

Dritter Theil.

W a s s e r b a u.

Einleitung.

Von den Gewässern im Allgemeinen.

Wie die wichtigern Straßen eines Landes durch besonders dafür bestimmte Behörden und Beamte gebaut und unterhalten werden, ebenso verhält es sich hinsichtlich der Errichtung und Unterhaltung der Bauten am Meere, an größern Landseen, Strömen, Flüssen, Kanälen u. dgl., und es sind selbst größere Ent- und Bewässerungsanlagen mit Recht dem Ingenieur vom Fach zugewiesen.

Allein, ähnlich wie beim Weg- und Brückenbau, gibt es auch eine Menge Wasserbauten, welche zwar für das Allgemeine nur wenig, desto mehr aber für den einzelnen Grundeigenthümer wichtig sind, weshalb auch der Staat demselben überläßt, sich damit, unbeschadet der Rechte Dritter, zu befassen.

Mit diesen Wasserbauten, wie sie der Land- und Forstwirth auszuführen hat, wollen wir uns nun näher bekannt machen, auch hier werden wir im Allgemeinen den Regeln des Kunstbaues zu folgen haben, soweit die Zwecke es erfordern und die Mittel es gestatten.

§. 144.

Die Gewässer, um welche es sich hier handelt, sind entweder *stehende* oder *fließende*. Unter die ersteren können wir auch diejenigen Gewässer rechnen, welche zwar nicht eigentlich stehend sind, deren Bewegung aber eine so geringe, daß sie ohne Anstellung besonderer Untersuchungen nicht, oder kaum wahrnehmbar ist, wie bei manchen Sümpfen.

Alles durch Regen, Schnee, Nebel — überhaupt durch Niederschläge an den Boden gekommene Wasser, insofern es nicht sofort wieder verdunstet, oder durch Pflanzen eingefogen wird, senkt sich vermöge seiner Schwere so

weit abwärts, bis es Widerstand über undurchlassenden Schichten findet, je tiefer diese liegen, je mehr sie geneigt sind, je lockerer oder zerklüfteter der Boden über ihnen ist, um so tiefer wird man unterirdische Wasseransammlungen finden, deren Spiegel meistens — gewisse Schwankungen abgerechnet —, ziemlich in derselben Höhe, wie der der benachbarten, zu Tage gehenden Gewässer, und in der Regel mit geringer seitlicher Neigung nach diesen hin, befindlich sein wird. Diese Ansammlungen nennt man Horizontal- oder Grundwasser.

Tritt es bis in die Nähe der Oberfläche herauf, oder kommen in geringer Tiefe und bei ebener, oder wenig geneigter, oder muldenförmiger Lage undurchlassende Schichten vor, sind die atmosphärischen Niederschläge von so großer Bedeutung, daß sie weder durch Versickerung, noch durch Verdunstung, noch durch die Vegetation vollständig entfernt werden können, oder werden Quellen, Bäche u. s. w. in ihrem Abfluß wesentlich gehindert, so entwickelt sich, wenn die Temperatur den Pflanzenwuchs begünstigt, bald eine mehr oder minder üppige Vegetation, welche einestheils die Verdunstung des im Boden befindlichen Wassers verhindert, andernteils solches in großen Massen aus der Luft aufnimmt. Sterben solche Pflanzen oder ihre Theile ab, so bilden sich aus ihnen schlammige Niederschläge — die Hauptbestandtheile des Torfes — die Fläche wird zum Sumpfe, und wenn die Mitteltemperatur zwischen 4 bis 12° R. ist, wobei unter dem Einfluß des Wassers nur eine unvollständige Zersetzung der Pflanzenreste stattfinden kann, zum Moore.

Sind jedoch stärkere Quellen vorhanden, oder kommen von anderwärts so starke Zuflüsse, daß außer dem versickerten, verdünneten, oder durch die Vegetation zersetzten noch überschüssiges Wasser vorhanden ist, so bedeckt dasselbe als Teich oder See die Fläche, bis es irgendwo einen Abfluß findet, oder die Verdunstung u. s. w. mit dem Zufluß ins Gleichgewicht, oder sein Spiegel mit dem höchsten Punkt der es speisenden Quellen in eine Ebene kommt. Im Uebrigen verweisen wir auf §. 181.

§. 145.

Wo das im Boden befindliche Wasser aus demselben hervorquillt, entsteht eine Quelle, den Raum, welchen das derselben entquollene Wasser einnimmt, bis es zum Abfluß gelangt, nennt man den Quellkessel, oft bilden sich solche auch ohne sichtbaren Abfluß. Fließt das überströmende Wasser in geringer Menge abwärts, so bezeichnet man seinen Weg mit dem Ausdruck Rinne oder Rinnsal, vereinigen sich deren mehrere, so bilden sie einen Bach. Wo stark zerklüftete Gesteine vorkommen, finden solche Vereinigungen oft schon unterirdisch statt, und wenn die Klüfte am Fuße von Anhöhen oder Bergen zu Tage gehen, erscheinen mitunter Quellen von solcher Stärke, daß ihnen Bäche unmittelbar entfließen, oder daß sie Teiche bilden.

Haben sich mehrere Bäche vereinigt und führen sie eine Wassermasse, die bei mittlern Stand nicht wohl mehr durchwaded werden kann, so bilden sie einen Fluß und wenn mehrere Flüsse zu einem schiffbaren, ins Meer mündenden sich vereinigt haben, so heißt dieser *Strom*.

Jedes Gewässer hat seine Wasserscheiden und sein von denselben begrenztes Gebiet, welches stets in das Gebiet des nächst größern und schließlich ins Meer sich verliert, daher die Ausdrücke: *Wachgebiet*, *Flußgebiet* und *Stromgebiet*.

In jedem Gewässer unterscheidet man sein *Bett*, seine *Sohle*, die *Uferwände*, die *Uferränder* oder *Borde*, das *Uberschwemmungsgebiet* und die *Hochgestade*, letztere bald mehr, bald weniger scharf kenntlich.

Durch die Lage und Bodenbildung ist das Gebiet im Allgemeinen bestimmt, sei das Gewässer ein stehendes oder fließendes.

§. 146.

Unter *Bett* versteht man den Raum, welcher das Wasser einschließt, ohne daß es seitlich sich verlaufen kann, und man gebraucht diesen Ausdruck besonders bei Bächen u. s. w., um den Raum zu bezeichnen, welcher zwischen der *Sohle*, den *Uferwänden* und dem *Bord* liegt, also das Wasser abführt, daher auch der Ausdruck: *Strombahn*.

§. 147.

Je nach der Neigung der *Sohle* bestimmt sich das *Gefälle* des *Flusses*, die *Geschwindigkeit* und *Kraft* des *Wassers*, und je nach dieser besteht die *Sohle* aus *Fels*, *größern* und *feinern* *Geschieben*, *Sand* und *Schlamm*. Wenn das *Flußgebiet* nicht durch besondere *Störungen* ein *unregelmäßiges* geworden ist, finden wir das *Gefälle* von oben nach unten *abnehmend* und damit steht die *Größe* und *Schwere* der *Geschiebe* im *Verhältniß*. Wo ein *Fluß* in einen *See* oder ins *Meer* mündet, oder wo er weniger rasch fließende *Arme* bildet, bleiben zunächst die *größten* *Geschiebe* liegen, auf sie folgen die *kleinern*; *Sand* und *Schlamm* bilden den *Schluß* der *Ablagerungen*. Tritt ein *Fluß* aus einem beträchtlichen *See* heraus, so finden wir sein *Wasser* stets *rein*, mag es auch noch so *trübe* in denselben gekommen sein, hieraus folgt, daß die *Ausfüllung* aller *Seen*, in welche *Geschiebe* u. s. w. führende *Flüsse* zc. münden, lediglich eine *Sache* der *Zeit* ist und eben hiedurch finden auch die *Verlängerungen* der *Flußbeete* von ihren *Mündungen* in *Seen* und *Meere*, welche *Verlängerungen* zuletzt in *Sand-* und *Schlamm-**bänke* verlaufen, ihre *Erklärung*. Bei *Gewässern*, die keine *Geschiebe* führen, wird die *Ausfüllung*, wie wir bereits bemerkten, oft durch die *Vegetation* — durch *Versumpfung* und *Bermoorung* vermittelt.

Die die Sohle bedeckenden Geschiebe u. s. w. geben uns daher einigen Aufschluß über die Kraft des Flusses; da jedoch, wo die Sohle aus festem Thon besteht, welcher das Wasser leicht abgleiten läßt und von ihm weniger angegriffen wird, kann man oft seine Kraft unterschätzen. Daß rasche Gewässer Geschiebe von den Gebirgsarten, welche sie durchströmen, in der Regel über deren eigentlichen Verbreitungsbezirk hinaus führen, bedarf wohl keiner weitern Erläuterung.

§. 148.

Die Uferwände werden von dem das Gelände zusammensetzenden Boden gebildet und sehr oft besteht solcher aus den vom Fluß herbeigeführten Geschieben, den Sand- und Schlammablagerungen, jene sind also gewissermaßen in diese eingeschnitten. Den Angriffen des Flusses leisten sie bald mehr, bald mindern Widerstand, aber selbst der härteste Fels kann nicht als unbedingt widerstehend angenommen werden. Je fester der Boden zusammenhält und je flacher die Böschung der Uferwände ist, um so besser widerstehen sie, und diese Fähigkeit kann noch vermehrt werden, wenn zwischen dem bloßen Boden und dem Wasser eine schützende Pflanzendecke, oder wenn der Boden stark durchwurzelt ist, abgesehen von künstlichen Schutzmitteln. Uferwände und Sohle stehen im nächsten Zusammenhang und bedingen in ihrer Gesamtwirkung den Lauf des Flusses, wie wir nachher sehen werden.

Thon- und fester Schlamm Boden wird meist unter- und abgewaschen, er bildet daher in der Regel steile Uferwände, die während und nach hohen Wasserständen, theils nach vorausgegangenen Rissen, theils ganz unerwartet, mehr oder minder senkrecht oft in großen Massen einbrechen. Bei sandigem, kiesigem oder sonst lockerem Boden, fallen bei jedem Angriff, also schon während des hohen Wasserstandes, kleinere Theile ab und vermitteln dadurch, wenn sie nicht alsbald fortgerissen werden, sogleich eine flachere Böschung, über die sich die beraste oder sonst bewachsene Oberfläche nach und nach, ähnlich wie bei Wegböschungen herabsenkt. Wo der Boden locker ist, oder wo in festerm Boden, wozu auch hier der Torf gerechnet werden kann, da er sich gleich diesem gegen die Wasserangriffe verhält, Sandschichten oder sogenannte Nester eingelagert sind, werden diese gewöhnlich, sobald die Hochwasser zurücktreten, von dem während derselben eingedrungenen und nun wieder herausquellenden Wasser ausgewaschen, wodurch das Ufer sehr brüchig und die Sohle nicht selten auf nachtheilige Weise erhöht wird. Die Sohle ist dem Längenprofil nach als eine, wenn auch ungleich, doch stetig nach der Mündung geneigte Fläche anzusehen, im Querschnitt ist sie dagegen viel wechselnder. Der Regel nach sollte sie in der Mitte am tiefsten sein, in der Wirklichkeit finden wir sie aber bald von einem Uferrand zum andern stetig gesenkt, so daß die tiefste Stelle — die *Stromrinne* oder der *Thalweg* — dem

jenseitigen Ufer viel näher liegt, oder sie hat mehrere tiefe Rinnen, zwischen welchen Erhöhungen von außerordentlicher Mannigfaltigkeit wechseln. Reichen letztere über den mittlern Wasserstand, so können sich auf ihnen Landpflanzen erhalten und sie heißen *Inseln*, liegen sie zwischen dem mittlern und niedrigsten Wasserstand, so nennt man sie *Gründe* oder *Bänke*. Sie werden durch *Flußarme* getrennt, die wenn sie oben verlanden, *Altwafler*, und wenn sie bei weniger als Mittelwasser trocken liegen, *Gießen* heißen. Im Thalweg ist stets die größte Geschwindigkeit, mithin Kraft des Flusses zu vermuthen, wenn auch nicht immer zu finden. (S. §. 155).

Sobald der Thalweg einem Ufer näher liegt als dem andern, vermehrt sich die Wirkung des Wassers gegen jenes, es wird die Uferwand angreifen und zurückdrängen, sie wird aus der geraden in eine mehr oder minder eingebogene oder *concaue* verwandelt, während am entgegengesetzten Ufer die Geschwindigkeit und Kraft des Wassers in demselben Verhältniß abnimmt und die Ablagerung von Geschieben u. s. w. ermöglicht. Hiedurch wird an dieser Uferwand eine ausgebogene, oder *convexe* Ablagerung entstehen. Durch den fortwährenden Widerstand des *concauen* Ufergeländes und vielleicht durch etwa vorhandene, besonders kräftig abweisende Gegenstände wird zuweilen die Kraft des andringenden Wassers gebrochen, in der Regel aber werden, weil das Gelände nach der Richtung des Flusses geneigt ist, die Angriffe nach unten zu stärker sein, die Krümmungen also mehr flußabwärts, als seitlich sich fortsetzen, bis zu einem Punkte, bei welchem das Wasser wieder mehr dahin, wo der Widerstand geringer ist, strömt, also nach der Mitte oder gar nach dem jenseitigen Ufer; es greift sofort dieses ähnlich an und so entsteht an demselben, weiter abwärts von der vorigen, ebenfalls eine *concaue* Strecke. In der Weise geht es fort und daher sind alle sich selbst überlassenen Flüsse und Bäche, abgesehen von besondern Hindernissen, aus lauter in steter Umbildung begriffenen Bogen oder Schlangenlinien zusammengesetzt, was selbst noch an den Hochgestaden zu erkennen ist.

§. 149.

Die *Uferborde* bilden die obere Grenze der Uferwände und liegen gewöhnlich so, daß von ihnen aus das den Bach u. s. w. einschließende Gelände, bald mehr, bald weniger, gewöhnlich aber geringer als die Uferwände ansteigt. Bei solchen Gewässern, welche viele Ablagerungen bilden, kann das Bord oft höher als das Gelände sein, eben weil die größten Geschiebe am nächsten liegen bleiben und ihre Zwischenräume mit feinem ausgefüllt werden. Bei solchen Ufern sind Abbrüche um so gefährlicher, als dadurch die benachbarten Grundstücke überschwemmt werden, dazu kommt, daß alsdann die Borde ungleich hoch und damit die Flußbette sehr unbestimmt und vielen Veränderungen unterworfen werden.

§. 150.

Diejenige Fläche, welche beim höchsten Wasserstand eines Gewässers überschwemmt wird, bildet dessen Ueberschwemmungsgebiet oder Niederung. Ist das Gewässer durch Dämme eingengt, kann sich also das Wasser nur bis an diese ausbreiten, so heißt der zwischen den Dämmen und dem Fluß befindliche Theil des Geländes das Vorland.

§. 151.

Da, wo das Gelände höher liegt, als der höchste Wasserstand reicht, ist die Grenze des letztern oft kaum zu erkennen, oft aber sehr ausgeprägt, wo z. B. der Fluß ehemals sich plötzlich gesenkt, oder Abbrüche verursacht, oder wo seine Sohle sich sehr vertieft hat. Diese zuweilen uralten Uferwände heißen Hochgestade. Bei großen Strömen sind sie oft meilenweit vom Flußbett entfernt, weil dies innerhalb seines Ueberschwemmungsgebiets im Laufe der Zeit durch Abbrüche und Verlandungen vielfachen Wechselln unterworfen war. Von jeher haben die Bevölkerungen der großen Flußthäler vorzugsweise auf den Hochgestaden ihre Wohnsitze gewählt.

§. 152.

Was den Wasserstand betrifft, ist er durchaus abhängig von den Zuflüssen, bei größern Gewässern hat auch der Wind, insofern er das Wasser nach bestimmten Richtungen treibt, einigen Einfluß, daher ist unter sonst gleichen Umständen die dem herrschenden Winde entgegengesetzte Seite die am meisten gefährdete, und werden Hochwasser durch den Wind bald beschleunigt und erhöht, bald rascher abgeführt. In der Nähe des Meeres wirken Ebbe und Fluth ebenfalls bis zu einer gewissen Strecke landeinwärts mit. Man unterscheidet den niedersten, den mittlern und den höchsten oder Hochwasserstand.

Der Mittelwasserstand bildet die Grenze der Vegetation von Landgewächsen und ist durch ein geübtes Auge leicht aufzufinden.

Letzteres findet auch die Hochwassergrenze ziemlich genau, denn sie ist nicht nur durch die Beschaffenheit des Geländes, besonders längs der Hochgestade, durch vorhandene angeschwemmte Gegenstände u. dgl., sondern auch durch die reichhaltigste Vegetation zu erkennen.

Für den niedersten Wasserstand gibt es wenige Merkmale, wenn nicht besondere künstliche vorhanden sind. In der Regel hat man aber bestimmte Erfahrungen, sowohl über Hoch- als Niedermasserstand, und es ist sehr angemessen, sie an Orten, wo Veränderungen nicht wohl zu erwarten sind, durch besondere Wasserzeichen vorzumerken. Meistens schwankt die Wassermenge fast täglich, oft stündlich, und nur selten tritt der Fall ein, daß sie nahezu dieselbe bleibt, oder daß der Fluß im Beharrungszu-

ft a n d ist; doch pflegt man die Sache besonders bei größern Flüssen nicht so streng zu nehmen.

Daß der Unterschied der Wasserstände für den Wasserbau vom höchsten Belang ist, bedarf wohl keiner weitem Begründung, daher pflegt man, um stets hierüber Gewißheit zu haben, sogenannte Pegel an gesicherten Orten anzubringen, an welchen der Wasserstand zu jeder Zeit abgelesen werden kann. Die Bekanntschaft mit dieser Vorrichtung setzen wir voraus. Jedes Gewässer hat übrigens seine besondern, mitunter sehr auffallenden Eigenthümlichkeiten, mit denen man sich durchaus bekannt machen muß, weil deren Nichtbeachtung oft die erheblichsten Nachtheile im Gefolge hat.

Gewässer, die aus höhern Gebirgen kommen, in welchen der Schnee lange vorhält, haben oft einen höhern Wasserstand bis tief in den Sommer hinein, und es ist hierin eine gewisse Regelmäßigkeit wahrzunehmen, ohne daß man sich jedoch allzusehr darauf verlassen darf, denn es können eine Menge von Umständen hinzukommen, die ermäßigend einwirken, eine verständige Beachtung derselben wird jedoch in den meisten Fällen zu richtigen Schlüssen führen. So z. B. wird man bei anhaltenden Landregen zur Zeit, wo der Fluß durch die Schneeschmelze im Hochgebirge bereits angeschwollen ist, sich eher auf ein Hochwasser gefaßt machen dürfen, als zu der Zeit, wo er seinen niedersten Stand hat. Im Uebrigen ist der Wasserstand am kleinsten bei der größten Trockenheit, sei sie durch anhaltende Hitze oder strengen Frost veranlaßt.

Zuweilen erfolgen bei letzterm ganz unverhofft auf einzelnen Strecken hohe Wasserstände und zwar in Folge von Anstauungen des im Flusse treibenden Eises. Gewöhnlich aber hören sie auf, sobald das Eis sich festgestellt hat oder durchgerissen worden ist, weil dann das Wasser einen Abfluß findet. Je kleiner der Wasserstand, um so baldier bildet und stellt sich das Eis. Am schädlichsten sind solche Hochwasser, welche kurz vor, oder während starker Kälte eingetreten sind und Ueberschwemmungen veranlaßt haben. Bildet auf dem ausgetretenen Wasser sich eine Eiszrinde und steigt das Wasser unter ihr, so wird sie mit allen eingefrorenen Gegenständen gehoben, fällt es dagegen unter ihr weg, so senkt sie sich mit denselben, in beiden Fällen leiden besonders überschwemmte Waldungen und zwar um so mehr, je höher der Wasserstand ist.

Auch beim Abgang des Eises, in Folge von Thauwetter, werden hohe Wasserstände und vielfache Beschädigungen hervorgerufen, die um so stärker auftreten, je größer die Eismassen sind, je rascher sie abgehen, oder je mehr sie irgendwo sich stopfen.

Fast durchweg kommen die Hochwasser, die man recht passend mit einer Welle, die vorn höher als hinten ist, verglichen hat, schneller als sie abgehen.

Ist einmal der höchste Wasserstand erreicht, sind alle Vertiefungen im Ueberschwemmungsgebiet ausgefüllt, und ist außerdem der Boden mit eingedrungenem Wasser gesättigt, so hat dieses vielfach vertheilte Wasser natürlich die Geschwindigkeit nicht, wie im Hauptstrom, und dieser wird von dem wieder in solchen langsam einlenkenden Seitenwasser oft noch in einer bedeutenden Höhe erhalten, wenn die Ursache des anfänglichen Steigens bereits aufgehört hat. Umgekehrt kann das eingedrungene Wasser bei raschen Flüssen noch einige Zeit höher stehen, als im Flusse selbst. Daher darf man in der Regel, sobald bei einem Hochwasser das Steigen aufhört und ein stetiges, wenn auch noch so langsames Fallen sich zeigt, sich der Hoffnung, daß das Aergste vorüber sei, bei größern Gewässern hingeben, bei kleinern geht Steigen und Fallen um so rascher, je geringer ihr Gebiet ist, allein beides wird auch unzuverlässiger, da ein geringer Zufluß mehr oder weniger von weit mehr Gewicht ist. So kann ein Wolkenbruch einen kleinen Bach zum verheerenden Wildwasser machen, während er den Fluß, in welchen der Bach einige Meilen weiter mündet, vielleicht nicht um einen Fuß hoch anschwellt.

Besonders schnell erscheinen solche Hochwasser, die durch irgend eine kürzere oder längere Stauung des Flusses, welche plötzlich aufgehört hat, veranlaßt werden. So z. B. Durchbrüche von Seeufern, von Erdschlipfen, von Eisstopfungen u. dgl., ebenso rasch gehen sie aber auch vorüber.

§. 153.

Der Wasserstand eines Baches, Flusses u. s. w. erleidet in Bezug auf seine Höhe mancherlei Aenderungen, je nach der Sohle, den Uferwänden und dem Bord, und er selbst ist wieder auf diese einwirkend, besonders wenn er so viel Kraft hat, daß er Geschiebe mit sich führt. Diese werden — wenigstens die feinem — selbst bei gewöhnlicher Wassermenge abwärts geführt, weit mehr aber geschieht dies beim Hochwasser, in welchem der Fluß die höchste Kraft äußert, deren er fähig ist. Da nun die Sohle in weitaus den meisten Fällen nach unten ungleich geneigt ist, wird auch die Bewegung der Geschiebe eine ungleiche sein, indem da, wo die Sohle die geringste Neigung hat, die meisten und größten sich ablagern. Es bilden sich dann oft Bänke — besonders bei mehr als Mittelwasser — die den Wasserspiegel stauen, der Schifffahrt, Flößerei u. s. w. sehr hinderlich sind und deren Beseitigung oft zu besondern Arbeiten nöthigt. Im natürlichen Verlaufe werden sie aber in der Regel durch ein oder mehrere Hochwasser weggeführt. An manchen Flüssen kann man ziemlich genau durch die Erfahrung bestimmen, wie weit z. B. in Jahresfrist eine Bank abwärts geschoben wird, wobei allerdings der Wasserstand, besonders die Zahl und Stärke der Hochwasser in dem betreffenden Jahr, von großem Einfluß ist. Auf diese Be-

wegung der Geschiebe — und insbesondere der Bänke — muß beim Flußbau Rücksicht genommen werden. Sehr hinderlich werden zuweilen bei Flüssen, die ein geringes Gefäll haben, die Geschiebe, welche ein Seitenfluß von großem Gefäll hereinbringt und unmittelbar vor, oder unter seiner Mündung ablagert, wodurch der Hauptfluß gestaut oder zu Bogenlinien genöthigt wird. Das Uebel vermehrt sich noch, wenn der Seitenfluß in einem nahezu rechten oder gar stumpfen Winkel, also stromaufwärts gerichtet, in den Hauptfluß einfällt.

§. 154.

Je breiter das Bett im Verhältniß zur vorhandenen Wassermasse, um so träger wird diese, um so mehr und um so feinere Ablagerungen werden stattfinden, um so geringer wird die Wassertiefe, um so höher die Sohle werden. Es ist nun einleuchtend, daß solche Zustände in kultivirten Ländern nichts weniger als wünschenswerth sind, vielmehr bestrebt man sich, jedem Fluß ein solches Bett zu verschaffen, was gerade genügt, die Wassermassen fortzuführen und allen durch Geschiebe u. s. w. entstehenden Störungen vorzubeugen. Ein solches Bett heißt Normalbett, und da die Breite desselben von großer Bedeutung ist, so sucht man über diese Normalbreite vor Allem ins Reine zu kommen. Man findet sie da, wo der Fluß von unbeschädigten Uferwänden unmittelbar begrenzt, sein Bett von allen Ablagerungen frei erhält. Hier wird er auch jeweils eine entsprechende Tiefe haben. Eine solche Breite genügt jedoch nur für den normalen Wasserstand, bei Flüssen, welche zuweilen bedeutend über diesen anschwellen, ist auf den Hochwasserstand Rücksicht zu nehmen, und deßhalb kann man auch füglich von einem normalen Hochwasserbett oder einer normalen Hochwasserbreite sprechen.

Die Normalbreite ist durch die Beschaffenheit der Sohle und der Uferwände bedingt, und muß z. B. da größer sein, wo der Fluß durch lockern Boden fließt, als wo er zwischen Felsen eingeengt ist.

§. 155.

Die Normalbreite hängt aber auch von der Geschwindigkeit des Flusses ab, und diese wird nicht allein durch die Neigung der Sohle, sondern auch durch die Reibung des Wassers an den Gegenständen, welche es auf seinem Wege berührt, bestimmt. Je unebener die Sohle, je weniger sie geneigt ist, je mehr Steine und sonstige Hindernisse im Bette vorkommen, je unregelmäßiger die Ufer und je gekrümmter das Flußbett ist, um so mehr wird der Ablauf des Wassers verzögert.

Gerade da, wo die Sohle das meiste Gefäll hat, wie in der Nähe der Quellen, kommen die meisten Hindernisse im Flußbett vor und vermindern

die sonst zerstörend wirkende Geschwindigkeit, während im untern Theile des Laufes, wo das Gefäll in der Regel am geringsten ist, die Hindernisse weit seltener sind, also die Geschwindigkeit weniger beeinträchtigen.

Je größer die Wassermenge und je tiefer das Flußbett, desto weniger wird sie durch Reibung aufgehalten, daher finden wir bei großen Flüssen, deren Gefäll oft kaum zu ermitteln ist, noch verhältnißmäßig große Geschwindigkeit, deßhalb ist letztere am größten, je tiefer das Wasser, also bei Hochwassern, und je gerader sein Lauf ist. Wir haben aber in jedem fließenden Wasser, wenn wir dessen Querschnitt uns denken, verschiedene Geschwindigkeiten zu beachten, da nun selbst die Luft, insofern der Wind das Wasser aufhält, nicht ganz ohne Einfluß ist, werden wir stets die größte Geschwindigkeit im Thalweg, und vorausgesetzt, daß er eine nicht zu geringe Tiefe hat, etwas unter der Oberfläche zu suchen haben. Nur solche Flußbette bilden eine Ausnahme, wo der Boden jede Vertiefung verhindert, hier kann die größte Geschwindigkeit außerhalb des Thalwegs da liegen, wo die geringste Reibung stattfindet. Die Linie, in welcher dies der Fall ist, heißt der *Stromstrich*.

§. 156.

Gewöhnlich spricht man die Geschwindigkeit des Wassers in der Art an, daß man angibt: wie viel Fuß (Meter) es in der Sekunde zurücklegt und in Bezug auf die Wassermenge: wie viel Kubfuß (Kubikmeter) in der Sekunde einen, durch das Flußbett gedachten Querschnitt passieren.

So einfach es auf den ersten Blick erscheinen mag, die Geschwindigkeit eines fließenden Wassers durch einen in demselben schwimmenden Körper zu messen, so stellen sich doch mancherlei Hindernisse einer genauen Erhebung entgegen, weil die Geschwindigkeit des Flusses selbst eine ungleiche und oft der schwimmende Gegenstand durch den Wind noch gefördert oder aufgehalten wird.

Für unsere Zwecke mag es genügen, von den vielerlei Mitteln, die man angewendet hat, die einfachsten zu wählen, nämlich ein Stück Holz von solcher Schwere, daß es nur wenig über die Oberfläche hervorragt, was bei mangelndem hinlänglichem Eigengewicht durch daran befestigte oder darin eingelassene schwerere Körper, z. B. Steine oder Blei, ersetzt werden kann. Es soll nicht so tief gehen, daß es am Grunde aufstößt, auch nicht größer sein, als es nothwendig ist, um es stets im Auge behalten zu können, was dadurch erleichtert wird, daß man es z. B. roth anstreicht. Eine hohle Kugel von Blech (verzinnt, oder von Kupfer, Zink, Messing zc.) mit verschließbarer Oeffnung, durch welche man schwere Gegenstände, z. B. Schrot, einlassen kann, um mehr Tiefgang hervorzubringen, ist ebenfalls geeignet; Glasflaschen sind es nur da, wo ihr Zerbrechen durch Anstoß nicht zu be-

fürchten ist. Zur Beobachtung werden am Flusse bestimmte Strecken aus-
gesteckt, und an den Beobachtungsorten durch je 2 Pfähle so bezeichnet, daß
man genau sehen kann, wenn der Gegenstand den in der Verlängerung der
von ihnen gebildeten Linie befindlichen Punkt passirt. Ist der Beobachter
allein, so merkt er sich auf einer verlässigen Uhr den Moment, in welchem
der schwimmende Körper, der etwas oberhalb dem ersten Punkt eingelegt
wird, denselben passirt, er geht dem Körper nach, bis er die untere Linie
erreicht, woselbst die Uhr die Dauer des Schwimmens angibt. Sind zwei
Beobachter vorhanden, so stellt sich der zweite mit einer genau nach der des
ersteren gerichteten Uhr an den untern Punkt. Außerdem ist darauf zu
achten, daß das Holz zc. nirgends sich anhängen kann. Die Länge der
Strecke muß möglichst genau, und wenn der Fluß Krümmungen hat, diesen
nach gemessen werden. Es ist rathsam, den Versuch mehreremal zu wieder-
holen und die beobachteten Sekunden durch die Zahl der Versuche zu
theilen, um die mittlere Zeit zu erhalten. Theilt man mit der Sekunden-
zahl derselben die Fuße oder Meter der gemessenen Strecke, so erhält man
die Geschwindigkeit per Sekunde und Längeneinheit. Man habe z. B. eine
Strecke von 1000 Fuß oder Metern. Der schwimmende Körper habe bei
5 Versuchen 3.5, 3.7, 4.0, 3.6 und 3.2 Minuten gebraucht, also im Mittel
 $\frac{18}{5} = 3,6$ Minuten oder 216 Sekunden; nun geben $\frac{1000}{216} = 4,629629 \dots$
oder 4,63 Fuß (Meter) in der Sekunde als Geschwindigkeit an. Sind bei
allen Versuchen die Gegenstände genau im Thalweg geschwommen, so ist
die gefundene Zahl größer als die mittlere Geschwindigkeit der ganzen
Wassermasse des Flusses, und man soll diese erhalten, wenn man jene Zahl
mit 0,82 multiplicirt, sie wäre also in vorliegendem Falle $(4,63 \times 0,82)$
 $= 3,7966$ oder rund 3,8 Fuß (Meter).

Vielleicht könnte durch die gleichzeitige Einlage mehrerer gleicher Kör-
per, rechts und links vom Thalweg, also in der ganzen Breite des Flusses,
und aus dem beobachteten Durchgang jedes einzelnen, die mittlere Geschwin-
digkeit in der Weise erforscht werden, daß die Zeitdifferenz zwischen dem
Durchgang des ersten und letzten maßgebend würde, daß man also diese
durch die Zahl der Körper zu theilen hätte, um die durchschnittliche Schwimm-
zeit vom Einlegen bis zum Durchgang zu erhalten und daraus die mittlere
Geschwindigkeit abzuleiten.

Hat man die Geschwindigkeit eines Flusses ausgemittelt, so hält es
für jede einzelne Strecke bei gehöriger Aufmerksamkeit nicht mehr schwer,
auch die Wassermasse, wenigstens annähernd, kennen zu lernen, welche inner-
halb einer bestimmten Zeit abläuft. Man mißt nämlich die Breite des
Flußbettes und die Tiefe des dasselbe ausfüllenden Wassers auf möglichst
genaue Weise, was am besten da geschieht, wo das Flußbett normal, so daß

man im Stande ist, den Flächeninhalt des Querschnittes zu berechnen. Multiplicirt man diesen mit der mittlern Geschwindigkeit, so erhält man den Kubikinhalt der in einer Zeiteinheit (Sekunde) durchgehenden Wassermenge bei dem zur Zeit der Beobachtung stattfindenden Wasserstand. Für alle andern — wesentlich höhere oder niederere Wasserstände — müssen jedoch neue Ermittlungen bezüglich der Geschwindigkeit stattfinden.

Ueberhaupt muß bei allen Vermessungen, Nivellirungen u. dgl. stets auf den zeitlichen Wasserstand Rücksicht genommen werden.

Die Querschnittsfläche wird am einfachsten gefunden, wenn man den Fluß seiner ganzen Breite nach in gleiche Theile theilt, bei jedem Theilpunkt die Tiefe mißt, sämtliche Tiefen addirt und durch die Zahl der Theile dividirt.

Es sei ein Fluß, Figur 84, 20' breit und werde die Tiefe in Abtheilungen von je 5' erhoben. Sie betrage 5' vom Lande 1', dann 1' 4", dann 2', durch diese 3 Tiefenlinien ist er in 4 Theile getheilt worden, wir haben also $\frac{1 + 1,4 + 2}{4} = \frac{4,4}{4} = 1' 1''$ mittlere Tiefe und $1,1 \times 20 = 22$ Quadratfuß Querschnittsfläche, diese mit der mittlern Geschwindigkeit von 3,8' multiplicirt, gibt uns $(22 \times 3,8) = 83,6$ Kubikfuß Wassermasse in der Sekunde.

Zu demselben Resultat gelangen wir, wenn wir den Querschnitt in die Dreiecke a c d und b g h, dann in die Paralleltrapeze c d e f und e f g h zerlegen und deren Inhalt berechnen, denn wir finden:

$$\text{für } a c d \quad \frac{5 \times 1}{2} = 2,5 \text{ Quadratfuß,}$$

$$\text{„ } b g h \quad \frac{5 \times 2}{2} = 5,0 \quad \text{„}$$

$$\text{„ } c d e f \quad \left(\frac{1 + 1,4}{2} \right) \times 5 = 6,0 \quad \text{„}$$

$$\text{„ } e f g h \quad \left(\frac{1,4 + 2}{2} \right) \times 5 = 8,5 \quad \text{„}$$

$$\text{oder die ganze Querschnittsfläche} = \underline{22,0 \text{ Quadratfuß.}}$$

In beiden Fällen wird das Resultat um so genauer werden, in je mehr Abtheilungen wir den Querschnitt eintheilen, auch vergesse man nie, jedenfalls die größte Tiefe des Flusses, d. h. den Thalweg oder Stromstrich, zu erforschen. Die Messung der Tiefe geschieht bei reißenden Flüssen durch Stangen, deren Fuß einen Schuh von Eisen hat, oder auf eine andere Weise so beschwert ist, daß die Stange senkrecht erhalten werden kann, die Breite, insofern sie nicht mit Latten zu messen ist, kann mit Hülfe von Leinen gemessen werden, die durch Einknüpfen von farbigen Bändern näher eingetheilt sind. Man schlägt am Ufer gleich hohe Pfähle mit Gabeln oder

Pfählen ein, über welche die Leine gehängt und durch angebundene Gewichte (Steine thun es im Nothfall) angepannt wird.

Bei Nivelirarbeiten werden die Pfähle entweder in die Ebene des Wasserpiegels geschlagen, was bei kurzer Dauer des Geschäftes das Einfachste ist, oder es wird an ihnen durch einen Einschnitt der ein für allemal festzuhaltende Wasserstand, beziehungsweise die Höhe darüber oder darunter bezeichnet und wenn nöthig angeschrieben. Im Uebrigen setzen wir das Verfahren als bekannt voraus. Da jedoch geringe Gefällunterschiede weit mehr als beim Wegbau von Einfluß sind, bediene man sich im Verhältniß zur Wichtigkeit der Arbeit auch hinreichend genauer Instrumente, bei großen Geschäften, z. B. Trockenlegungen, welche sehr lange Abzugsgräben erfordern, kann man selbst in den Fall kommen, auch den Unterschied zwischen dem scheinbaren und wahren Horizont nicht vernachlässigen zu dürfen.

Der scheinbare Horizont liegt höher als der wahre bei einer Entfernung von

100 Metern	0,7 Millimeter.	Bei 1100 Metern	0,0825 Meter.
120	" 1,0	1200	" 0,0982 "
140	" 1,3	1300	" 0,1152 "
160	" 1,7	1400	" 0,1337 "
180	" 2,2	1500	" 0,1534 "
200	" 2,7	1600	" 0,1746 "
300	" 6,1	1700	" 0,1971 "
400	" 10,9	1800	" 0,2210 "
500	" 17,0	1900	" 0,2462 "
600	" 24,5	2000	" 0,2728 "
700	" 33,4	3000	" 0,6138 "
800	" 43,6	4000	" 1,0912 "
900	" 55,2	5000	" 1,7050 "
1000	" 68,2	6000	" 2,4552 "

In der Praxis wird man etwa bei Strecken, die 300 und mehr Meter lang sind, und auf einmal einwirft werden sollen, hierauf Rücksicht zu nehmen haben, bei ganz geringen Gefällen wohl schon bei 200 Meter Länge.

§. 157.

Die Wasserbauten des Land- und Forstwirthes lassen sich unter zwei Hauptgesichtspunkte bringen. Sie werden nämlich vorgenommen entweder zum Schutz der Grundstücke oder zum Zwecke der Benutzung des Wassers und hienach werden wir auch die vorkommenden Arbeiten zu besprechen haben, obwohl wir nicht verkennen, daß diese Eintheilung keine scharfen Grenzen gestattet, was noch um so störender wird, da wir beim Wegbau schon manche, und zwar sehr wichtige Gegenstände des Wasserbaues

aufnehmen mußten, die streng genommen, hierher gehören, dort aber nicht außer Acht gelassen werden durften, wenn die Sache erschöpfend behandelt werden sollte. Um Wiederholungen zu vermeiden, waren wir daher zu mehrfachen Verweisungen von einem zum andern genöthigt.

Erste Abtheilung.

Arbeiten zum Schutz der Grundstücke.

Sie sind gerichtet gegen: I. Angriff der Ufer und des Geländes; II. Ueberschwemmung; III. Versumpfung.

§. 158.

Gegen diese dreierlei Nachteile schützt vor allem ein zweckmäßiger Flußbau, wodurch — wenn insbesondere Ueberschwemmungen auch nicht vom ganzen Gelände abgehalten werden könnten, was bei großen Strömen nicht wohl ausführbar ist — wenigstens die Hauptnachtheile beseitigt oder gemildert werden.

Von vornherein kann es nicht unsere Aufgabe sein, die Maßregeln ausführlich zu besprechen, welche beim eigentlichen Strombau zu ergreifen, da hiefür eigens ausgebildete Techniker aufgestellt sind. Allein obwohl es sich hier lediglich um den Bau an Bächen und kleinern Flüssen handelt, bei denen wir der Kürze wegen die Bezeichnung Fluß beibehalten, gelten dafür dieselben Gesetze, wie beim Bau der Ströme, und wir werden also auch hier wieder den Wasserbau der Techniker — den Kunstbau — als unser Vorbild zu betrachten haben.

Zuerst wird es sich fragen, ob der Fluß, an dem gebaut werden soll, unbeschränktes Eigenthum des Besitzers des ihn einschließenden Geländes ist, der ihn also nach Belieben leiten kann, oder ob der Besitzer bestimmte Rechte Dritter zu beachten hat, oder endlich ob der Fluß eine Grenze bildet, also mehrere an seinem Bau theilhaftig sind oder wenigstens dabei mitzureden haben. Im ersten Falle wird es in der Hand des Eigenthümers liegen, die Maßregeln zu treffen, welche er für die geeignetsten hält, im zweiten kann er dies oft leicht erreichen, wenn er mit den Berechtigten, in deren Interesse es meistens ebenfalls liegt, wenn der Fluß geregelt wird, z. B. bei Floßberechtigungen u. sich ins Benehmen setzt. Im dritten Falle mag dies ebenfalls oft vorkommen, allein nicht selten werden die übrigen Theilhaftigen sich der Mitwirkung zu entschlagen suchen und es bleibt dann demjenigen, welcher