange vorher an den wichtigeren schiff- und flossbaren Flüssen bemerkenswerthe Einzelverbesserungen vorgenommen worden waren. Die Schweiz hat zwar schon aus dem Anfang dieses Jahrhunderts eine ebenso bedeutende als erfolgreiche flussbauliche Leistung aufzuweisen, die in den Jahren 1807 bis 1823 ausgeführte Linthcorrection, aber erst den letzten Jahrzehnten gehören die umfassenden Unternehmungen an, welche bestimmt sind, die wasserwirtschaftlichen

Verhältnisse des Landes, zum Theil unter sehr schwierigen Verhältnissen zu verbessern. Auch an Gebirgsflüssen Oesterreich-Ungarns sind erst seit wenigen Jahrzehnten grössere Correctionen entstanden, so vornehmlich in Böhmen, in Steiermark, in Kärnthen, in Ungarn.

Der Flussbau in den Alpenländern wird erheblich erschwert durch ein im Mittelgebirg nicht gekanntes Element, die Wildbäche, jene verheerenden, den Lawinen vergleichbaren Geschiebegänge, die in den steilen Falten und Runsen der Gebirge durch verhältnissmässig geringe Wassermengen in stürmischer Bewegung in die Thäler und in die Flussbetten geführt werden, in kürzester Zeit den Thalgrund hoch mit Geröll überschütten, die Flüsse aus ihrem Lauf drängen und so die bedeutendsten Verheerungen veranlassen. Neben der Behandlung der Flüsse liegt also hier noch die Aufgabe vor, die Wildbäche unschädlich zu machen. Das Ziel wird zu erreichen gesucht durch die sogenannten Verbauungen, Massnahmen, welche zum Zweck haben, einerseits die Geschiebequellen durch Beruhigung der angebrochenen Hänge zu verstopfen, anderseits die beruhigten Hänge und zum Theil die Betten der Wildbäche selber zu verpflanzen. Als technisches Mittel für den erstgenannten Zweck sind allgemein sogenannte Sperren in Anwendung: terrassenförmig übereinander hergestellte, oft hoch in die Schluchten hinauf ausgedehnte Querbauten (kleine Thalabschlüsse), welche von dem herabkommenden Material hinterfüllt werden, dadurch den angebrochenen Hängen neue Stützpunkte verschaffen und so das Weiterschreiten der Anbrüche verhindern. Solche Verbauungen werden schon seit langer Zeit ausgeführt, in zusammenhängender Weise und auf ganze Gebiete ausgedehnt indessen auch erst seit wenigen Jahrzehnten. Bayern, die Schweiz, die österreichischen, italienischen und französischen Alpenländer besitzen viele solcher Verbauungen. Ihr Gelingen war vielfach eine wesentliche Vorbedingung für die erfolgreiche Behandlung grösserer Flusscorrectionen.

Die Methode der Flussregulirung mittelst Einschränkungswerken lediglich oder vorwiegend für die Zwecke der Schiffahrt wird vorzugsweise im Flach- und Tiefland, selten im Gebirg angewendet. Sie erscheint auch besonders geeignet bei Flüssen mit schwachem Gefäll, reichlicher und wenig veränderlicher Wasserführung, flachen Ufern. Wir finden sie desshalb auch vornehmlich vertreten im deutschen Norden, in den Niederlanden, in einzelnen Theilen von Frankreich, neuerdings auch in Nordamerika am Mississippi. Die ältesten Beispiele solcher Flussregulirungen scheinen den Niederlanden anzugehören, indessen reichen sie — in grösserem Umfang hergestellt — auch hier nicht über zwei Jahrhunderte zurück. In Frankreich wurden die ersten Versuche an der untern Loire im Anfang des vorigen Jahrhunderts gemacht; die systematische und umfassende Verbesserung der Flüsse fällt erst in das laufende Jahrhundert.

An den norddeutschen Strömen, vorzugsweise in preussischem Gebiet, beginnt sie in vereinzelt Fällen, so auf der Oder zwar schon unter Friedrich dem Grossen, in grossem Stil wird der Flussbau aber erst seit Jahrzehnten betrieben: an der Memel

und der Elbe seit etwa 1840, an der Weichsel und Weser seit 1830, an der Oder seit 1850. Ueberall ist hier das Ziel: eine gewisse Minimalwassertiefe für die Schifffahrt zu schaffen, wobei indessen die Interessen der Landwirthschaft und Industrie thunlichst gewahrt werden.

Als Einschränkungswerke sind ebensowohl Parallelwerke als Buhnen, auch Combinationen beider in Anwendung. Auf preussischen Stromstrecken sind bisher fast ausschliesslich Buhnen in Gebrauch gewesen; doch werden neuerdings auch in concaven Bögen mit Erfolg Parallelwerke angewendet und seit einigen Jahrzehnten als wichtiges und erfolgreiches Correctionsmittel sogenannte Grundswellen, d. i. unter dem niedrigsten Wasser liegende Querbauten, welche entweder lediglich als Verlängerungen der Buhnen erscheinen oder durch das ganze Strombett hindurch gezogen sind. Sie haben den Zweck, auf allmähliche Ausgleichung der Stromsohle hinzuwirken.*

Die im Princip schon sehr alte, vorzugsweise die Erhöhung der Schiffbarkeit bezweckende Kanalisierung der Flüsse hat seit Erfindung der Kammerschleuse erst in diesem Jahrhundert wieder eine wesentliche Verbesserung erfahren durch die in Frankreich im Jahr 1834 erstmals erfolgte und dann vielfach weiter ausgebildete Anwendung beweglicher Stauanlagen.** Besonders geeignet bei Flüssen mit geringer oder stark wechselnder Wasserführung, starkem Gefäll, mässiger Breite, hohen Ufern gestattet sie die Schiffbarmachung auch der Mittel- und Oberläufe von Flüssen, wo die Regulirung häufig nicht mehr zum Ziel führt oder nicht anwendbar ist. In den letzten 50 Jahren hat die Kanalisierung einen lebhaften Aufschwung genommen, namentlich in Frankreich, dessen Flüsse zu einem grossen Theil die für diese Methode der Schiffbarmachung günstigen Vorbedingungen bieten. Aber auch die meisten andern europäischen Länder und ebenso Nordamerika besitzen jetzt mehr oder minder ausgedehnte Flusskanalisirungen. In Deutschland sind solche mit beweglichen Stauwehren verhältnissmässig noch neu: Die erste — in der Saar in der Gegend von Saarbrücken — ist vor drei Jahrzehnten entstanden, die neueste im Main von Frankfurt bis Mainz, ist im Jahr 1886 vollendet worden.

Fragen wir nach den bisherigen Ergebnissen und nach den Aussichten des Flussbaues für die Zukunft, so muss anerkannt werden, dass in den wenigen Jahrzehnten, in denen dieser Zweig der Hydrotechnik planmässig behandelt wird, ungleich grössere Erfolge erzielt worden sind als vorher in Jahrhunderten und dass der Landescultur und der Schifffahrt im Flussbau ein mächtig förderndes Hülfsmittel erwachsen ist.

* Die Grundswellen unterscheiden sich dadurch wesentlich von den schon erwähnten, bei kleineren Flüssen üblichen Sohlenbefestigungen oder Sohlenschwellen, welche durch Concentration des Gefälls an einzelnen Punkten zwischen diesen die Ausbildung desjenigen kleineren relativen Gefälls ermöglichen sollen, bei welchem die Flusssohle sich im Zustand des Gleichgewichts befindet.

** Der erste Versuch mit dem von Poirée erfundenen »Nadelwehr« wurde 1834 auf der oberen Yonne gemacht, diesem folgte 1836 ein solcher auf der Loire und im Jahre 1838 ein dritter auf der Seine unterhalb Paris — zugleich der Anfang der Seinekanalisierung.

Man muss auch zugeben, dass das technische Können, die Baumethoden im Ganzen, die Bauweisen im Einzelnen auf einen hohen Grad der Vollkommenheit gebracht sind und dass in dieser Richtung der Flussbau andern Gebieten des Ingenieurwesens nicht nachsteht. Nicht so verhält es sich mit der wissenschaftlichen Grundlage. Hier hat der Fortschritt mit demjenigen nach der praktischen Seite nicht gleichen Schritt gehalten und wichtigste Fragen des Flussbaues sind noch zu beantworten.

Noch wissen wir sehr wenig über den ganzen Vorgang bei der Ausgestaltung der Flussbette, noch haben wir keine klare Einsicht in die Wirkung mancher flussbaulicher Werke, eine wissenschaftlich genügende Erklärung über das Serpentinieren des Stromstrichs ist noch nicht gegeben, den Verlauf einer Hochfluth vermögen wir nur unter besonders günstigen Umständen zum Voraus annähernd zu beurtheilen, die von den Flüssen abgeführten Wassermengen sind noch wenig und meist nur für niedrige Wasserstände bekannt, und die Forschungen über die Beziehungen zwischen der Lage, äusseren Gestaltung, Bodenbedeckung und den Niederschlagsmengen der Flussgebiete zur Wasserlieferung der Gewässer sind kaum über die ersten Anfänge hinaus. Die Fragen über die Verminderung der Hochwassergefahren, über die Eindeichung der Flussthäler, insbesondere über die Behandlung der Flüsse und Ströme und ihrer Ueberfluthungsgebiete in den Niederungen haben eine allseitig befriedigende Lösung noch nicht gefunden.

Aber sehr Vieles ist auch, namentlich in den letzten Jahrzehnten geschehen, um hier Wandel zu schaffen. Die einseitig theoretischen Bestrebungen allerdings, die bis auf unsere Tage vielfach von ausgezeichneten Hydrotekten versucht worden sind, haben den Flussbau verhältnissmässig wenig gefördert. Die Natur des Gegenstands verlangt durchaus die Verbindung von Theorie und Praxis, und in dieser Erkenntniss ist man überall bestrebt, vor Allem der ersteren die empirischen Unterlagen zu schaffen.

Seit Jahrzehnten schon werden die Wasserstände an den meisten bedeutenden Gewässern regelmässig beobachtet und die Veränderungen in den Gewässern selber verfolgt. Wichtige Gebiete des Wissens, die Geologie, die Bodenkunde, die Meteorologie und vor Allem die gerade in der neuesten Zeit in lebhaftem Aufschwung begriffene Hydrographie werden als Hilfswissenschaften herangezogen und der Hydrotekt ist sich bewusst, dass er nicht bloss Ingenieur, dass er in gewissem Sinn auch Naturforscher sein muss. Leider entbehrt die Hydrotechnik noch des Hilfsmittels, das auf andern Gebieten des Wissens schon zu so werthvollen Ergebnissen geführt hat, und welches gerade beim Flussbau vorzüglich geeignet scheint, die wissenschaftliche Grundlage zu fördern: der methodischen Versuchsanstalten. Doch darf man wohl annehmen, dass auch diese Lücke, auf welche in unsern Tagen schon mehrfach die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist, bald ausgefüllt werden wird. Die Regierungen lassen sich in richtiger Würdigung der grossen Bedeutung einer guten Wasserwirthschaft die Fürsorge für

die Gewässer angelegen sein, bedeutende Summen werden für den Zweck in die Staatsbudgets aufgenommen, auf den technischen Hochschulen wird der Hydrotechnik ein breiter Raum gewährt. Täglich stellen die mächtig vorwärts drängenden Interessen des modernen Lebens dem Hydrotekten neue grosse Aufgaben und so darf man hoffen, dass auch hier der Erfolg, wenn er der Natur des Gegenstandes nach auch nur ein allmählicher sein kann, nicht ausbleiben wird — der Wissenschaft zur Förderung, zum Segen für das allgemeine Wohl.

