

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

Schaden von seinen Grundstücken abwenden will, nichts anders übrig, als seinen Flußbau so einzurichten, daß er diesen Zweck erreicht, ohne mit seinen Anstößern in Streit zu gerathen. Eine sorgfältige Beachtung der einschlägigen Landesgesetze muß vor allem stattfinden, und außerdem versteht es sich von selbst, daß alle Mittel verwerflich sind, welche den Anstößer besonders benachtheiligen. Dies darf jedoch nicht derart mißverstanden werden, als ob jeder Nachtheil des Anstößers vermieden werden könnte, denn unter zwei Anstößern an einem Flusse ist sicherlich derjenige im Vorthell, welcher denselben durch zweckmäßige Bauten von seinem Grundstück abhält, und in der Regel wird derjenige, welcher nichts dafür gethan hat, alle Mißstände, die der Fluß im Gefolge hat, doppelt empfinden, sobald auf der andern Seite ein ordnungsmäßiger Bau den Fluß überall abweist. Da es ihm jedoch unverwehrt ist, dasselbe vorzunehmen, braucht man sich hieran nicht zu kehren.

Wenn wir die Maßregeln besprechen, welche im ersten Falle zu ergreifen sind — wo also der Besizer nach Belieben verfahren kann — so werden wir damit auch für die übrigen Fälle das Genügende gesagt haben.

Wir werden damit beginnen, zu untersuchen, ob der Fluß ein normales Bett, insbesondere eine normale Breite hat, ist diese hergestellt, so werden wir das Wichtigste geordnet haben, denn alles andere hängt mehr oder weniger davon ab. Ist der Fluß in dieser Beziehung normal, so haben wir darauf zu sehen, daß keinerlei Hindernisse, z. B. eingefallene Bäume, Felsblöcke u. dgl., in demselben belassen, keinerlei störende Vorkehrungen, z. B. verengernde oder erweiternde Baulichkeiten, geduldet und die Ufer stets in gutem Stande erhalten werden.

I. Abschnitt. Schutz gegen Angriff der Ufer und des Geländes.

§. 159.

Wie die Ufer an Gewässern aller Art herzustellen und vor Angriffen derselben zu sichern sind, ist bereits im Weg- und theilweise im Brückenbau ausführlich erörtert worden.

Wir haben dort die Einwandung mit Stämmen oder starken Pfählen, wie sie in Gegenden, wo Holzüberfluß vorhanden, üblich ist, nur flüchtig erwähnt, theils weil derartige Gegenden immer seltener und daher solche Bauten in demselben Verhältniß abnehmen werden, theils weil sie durch Faszinen- oder Steinbau ersetzt werden können, die Holzverschwendung daher um so weniger zu rechtfertigen ist, als sie bei der geringen Dauer des so verbauten Holzes jeweils in kurzen Zwischenräumen sich wiederholen muß.

§. 160.

Auch die Geflechte haben wir nicht besonders ausführlich behandelt, theils weil sie nur untergeordnet vorkommen, theils weil sie jeder gewöhnliche Arbeiter herzustellen vermag. Kleine Bäche werden hie und da, wo es an Steinen fehlt, und wo der Boden einen so hohen Werth hat, daß man die Ufer möglichst senkrecht zu halten sucht, wie z. B. bei Wiesen, Gärten u. dgl., mit Geflechtem eingewandet, deren Dauer von den dabei verwendeten Holzarten abhängt. Wo man Weidenarten verwendet und dieselben den nöthigen Wachsthum erhalten, schlagen sie aus und befestigen das Ufer durch ihre ins Wasser reichende Wurzeln sehr gut. Daß beim Faschinenbau vielfache Geflechte vorkommen, ist schon früher im Wegbau erwähnt worden.

§. 161.

Anstatt der im §. 69 des Wegbaues besprochenen Verauhwehrung und Anpflanzung von Holz- oder Besamung mit andern Gewächsen, können die Uferböschungen — besonders wo Wellenschlag hauptsächlich zu besorgen ist, durch Pflriemen, Ginster, Heide-, Farren- und sonstige stärkere Forstkräuter, oder auch wohl mit Stroh verwahrt, wie auf beliebige, in jedem einzelnen Fall leicht zu bemessende Weise befestigt werden. Die Dauer einer solchen Verwahrung ist oft eine sehr lange, und jedenfalls darf man ihre Bedeutung zur Zeit der Hochwasser nicht unterschätzen, wo oft alles darauf ankommt, eine gefährdete Stelle sofort zu decken und sie dadurch nur wenige Tage, selbst Stunden zu erhalten.

§. 162.

In letztern Fällen wird — bei rasch fließenden Gewässern — auch das Einhängen von frisch gefällten Stangen oder schwächeren Stämmen einschließlic der gesammten Beastung die Ufer schützen. Figur 85. Hauptlich sind Fichten und Tannen dazu geeignet. Sie werden an fest eingeschlagene Pfähle, die am Ufer, unter Umständen auch wohl im Wasser stehen, mittelst starker Wieden, Stricken, Ketten, oder was man sonst am nächsten zur Hand hat, befestigt, und die Krone flussabwärts gerichtet eingehängt. Das Wasser treibt sie selbst nach dem gefährdeten Ufer, das dadurch weniger angegriffen, und was besonders wichtig ist, vor dem Anstoß schwimmender Gegenstände bewahrt wird. Bei längeren Strecken erfolgt das Einhängen in der Art, daß die Krone des obern Stammes stets den Stamm des folgenden deckt und bis dahin reicht, wo seine Krone beginnt. Genügen einzelne Stämme nicht, so werden ihrer mehrere neben und über einander eingehängt, was im einzelnen Falle leicht ermessen werden kann. Im Nothfall sind zusammengebundene Sträucher und Faschinen ebenfalls anwendbar. Sobald die Gefahr vorüber und

Niederwasserstand eingetreten ist, werden sie entfernt und die Ufer, wenn nöthig, ausgebessert. Letzteres soll überhaupt so bald als möglich geschehen, denn jede beschädigte Stelle wird es noch mehr, je länger sie vernachlässigt wird und schon oft haben solche, die anfangs mit wenig Geld herzustellen gewesen wären, später das zehn- bis zwanzig- und mehrfache gekostet.

§. 163.

Ist der Fluß nicht im normalen Zustande, so kann er durch angemessene Bauten in solchen gebracht und seine eigene Kraft dabei mitwirkend werden. Die deßfalligen Arbeiten heißen Flußregulirungen (Correktionen). Man beginnt mit ihnen in der Regel am obern Theile des Flusses, weil die Unregelmäßigkeiten des Flusses sehr selten aufwärts, sondern in der Regel abwärts sich fortpflanzen. Der Fluß wirkt durch die Strömung in der Art mit, daß er am einen Orte nachtheiliges oder überflüssiges Gelände wegnimmt und am gewünschten andern Orte solches anlegt, daß er seine Sohle erhöht oder vertieft, je nachdem es bezweckt wird, und daß er die in ihm enthaltenen aufgelösten Bestandtheile da niederschlägt, wo sie zur Erhöhung des Bodens selbst oder zur Verbesserung desselben wünschenswerth sind.

Die Bauwerke, welche hier in Betracht kommen, sind: 1. Buhnen, 2. Streichbaue, 3. Durchstiche und 4. Trennung und Vereinigung der Flüsse.

§. 164.

1. Die Buhnen (Einbaue, Sporen) sind gut verwahrte Bauwerke von Stein, Holz oder Faschinen, welche rückwärts 10 bis 30 und mehr Fuß (3 bis 9 Meter) in das Ufer eingreifend, in den Fluß, entweder senkrecht auf dessen Axe, oder auf- oder abwärts gerichtet, sich erstrecken. Sie haben im Wasserbau vielfache Anwendung gefunden und man hat, je nach den Zwecken, zu welchen sie dienen sollten, ihnen verschiedene Richtungen, Höhen und demgemäß auch Benennungen gegeben. Im Allgemeinen haben sie die Wirkung, daß sie den Stromstrich auffangen und nach einer gewissen Richtung — wenigstens eine Strecke weit — treiben, unter Umständen — bei kleinern Flüssen — denselben gänzlich nach dem andern Ufer werfen, und daß sie in gewissen Abständen hintereinander angelegt, den Stromstrich von dem Ufer, mit welchem sie zusammenhängen, abweisen. Hiedurch aber wird das entgegengesetzte Ufer benachtheiligt und der Besitzer desselben zu gleichen Bauten oder starken Verwahrungen genöthigt. Zwischen je zwei hintereinander liegenden Buhnen entsteht immer vom Kopfe der einen, woselbst sich eine größere Vertiefung auskolkelt, bis zum Fuße der andern eine wirbelnde Wasserbewegung, ebenso entsteht eine solche oberhalb jeder Buhne und flußeinwärts, und diese haben zur Folge, daß das Ufer zwischen beiden Buhnen angegriffen und concav und der Stromstrich selbst viel verworrener wird,

als er vorher war. Weil hinter den Buhnen das Wasser verhältnißmäßig ruhig erscheint, lagern sich hier Geschiebe, Sand und Schlamm ab, allein da solche Ablagerungen nur bei hohen Wasserständen möglich sind, können sie nur erfolgen, wenn die Buhnen nicht höher als zwischen Mittelwasser- und Geländehöhe liegen. Haben sie diese Lage und erfolgen Hochwasser, so fällt dieses über die Buhnen, deren Kronen deshalb sehr gut gedeckt sein müssen, folkt hinter ihrer untern Wand die Sohle aus und führt einen großen Theil der früher abgelagerten Massen wieder fort, meistens bleibt nur das liegen, was durch das Hochwasser von den Ufern abgerissen wurde, die dadurch noch mehr concav werden, oder was von einer herbeigeschobenen Bank zurückbleibt. Die Hoffnung auf dauernde Verlandung wird in der Regel, selbst bei den Buhnen, welche von beiden Ufern aus nach einem bestimmten Plane in angemessenen Entfernungen von einander angelegt werden, getäuscht. Reichen diese z. B. bei Flüssen, deren Breite zu groß ist, bis zur Grenze der Normalbreite herein, so bewirken sie bei niederm Wasserstand allerdings, daß der Fluß seine Sohle vertieft und die Stromrinne mehr nach der Mitte getrieben wird, allein der Stromstrich bleibt stets vom Kopfe der einen Buhne zur andern geschlängelt, bei Hochwasser wird der Fluß viel wilder werden, und so werden die Vortheile der Buhnen gewöhnlich durch ihre Nachtheile, selbst beim planmäßigen Bau verloren, während letztere, wenn der Bau nur einseitig oder gar feindselig betrieben wird, außer allem Verhältniß groß werden. An großen, ruhig strömenden Flüssen sind die Buhnen vielfältig mit Erfolg anzuwenden, auch bei Durchstichen sind sie zweckmäßig, wie in der Folge näher erörtert werden soll. Die Buhnen sind einem scharfen Messer zu vergleichen: in der Hand des erfahrenen Ingenieurs kann durch sie großer Vortheil erreicht, von einem in der Wasserbaukunst nicht gründlich Ausgebildeten damit das ärgste Uebel angerichtet werden. Da bei kleinern Flüssen und Bächen ohnehin durch andere Mittel geholfen werden kann, werden Land- und Forstwirthe auch besser thun, solche zur Anwendung zu bringen, als sich der Gefahr auszusetzen, durch unrichtig angebrachte Buhnen Schaden herbeizuführen.

Figur 86 zeigt dreierlei Buhnen. Die aufwärts gerichtete soll die wirksamste in Bezug auf die Verlandung sein, weil hinter ihr das Wasser am ruhigsten wird, die senkrechte hat die kürzeste Länge, die abwärts gerichtete leitet den Stromstrich am regelmäßigsten, bewirkt aber auch die wenigste Verlandung und bei Hochwasser, weil es gegen die Ufer überfällt, die meisten Angriffe derselben. Für Schifffahrt und Flößerei sind sie weniger gefährlich als die senkrechten oder gar aufwärts gerichteten.

§. 165.

2. Streichbau e (Streich- oder Parallelwerke) heißen solche, welche das neue Ufer bilden, oder wenn eine solche Bildung nicht bezweckt wird, dem

tiefere Theile des Flusses eine bestimmte Bahn eröffnen und erhalten sollen.

Sie können an das Ufer ganz angeschlossen sein, Figur 87, oder bloß am obern Ende, in welchem Fall dies in stumpfem Winkel statt hat, Fig. 88, oder sie können außer Zusammenhang mit dem Ufer sein, Fig. 89, oder dieser kann durch sogenannte Traversen bewirkt werden, Fig. 90. Endlich können sie ununterbrochen, oder es können von Strecke zu Strecke, etwa alle 80 bis 100 Ruthen (240 bis 300 Meter), Oeffnungen vorhanden sein, Figur 91, um durch Einlaß des Wassers baldere Verlandung zu bewirken. Handelt es sich um kleinere Flächen bei ruhigem Wasser und um geringe Tiefen, ist die Verlandung sehr langsam vor sich gehend und hat man Material zur Ausfüllung in der Nähe, so ist diese oft ganz angemessen. Berechnungen über den Werth der Fläche vor und nach der Ausfüllung, sowie über die Kosten derselben werden maßgebend sein.

Die Streichbaue werden von F a s c h i n e n, G e f l e c h t e n oder von S t e i n e n gefertigt, wobei indessen auch die Benutzung der Geschiebe in der Regel selbstverständlich ist.

Für den F a s c h i n e n b a u ist es am zweckmäßigsten, abzuwarten, bis der Fluß eine Bank an oder auf die Stelle geführt hat, auf welcher der Bau angelegt werden soll. Sobald dies geschehen ist, wird von dem vorhandenen Geschiebe ein Damm aufgeführt, dessen Böschungen entweder aus einem Faschinat von kürzerm Reiß (sogen. Halbfaschinen) bestehen oder auch nur berauhwehrt werden. Der Fuß — besonders auf der Außenseite, wird mit Senkwürsten oder einer Steinschüttung gedeckt. Ist keine Bank vorhanden und das Wasser reißend, so dienen Senkwürste oder Steinschüttung zur Gründung und wird auf diese nach den Regeln des Faschinenausbaues ein Faschinat gebaut. Oft geschieht dies auch ohne besondere Gründung, in welchem Falle nur Borlagen wie bei den Dämmen eingeworfen werden.

Auch G e f l e c h t e können benutzt werden, nur müssen sie durch starke Pfähle die nöthige Haltbarkeit erhalten. Man fertigt sie kastenartig und füllt den Raum zwischen den Wänden mit dem vorhandenen Material, bei Geschieben, die über faustgroß und zahlreich vorhanden sind, mögen sie am Platze sein, sonst wird der Faschinenausbau, weil sich dessen Deckreiß bewurzelt, also größere Festigkeit erzielt wird, in den meisten Fällen vorzuziehen sein, zudem ist er auch einfacher.

In sehr reißenden Flüssen werden die Streichwerke am sichersten aus großen Steinen nach Art der Borlagen gefertigt, hie und da nimmt man selbst zu Pfählen und Schwellen, also zu Kosten keine Zuflucht, um die Steine durch sie festzuhalten und die Sohle vor dem Ausfalten zu bewahren. In mildern Gegenden dienen hiezu Eichen und harzreiche Kiefern, in den Hochgebirgen Fichten, oder wo sie zu haben sind, vorzugsweise Lärchen.

Bei Flüssen, die weniger Gefäll haben, sind Streichwerke von Steinschüttungen oft ganz leicht dadurch auszuführen, daß man die im Flußbett oder zunächst desselben befindlichen Steine in der bestimmten Richtung aufhäuft. An jedem Flusse muß durch die Erfahrung ermittelt werden, wie stark die größten Steine sind, welche er bei Hochwasser bewältigen kann, und danach hat man sich bei der Auswahl der für die Anschüttung bestimmten zu richten.

Daß man Streichwerke mit Spundpfählen und selbst mit Quadern einwandet, kommt hie und da auf kleinen Strecken vor, wo man irgend einen besondern, mit dem bedeutenden Kostenaufwand im Verhältniß stehenden Zweck dadurch zu erreichen sucht, wie z. B. um wichtige Gebäude zu sichern.

Isolirte Streichbaue müssen an den Köpfen abgerundet und gegen den Anprall des Wassers durch Steinwürfe, Senfwürste, Steinböschungen zc. gesichert werden. Auch auf der hintern Seite müssen alle Streichbaue, welche nicht über dem höchsten Wasserstand liegen, des übersallenden Wassers wegen verwahrt werden, hie und da bringt man auch eine oder mehrere Bermen an. Nicht minder nothwendig ist die Sicherung der Krone, sie erfolgt entweder durch Abpflasterung, Belegen mit großen Steinen auf einer Reifunterlage, oder durch eine mit Flechtgerten und Pfählen festgemachte Lage von Weiden- und Pappelreis, oder auf eine sonstige, das Auswaschen verhindernde Weise.

Meistens werden die Streichwerke auf Geländehöhe, die auch im Allgemeinen der Höhe der gewöhnlichen Hochwasser entspricht, angelegt, seltener werden sie bis zur äußersten Hochwasserlinie erhöht. Ihre Stärke richtet sich nach der Kraft des Flusses, so daß die Krone unter Umständen zwischen 1 bis 10 Fuß (0,3 bis 3 Meter) breit, oft noch breiter sein kann. Je flacher die Böschungen, desto sicherer ist der Bau.

Streichwerke, welche bloß der Schifffahrt oder der Flößerei wegen, oder um den Stromstrich zu regeln angebracht werden, erhalten in der Regel nur die Höhe des gewöhnlichen Mittelwasserstandes, oft bleiben sie selbst unter dieser, allein in solchen Fällen sind sie vielfachen Beschädigungen bei höhern Wasserständen ausgesetzt, wenn sie nicht ganz besonders fest gebaut und verwahrt werden.

Die Traversen sind für die Verlandung sehr fördernd, wenn sie nicht viel über die Niederwasserlinie erhöht sind, liegen sie höher, so bewirken sie das Gegentheil, werden sie bis zur Hochwasserlinie erhöht, so haben sie wenig oder keine Wirkung. Sie sollen mit der Verlandung gleichen Schritt halten, und sobald diese bis zu ihrer Krone reicht, jeweils um Weniges erhöht werden. Ihre untere Böschung ist möglichst abzufachen. Statt durch Traversen kann man auch die Verlandung durch Geflechte oder Schlammfänge (S. 221 u. f.) bewirken. Bei langen Streichbauen sind Traversen wenigstens am untern Ende vortheilhaft, weil sie das Gefälle ermäßigen, dadurch Schlammnieder schläge, also die Verlandung befördern.

Die Streichwerke sind zwar kostspielige Bauten, da sie nach der Anlage öftere Ausbesserungen nöthig machen, bedenkt man aber, daß man durch sie den Fluß am sichersten in seine Normalität bringt, am schnellsten die Verlandung erreicht, und die Gefahren, welche die Buhnen mit sich führen, vermeidet, so wird man sie den Legtern um so mehr vorziehen, als diese, wenn man sie in gehöriger Anzahl hintereinander anlegt, wohl ebenso lang werden, und wenn nicht mehr, doch gewiß nicht weniger kosten, als die Streichwerke.

Am obern Rheine, wo früher die Buhnen eine Hauptrolle spielten, ist man ganz davon abgegangen und verbindet jetzt die Köpfe der noch vorhandenen, nachdem sie der Normaluferlinie angepaßt sind, durch Streichwerke.

§. 166.

3. *Durchstiche* nennt man die Arbeiten, welche vorgenommen werden, um Krümmungen im Flusse durch mehr der geraden Linie sich nähernde, oder eine solche bildende Leitungen abzuschneiden, daher auch die am Rhein übliche Bezeichnung: *Durchschnitt*. Durch sie wird der Lauf des Flusses kürzer, damit Boden gewonnen, sein Gefäll vermehrt, daher die Gegend mehr entwässert, manches Hinderniß beseitigt, dadurch der Schifffahrt und Flößerei Vor-schub geleistet, und die künftige Unterhaltungsarbeit, besonders bei concaven Ufern, deren Deckung oft mehr kostet, als ein Durchstich, erleichtert. Ob ein Durchstich zweckmäßig sei und die auf ihn verwendeten Kosten lohne, hat der Wasserbaumeister in jedem einzelnen Falle zu erwägen, und lassen sich hierüber nicht wohl allgemeine Regeln angeben, denn unter Umständen kann ein Durchstich durchaus erforderlich, unter andern höchst nachtheilig oder wenigstens unnöthig sein.

Jedenfalls muß der neue Lauf bedeutend kürzer als der alte sein, und müssen genaue Bodenuntersuchungen vorangehen, um sich zu vergewissern, daß nicht etwa Hindernisse vorhanden sind, die die Bildung eines neuen Fluß-bettes unmöglich oder kostspielig machen.

Bei jedem Durchstich muß zwar ein Graben angelegt, aber es kann darauf gerechnet werden, daß der Fluß zu seiner Erweiterung und Vertiefung mitwirkt, und er wird dies um so eher, je mehr er Gefäll hat und je mächtiger er ist.

Besonders günstig ist es, wenn der Stromstrich dem Ufer nahe liegt, welches das obere Ende des Durchstiches enthält, damit dieser sofort starken Zufluß erhält; wenn daher sonst keine Hindernisse vorliegen, wird man an concave Ufer sich halten, jedenfalls aber ist es wichtig, daß der Durchstich in der Richtung der Tangente zur obern Strombahn liege. Ist dies nicht der Fall, so muß die Strombahn selbst in die Richtung der Tangente vorher regulirt werden.

Bei Strömen genügt ein Graben (Kanal) von $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{20}$ der Normal-

breite, bei Bächen ist oft $\frac{1}{2}$ derselben kaum hinreichend. Es kommt dabei hauptsächlich darauf an, welche Wassermasse in den Durchschnitt alsbald eintreten kann, denn die Erweiterung wird um so rascher stattfinden, je größer der Theil der Wassermenge des Flusses ist.

Man beginnt stets mit den Arbeiten am untern Ende, sichert sich jedoch gegen das eindringende Wasser so weit, daß die Arbeit nicht gehindert wird. Der Boden aus dem auszuhebenden Kanal kann zur Anlage von Dämmen verwendet werden, würde er hiezu zu weit transportirt werden müssen, so wirft man ihn flach auseinander. Wäre das Gelände sehr nieder oder von einzelnen Tiefungen durchzogen, so kann er in diesen zu Leitdämmen benutzt, welche längs der beabsichtigten neuen Ufer aufgeführt werden und bei höhern Wasserständen die Strömung im Kanal wesentlich verstärken. Endlich kann der Boden auch am obern Ende zum Schutz vor eindringendem Wasser aufgedämmt werden, wenn auch nur vorübergehend. Der Kanal wird gleich breit und mit steilen Wänden, damit sie leicht einbrechen, ausgehoben und zwar so tief als es das Grundwasser erlaubt, man wird dabei selten tiefer als auf die Höhe des niedersten Wasserstandes gelangen, wäre dies auch nicht möglich, so wird die Strömung seiner Zeit schon nachhelfen, besonders wenn man die Sohle etwa noch auflockern oder aufspflügen kann. Ein kleinerer Graben im Kanal selbst befördert die baldere Vertiefung. Hindernisse, welche der Fluß nicht wohl bewältigen kann, wie Baumstämme, die versandet waren, Felsen oder größere Steine müssen beseitigt werden. Ist die Fläche bewaldet, so muß sie abgeräumt werden, zweckmäßig ist es dabei die Bäume auszugraben oder wenigstens die Stöcke zu roden. Am obern Ende des Kanals wird zuletzt gegraben, und man wartet nun einen kleinen Wasserstand ab, um den dammartig zwischen dem Fluß und dem Kanal befindlichen Boden bis auf den Wasserspiegel abzuheben und so rasch und tief als möglich durchzustechen. Es wäre wohl zweckmäßig, dies beim höhern Wasserstande ausführen zu können, allein man würde dann nicht zum vollständigen Wegschaffen des Bodens kommen, dieser würde vom Fluß in den Kanal getrieben und könnte denselben leicht verstopfen, oder irgendwo so hoch aufgelagert werden, daß man ihn mit großen Kosten wieder entfernen müßte. An größern Flüssen dauert es oft Jahre lang, bis der Durchstich sich vollkommen ausgebildet, d. h. den ganzen Fluß aufgenommen hat, je mehr Hochwasser erfolgen, desto rascher geht es. Verzögert es sich zu lange, so bedient man sich der sogen. Schöpfbuhnen, wie die beiden ersten in Fig. 92, welche unterhalb dem Einfluß so weit in den Fluß gebaut werden, daß sie den Stromstrich durchschneiden und nach dem Einfluß hindrängen, daher werden sie auch aufwärts gerichtet.

Bei kleinern Flüssen macht man weniger Umstände, und sperrt, sobald der Kanal zur Aufnahme hergerichtet ist, durch ein Fashinat oder eine Stein-

schüttung u. s. w. sein bisheriges Bett ab. Eine solche Absperrung Fig. 92 heißt ein *Ab schluß* (am Rhein *Zugemäch*), und ist da am gerathensten, wo der Stromstrich ziemlich in der Mitte liegt, also mehr wie das halbe Flußbett in jedem Falle durchhaut werden müßte. Den Bau beginnt man stets von beiden Ufern aus, liegt im Flusse eine Bank, so kann von vier Orten zugleich angefangen werden. Man kann dasselbe bewirken, wenn man durch Steinschüttungen oder Senkwürste im Flusse selbst sich Gründungen verschafft. Alle Arbeiten müssen aber möglichst rasch betrieben werden, weil der Fluß, je mehr er eingeengt wird, um so stärker sich vertieft, ist man von beiden Ufern aus sich ziemlich nahe gekommen, dann muß Tag und Nacht fortgearbeitet und die ermüdete Mannschaft, ohne eine allgemeine Pause zu verstaten, stets durch frische abgelöst werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß durch Verabreichung von Wein oder Bier und Brod, und durch eine kleine Prämie beim Abschluß, wenn er in der festgesetzten Zeit erfolgt, der Eifer der Arbeiter sehr belebt wird.

Durch die Abschlüsse dringt im Anfang und oft sehr lange Zeit noch viel Wasser hindurch, allein nach und nach werden Sand u. s. w. in die Zwischenräume gespült, sie „versanden sich“ und werden, besonders wenn sie einmal bewachsen sind, nahezu wasserdicht. Ihre untere Seite wird, wenn sie nicht über Hochwasserstand reichen, in lauter Terrassen gebaut, weil dann das überfallende Wasser am wenigsten angreifen kann. Wo man die Kosten nicht scheut, wird die Sohle noch eine Strecke abwärts mit großen Steinen oder Senkwürsten belegt, um das Auskolkten zu verhüten. Bei Mühlbächen u. dergl. geschah es früher häufig mit Brettern, und man findet solche „*Pritschen*“ auch jetzt noch hie und da, obwohl Abpflasterungen oder Platten besser sind.

Sobald die Strömung den Kanal bis zur Normalbreite erweitert hat, müssen die neuen Ufer ordnungsmäßig hergestellt, und es muß darauf geachtet werden, daß der Fluß von jetzt an in geordnetem Laufe bleibe. Je nach Umständen wird man schon vorher an die Herstellung der Ufer gehen können, was besonders da gilt, wo man sie mit Steinböschungen, Stützmauern, Rasen, Weidenpflanzungen u. dergl. zu verwahren gedenkt.

Handelt es sich um kleine Bäche von wenigem Gefäll, so ist auf Mitwirkung der Strömung nur dann Gewicht zu legen, wenn der Boden ein sehr lockerer, z. B. Schlamm oder Trieb sand ist. Auch im Torse kann man nicht darauf rechnen, höchstens wird einige Vertiefung der Sohle, oder das keineswegs angenehme Ausquellen der Sandnester erfolgen. Man fertigt in solchen Fällen den Kanal auf die Normalbreite, stellt die Ufer ordnungsmäßig her, läßt, wenn alles fertig ist, den Bach in sein neues Bett eintreten und zwingt ihn durch Abschluß des alten zum Einhalten der neuen Strombahn.

Wenn mehrere Krümmungen hintereinander durchschnitten werden sollen,

wie in Figur 92, entstehen zusammen gesetzte Durchstiche, die Regeln hiefür sind ziemlich dieselben, wie bei den einfachen, doch ist es rathsam, stets mit dem obersten Durchstich zu beginnen, und nicht eher an die untern zu gehen, bis jener den größten Theil des Flusses aufgenommen hat. Kann man einzelne Strecken des Flusses beibehalten, selbst wenn dadurch Krümmungen bleiben, so ist dies, der bedeutenden Ersparung von Kosten wegen, ganz angemessen, nur dürfen die Krümmungen nicht derart sein, daß sie selbst zu Hindernissen werden. Liegen die einzelnen Theile eines zusammengesetzten Durchstiches weit auseinander, und so, daß das aus solchen weggeschwemmte Material zwischen ihnen das bisherige Flußbett ausfüllen wird, ohne Verstopfungen in der untern Fortsetzung veranlassen zu können, so kann auch wohl mit den untern Durchstichen begonnen werden, es können selbst Umstände vorhanden sein, welche es rathlich machen, einen mittlern zuerst in Angriff zu nehmen.

§. 167.

4. Trennung und Vereinigung der Flüsse. Im Allgemeinen ist es wünschenswerth, daß jeder Fluß in ungetheilten Zustande bleibt, weil man in diesem Falle am wenigsten Ufer zu unterhalten, denselben überhaupt mehr in der Gewalt hat. Dabei nimmt er den wenigsten Raum ein, gestattet die nächste Anlage der Schutzdämme, es wird also mehr Land gewonnen und beschützt. Manche andere Vortheile wollen wir nicht aufzählen, da sie Jeder bei aufmerksamer Betrachtung selbst zu finden vermag.

§. 168.

Indessen kommen doch auch Fälle vor, die eine vorhandene Trennung zu erhalten, oder neue zu bilden rathlich oder nöthig erscheinen lassen, so z. B. wenn fruchtbare und wohlangebaute Inseln im Flusse liegen, die einen hohen Werth haben, oder wenn Stromschnellen die Flößerei oder Schifffahrt gefährden, und man jene durch einen Kanal, zu dem der Fluß einen Theil seines Wassers abgeben muß, umgehen kann, oder wenn Kanäle zum Betrieb von Gewerben abgezweigt werden u. s. w.

Als Hauptsache erscheint dabei, daß beide Flußarme in möglichst spitzem Winkel auseinandergehen und zusammentreffen, also auch die Insel oben und unten zugespitzt sei. Soll sie in ihrer Form erhalten werden, so geschieht dies durch Sicherung der Spitzen mittelst etwas abgerundeten Bauten von Faschinen oder Steinen, Fig. 93.

Je weniger spitz der Trennungswinkel ist, um so besser muß der obere Theil der Insel verwahrt werden, und um so leichter werden die gegenüberliegenden Ufer angegriffen. Soll die Insel nach oben verlängert werden, so ist dies eine kostspielige Arbeit, weil man mit dem vollen Anprall des Flusses zu kämpfen und in ihm eine Gründung sich zu verschaffen, dabei aber auch

dafür zu sorgen hat, daß die Insel selbst nicht angegriffen wird. Eine Verlängerung nach unten wird dagegen leichter durch flügelartige Bauten bewirkt. Fig. 94 zeigt Beides. Soll die Insel verbreitert, so müssen die Flügel rechts und links nach außen geschweift werden. Daß übrigens jede derartige Vergrößerung eine Ablenkung des Flusses nach den jenseitigen Ufern und unter Umständen einen Angriff derselben bewirkt, wird selbstverständlich sein.

Bei überbreiten Flußbetten kann indessen eine solche Vergrößerung einer Insel zweckmäßig sein, um beide Arme auf die normale Breite zurückzuführen, wir haben in Fig. 94 eine Versinnlichung der etwa vorkommenden Arbeiten zu geben versucht, ohne damit sagen zu wollen, daß sie auf einmal und ganz in der Art geschehen müßten. Die Bauten werden anfänglich unter Mittelwasser gelegt und je nach der fortschreitenden Verlandung erhöht.

§. 169.

Bei der Vereinigung von Flußarmen oder verschiedenen Flüssen gilt der Grundsatz, daß sie in möglichst spitzem Winkel stromabwärts und wenn immer thunlich am concaven Ufer erfolgen soll, weil dann die beiderseitigen Stromstriche am baldesten zusammenfallen und beide Flüsse dadurch am ersten in ruhigen Lauf gebracht werden. Die Geschwindigkeit beider kommt um so mehr in Betracht, je gleicher ihre Wassermasse ist, denn der schnellere wird besonders bei hohem Wasserstand oder Wellenschlag den minder raschen hemmen, ihn selbst zum Rückwärtsströmen oder zum seitlichen Ausweichen treiben, wodurch, wenn der letztere überhaupt nur wenig Gefäll hat, nicht allein öftere Ueberschwemmungen, sondern auch leicht Versumpfung längs seiner Ufer stattfinden. Deshalb ist es, wo es angeht, zweckmäßig, den schwächeren Fluß — dem man außerdem oft mittelst Durchstichen in seiner Bahn schon ein stärkeres Gefäll verschaffen kann — eine Strecke weit neben dem rascheren herzuführen. Selbst die Temperatur des Wassers ist nicht ohne Einfluß, indem das kältere Wasser das wärmere mehr abstößt und oft den Stromstrich geradezu schneidet; insbesondere sinkt es auch mehr in die Tiefe. Ueberhaupt werden bei jedem Zusammentreffen zweier Flüsse für den Beobachter manche schätzbaren Aufschlüsse zu finden sein, und wenn er auch, wie z. B. im Gebirge, es nicht immer in der Hand hat, die Mündungen wesentlich zu verändern, so dürfte es doch hie und da Gelegenheit geben, durch Anwendung richtiger Grundsätze manches besser zu gestalten, ohne gerade besondern Aufwand zu veranlassen.

Hat man den Einmündungsort bestimmt, so ist, um allen fernern Störungen ein Ende zu machen, das beste Mittel, die Endspitze des zwischen beiden Flüssen befindlichen Landes dauernd durch eine sogen. Trennungsbühne zu befestigen, durch welche jedoch die Normalbreite beider nicht gestört werden darf, wenn nöthig, sind auch die Ufer unterhalb der Einmündung zu decken,

und es kann selbst rathsam erscheinen, wenn einer der beiden Flüsse seine Richtung zu ändern droht, diesem eine Strecke aufwärts durch besondere Uferdeckung oder Streichwerke entgegenzuwirken.

In Fig. 95 ist die Einmündung eines Baches und zugleich die Trennungsbühne gezeichnet. Fig. 96 zeigt einen Floßbach im Gebirge, in welchen auf beiden Seiten Bäche münden, wovon der auf dem rechten Ufer einen solchen Schuttkegel in den Hauptbach abgelagert hat, daß die Langholzflößerei durch die starke Krümmung fast unmöglich geworden ist. Alle drei Bäche haben außerdem unrichtige Mündungen. Es müssen daher sowohl diese, als der Floßbach selbst regulirt werden. Die neuen Bette sind durch gestrichelte, die nöthigen Bauten durch punktirte Linien angezeigt.

II. Abschnitt. Schutz gegen Ueberschwemmung.

§. 170.

Manche Flüsse haben so hohe Ufer, daß diese selbst beim höchsten Wasserstand nicht überfluthet werden, sind sie zugleich in hinreichendem Grade widerstandsfähig, so bedarf es keiner weitem Maßregel. Bei andern aber sind die Ufer entweder durchweg oder stellenweise so niedrig, daß bei höhern Wasserständen ein Austreten erfolgt und das Gelände bis zu gewissen Grenzen — den Hochwassergrenzen — unter Wasser gesetzt wird.

In engen Thälern liegen diese den Ufern nahe, je weiter aber die Thäler werden und je flacher ihre Neigung ist, um so mehr treten die Hochwassergrenzen zurück. Sind alte Flußarme vorhanden, so nehmen diese oft das überschüssige Wasser auf und führen es — mitunter ganz unschädlich für das Gelände — ab. Daher ist es rathsam, wo solche Arme vorkommen, zu erwägen, ob sie bei Hochwassern nöthig sind oder nicht. Gewöhnlich — wenn letztere längere Zeit nicht vorgekommen sind, wird die Bevölkerung sorglos, und ist gar gerne geneigt derartige Arme abzuschließen, um diese oder jene hieraus entspringende Unbequemlichkeit zu beseitigen. Die Folge ist dann eine Verlängerung der Ueberschwemmung und der Abgang des Wassers wird oft so verzögert, daß beträchtliche Flächen der Versauerung und Versumpfung anheimfallen. Bei Eisgängen, welche in Verbindung mit Ueberschwemmungen viel nachtheiliger werden, bleiben oft große Eisablagerungen zurück, die erst spät im Frühjahr schmelzen und der Vegetation nachtheilig sind.

Nicht immer sind Ueberschwemmungen schädlich, und besonders bei schlammführenden Gewässern sind oft die Vortheile überwiegend, deßhalb werden auch gegen solche häufig keine Vorkehrungen getroffen, wie z. B. wo es sich um Erhöhung des Geländes, also um Verlandung handelt, oder wenn

die Flächen bewaldet sind, oder wenn sie zur Weide dienen, und selbst bei Wiesen ist man nicht selten geneigt, dem Wasser den Lauf zu lassen, besonders wenn die Flüsse nicht reißend, also keine Abbrüche zu besorgen sind.

§. 171.

Anders verhält es sich aber, wenn die Hochwasser auf Felder und überhaupt gebaut werdenden Boden sich erstrecken, oder wenn Wohnungen u. s. w. in ihrem Bereiche liegen, in welchen Fällen man sie durch Dämme, oder wie man auch sagt, Deiche, schützen muß.

Diese können zum Zweck haben, die Grundstücke nur gegen die gewöhnlichen höhern Wasserstände zu verwahren, oder die Hochwasser unbedingt abzuhalten. Erstere, sogen. Sommerdämme, legt man daher auf diejenige Höhe, die man im einzelnen Fall für genügend hält — meistens wird sie zwischen Mittel- und Hochwasser befindlich sein, und man wird hier oft nur in der Art eindämmen, daß die niedern Uferstrecken bis auf die Ebene der höhern gebracht werden.

Sollen die Dämme jedoch gegen die Hochwasser schützen, in welchem Falle sie Hauptdämme heißen, so muß vor Allem dafür gesorgt werden, daß letztere hinreichend Raum erhalten, weil sonst die Höhe und Stärke der Dämme eine so bedeutende werden müßte, daß der Aufwand dafür, besonders bei großen Flüssen, ausnehmend hoch würde.

Daher muß zwischen den Dämmen und den Flußufem ein gewisser Zwischenraum, ein sogen. Vorland bleiben, dessen Breite von der Höhe und Gewalt des Flusses abhängt. Wenn man die Linie der höchsten Wasserstände kennt, wird man darin einen Anhalt finden. In der Regel genügt es, die Dammkrone 1 bis 2 Fuß (0,3 bis 0,6 Meter) über den höchsten bekannten Wasserstand zu legen. Wo dieser nicht seit langer Zeit beobachtet, oder wo sehr starker Eisgang zu befürchten, oder wo man sonst seiner Sache nicht gewiß ist, gehe man lieber noch weiter. Allein außerdem sind noch manche andere Umstände von Einfluß und daher weitere Rücksichten zu nehmen.

Ist der Fluß regulirt, so sind die Dämme, die gewissermaßen die Hochwasserufer bilden, wenn immer möglich, parallel mit den Ufern zu legen, weil sie dann den wenigsten Angriffen ausgesetzt sind, ist er es noch nicht, so folgt man, so weit es angeht, der Richtung, welche durch etwaige Rectifikation erstrebt wird. In dem Fall, als man hierüber noch nicht bestimmt urtheilen kann, werden sie parallel mit den jetzigen Ufern angelegt, jedoch alle scharfen Krümmungen und überhaupt unregelmäßige Linien vermieden. Daher folgt man bei Bogenlinien des Flusses den Sehnen und sucht sonst möglichst gerade Linien festzuhalten. Werden Bogen- und gerade Linien verbunden, so sollen letztere Tangenten zu ersteren sein, krumme Linien sollen stets im Vereinigungspunkte eine gemeinschaftliche Tangente haben. Hierbei

ist es von besonderm Vortheil den Damm so zu legen, daß der Stromstrich des ausgetretenen Flusses von ihm abweicht, oder, wie man sagt: „den Damm über den Strom“ zu legen, denn wenn er „unter dem Strom“, also so liegt, daß der Stromstrich auf ihn fällt, wird er nur mit den äußersten Mitteln auf die Dauer zu erhalten sein, besonders wo starke Eisgänge vorkommen.

Je breiter das Vorland, desto weniger brauchen die Dämme über die Geländehöhe zu reichen, desto widerstandsfähiger sind sie auch und umgekehrt, hienach wird der Wasserbaumeister sich zu benehmen haben. In der Regel wird ein Vorland genügen, welches auf jeder Seite $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ der Normalbreite des Flusses hat, nur bei außerordentlichen Fällen wird eine größere Breite nöthig werden.

§. 172.

Was die Anlage der Dämme betrifft, können wir uns im Allgemeinen auf das beziehen, was über die Herstellung des Wegkörpers und auf die Beschützung desselben gegen das Wasser im IV. und V. Abschnitt des Wegbaues gesagt worden ist, und wir werden dem nur etwa noch Folgendes beizufügen haben:

Da es eine Hauptsache ist, daß der Damm bald sich setze, ist der Auftrag in Schichten, die nicht über 1 Fuß (0,3 Meter) hoch sind, vorzunehmen und zu stampfen, hiezu müssen aber schwere Rammen gebraucht werden.

Zu Dämmen ist der bindendste Boden am besten, allein zur Noth kann man Boden jeder Art, selbst Flugsand verwenden, und überhaupt muß man in weitaus den meisten Fällen sich mit dem Boden behelfen, wie ihn das Gelände in unmittelbarer Nähe liefert, aber man veräume nicht, wenigstens die Böschungen mit besserer Erde zu versehen, damit die sich einfindenden oder angebauten Gewächse sich kräftig entwickeln und tiefgehende Wurzeln treiben können. Der auf der Grundfläche des Dammes, dem Maifeld, etwa befindliche Rasen wird losgestochen und zu den Böschungen verwendet.

Sehr undurchlassender Boden ist nur dann nöthig, wenn das Wasser durchaus zusammengehalten werden muß, wie bei Kanälen, obwohl auch bei diesen darauf zu rechnen ist, daß durch Setzen und Verschlammung jeder Boden nach und nach undurchlassend wird. An sonstigen Dämmen ist man weniger bedenklich, denn bei Hochwassern dringt das Wasser durch Sand- und Riessschichten unter den Dämmen durch und kommt als Quellwasser hinter denselben zu Tage. Wo dies doch nicht zu verhindern ist, kommt es auf das verhältnißmäßig unbedeutende Wasser, was durch den Damm dringt, wenig an. Jenes sogen. Quellwasser geht gewöhnlich in den nächsten Tagen nach dem Hochwasser auf dem Wege, den es gekommen ist, wieder ab. Mag der Fluß noch so trübe sein, so erscheint es doch hell, denn es setzt allen Schlamm in den Schichten ab, durch die es kommt, wodurch letztere bei schlammführend-

den Flüssen im Laufe der Zeit ebenfalls undurchlassend werden. Will man indessen auch hiegegen sich sicherstellen, so bleibt nichts übrig, als die Sohle bis unter die durchlassenden Schichten aufzugraben und den Raum entweder ganz oder auf einen gewissen Theil der Breite mit undurchlassendem Boden auszufüllen. Dies wird besonders nöthig beim Torfboden. Vergl. Fig. 97.

Ist ein Damm vorzugsweise aus Kies gebaut, so wird er zwar viel Quellwasser durchlassen, aber im Allgemeinen fest stehen. Steiniger Boden gibt ebenfalls gute Dämme, die auch das Wasser festhalten. Dämme von lauter Steinen, wie sie als Streichbaue oft vorkommen, halten zwar den Stromstrich ab, werden aber selbstverständlich vom Wasser so lange durchdrungen, bis alle Zwischenräume mit Schlamm und Sand ausgefüllt sind, was unter Umständen viele Jahre dauern kann. Sollen sie gegen Ueberschwemmung sichern, so muß eine angemessene Menge von bindendem Boden sofort bei Aufführung jeder Schichte zugegeben werden.

Bei der Anlage der Dämme wird der hiezu nöthige Boden, wenn man ihn nicht anderswoher beziehen muß, oder wohlfeil beziehen kann, von dem Vorland ausgehoben. Man wählt hiezu besonders die obern Schichten, theils weil sie bindender sind, theils auch, weil zu tiefe Gruben für den Damm selbst Gefahr bringen könnten. Je mächtiger der Fluß, desto weiter vom Fuße des Dammes entfernt wird der Boden ausgehoben, doch dürfte es genügen, wenn man 3- bis 4mal so weit als der Damm hoch ist, vom Fuße entfernt bleibt, und von da an so die Grube aussticht, daß sie nach und nach gegen den Fluß hin sich vertieft, mehr wie 3 bis 4 Fuß (0,9 bis 1,2 Meter) sollte an der tiefsten Stelle nicht gestattet sein, und es ist durchaus nothwendig, daß die Arbeiter hier genau beaufsichtigt werden, weil sonst das Vorland oft ganz abscheulich zugerichtet wird. Alles etwa vorkommende Gehölz muß nach Bedarf entfernt werden. Man hüte sich, Bäume, wenn sie auch noch so schön sind, im Damme stehen zu lassen, denn wenn sie zur Zeit eines Hochwassers vom Winde umgerissen werden, ist ein Dammbruch kaum mehr zu verhüten, auch taugt es nicht, sie in der Dammgrube zu schonen, sobald der Boden abgehoben wird, denn wenn man ihnen auch allen Boden ringsum in der Nähe des Stammes beläßt, wird dieser Erdklog doch bald vom Wasser abgspült oder vom Frost u. s. w. abgelöst, wenn der Baum auch nicht sofort umfällt, wird er doch in der Regel nach einigen Jahren eingehen. In der Dammgrube, Figur 98, werden von Strecke zu Strecke, etwa alle 3 bis 5 Ruthen (9 bis 15 Meter) Bänke von 5 bis 10 Fuß (1,5 bis 3 Meter) Breite unberührt gelassen, sie verhindern, daß der Fluß in der Nähe des Dammes einen Arm bilden kann, und sind auch bei der Heraufführung der Erde, wenn der Damm einmal eine gewisse Höhe erreicht hat, förderlich. Dazu kommt, daß sie als Traversen bei der künftigen Verlandung sehr wirksam sind. Damit aber das Wasser mit dem Hochwasser wieder abziehen kann,

ist es nöthig, zwischen je zwei Bänken einen Graben nach außen zu ziehen, dessen Sohle mindestens nicht höher als die Geländehöhe liegt. Wäre dies nicht ausführbar, so stecke man einen Graben durch ein oder mehrere Bänke, bis man eine tiefere Stelle findet, die sich zur Ausleitung eignet. In die Durchstiche stecke man Weiden oder Pappelreis nach Art der Schlammfänge (S. 221 u. f.), oder verwahre die Wände durch Halbfaschinen, damit sie durch das Wasser nicht zu sehr erweitert werden.

Die Stärke der Dämme richtet sich lediglich nach der Gewalt des Flusses, gutes Material vorausgesetzt. Bei kleinen, nicht reißenden Wassern kann eine Kronenbreite von 2 bis 3 Fuß (0,6 bis 0,9 Meter) genügen, bei großen Flüssen ist eine solche von 10 bis 15 Fuß (3 bis 4,5 Meter) und oft noch mehr nöthig. Sehr gut ist es, wenn der Damm zu einem Fußweg, und wenn er die zureichende Breite hat, zu einem Fahrweg benutzt wird, da er hiedurch viel Festigkeit gewinnt. Selbstverständlich ist aber, daß eine gute Wegunterhaltung nicht fehlen darf, und daß Rasen oder Berauhwehrung an den Rändern der Fahrbahn erhalten bleiben. Eine Beschotterung ist bei weichem Boden und starker Frequenz sehr zu wünschen. Weniger zweckmäßig ist es, Wege neben dem Damm, namentlich im Vorland, zu dulden, da sie vom Wasser leicht ausgeflößt und Veranlassung werden, daß der Damm angegriffen wird.

Um auf den Damm gelangen zu können, ist es nöthig, von dem tiefer liegenden Gelände bis auf die Dammkrone Auffahrten anzufüllen, welche nicht mehr als 5 bis 10 Prozent Gefäll erhalten dürfen, letzteres geht nur beim Transport leichterer Lasten an. Bei Wegen, welche man ständig beaufsichtigt und an Flüssen, die nicht allzu rasch wachsen, läßt man die Fahrbahn auch wohl etwas über der Höhe der bedeutendern Wasser einschneiden, wenn dann ein eigentliches Hochwasser eintritt, schließt man sie durch doppelte Spundwände von Bohlen, deren 2 bis 3 Fuß (0,6 bis 0,9 Meter) breiter Zwischenraum mit Erde fest ausgestampft wird, ab. Da die höchsten Hochwasser oft erst nach langer Zeit — es vergehen oft 20 und mehr Jahre — eintreten, wäre es auch nicht in der Ordnung, die Zugthiere ständig mit Ersteinigung eines großen Gefälles plagen zu wollen. Zu aller Vorsicht kann man die nöthige Erde vorrätzig halten. Was aber für frequente, ständig bewachte Wege gilt, wollen wir nicht auf alle minder gebrauchten ausgedehnt wissen, da sonst zur Zeit der Noth zuviel Arbeit und Bewachung nöthig, und es leicht möglich wäre, daß das Zumachen an irgend einer Stelle versäumt und dadurch dem Wasser ein Weg geöffnet, den man dann vergebens zu schließen versuchen würde.

Je flacher die Böschungen sind, um so besser widersteht der Damm den Angriffen des Wassers, daher hat man selbst 4- bis 5füßige Böschungen vorge schlagen, die jedoch nur in seltenen Fällen vorkommen dürften. Wir können

uns auf das hierüber im Wegbau Gesagte berufen, bemerken indessen, daß bei Hauptdämmen die Böschung nach dem Lande zu — die Hinterböschung — steiler sein darf, als die nach dem Flusse gewendete — die Vorderböschung —, daß aber bei Sommerdämmen beide gleich flach sein müssen, weil hier die Hochwasser überfallen. Stets suche man den Fuß der Dämme vor aller Lockerung, z. B. vor dem Pflügen, Behacken u. s. w. zu sichern und wo möglich auf 10—15 Fuß (3 bis 4,5 Meter) Breite eine Rasendecke zu erhalten.

§. 173.

Hie und da kommen an jedem Damme Stellen vor, wo er eine bedeutendere Höhe erreichen muß, weil das Gelände mancherlei Einsenkungen hat, wie z. B. wo er über alte Flußarme gelegt wird. Stets sucht das Wasser auch wieder die Wege auf, welche es früher, namentlich in der letzten Zeit, inne hatte, denn hier hat der erst durch Verlandung angeschwemmte, noch nicht die Festigkeit des schon länger ruhenden Bodens. Solche Stellen, besonders wenn die Dämme noch eine concave Linie gegen den Fluß bilden, sind den Durchbrüchen am meisten ausgesetzt und müssen ganz besonders verstärkt werden. Wenn die Mittel nicht fehlen, kann dies durch Stein oder Faschinenbauten, Berauhwehrung u. dgl. geschehen, doch werden in den meisten Fällen Bermen auf der Landseite genügen, die auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ der Dammhöhe ansteigen und zuweilen 2 und mehr Abätze erhalten. Bei besonderer Gefahr werden außerdem noch solche auf der Wasserseite angelegt, wo z. B. der Damm aus geringem Material besteht.

Figur 98 zeigt einen Damm mit einer Berme auf der Landseite, nebst Dammgrube im Aufriß, sodann denselben Damm mit 2 Bänken und Abzugsgraben im Grundriß. Die Böschung nach der Landseite ist 1 $\frac{1}{2}$, die nach der Flußseite 2füßig.

§. 174.

In hohem Grade wichtig ist die Erhaltung des Vorlandes, da, sobald dieses bis an den Fuß des Dammes abgerissen, ein Durchbruch sehr selten zu verhüten ist, wenn es auch zuweilen gelingt, durch Steine oder Seentwürste noch zu helfen. Daher darf man das Vorland nie aus den Augen lassen, man muß suchen, alle alten Flußarme wenigstens auf Niederwasserstand abzuschließen und selbst schwache Rinnen dabei nicht übergehen. Je schmaler es ist, um so vorsichtiger muß man sein, und an kleinen Bächen auch darauf achten, daß keine Bäume so nahe am Damm belassen werden, daß durch ihr Ausreißen dieser beschädigt werden könnte.

§. 175.

Alle Dämme bedürfen eine ständige Aufsicht und besonders im ersten Jahre, bei sehr preßbarem Boden selbst noch länger, des Sehens wegen einiger

Nachbesserung. Man versäume niemals, einen Damm bald nach seiner Auf-
führung und dann etwa, wenn man ihn für vollständig gesetzt hält, nochmals
mit dem Nivellirinstrument oder wenigstens mit Visirkreuzen zu untersuchen
und gefundene Senkungen nicht nur durch Nivellirpfähle zu bezeichnen, son-
dern auch sofort auszubessern. Wenn, wie zuweilen auf Moorboden, die
Böschungen sich ausbauchen, wird am besten der Damm durch Ansaß von
Bermen verstärkt und wieder in die richtige Form gebracht. Hier ist das Aus-
stechen des Torfes bis zur Sohle und Auffüllung mit anderm Boden, und
wenn es sich um große Strecken handelt, selbst die Umgehung des Moores
mitunter allein sichernd.

Sehr nachtheilig ist es, wenn Mäuse, besonders größere Arten, wie
Wasserratten, Scharmäuse u. a., sowie Maulwürfe den Damm durchwühlen,
wo man dies wahrnimmt, sind sie durch Einstampfen der Gänge u. s. w. zu
vertreiben, wenn thunlich auch wegzufangen. Dies gilt besonders, wenn sie
durch Hochwasser vertrieben, Schutz auf den Dämmen suchen.

Eine Hauptsache ist die Erhaltung des Rasens, daher dulde man kein
Laub, kein Schwemmsel zc. auf der Dammsfläche. Ebenowenig das Begehen
derselben, so lange noch kein Rasen vorhanden ist. Ist er einmal angewachsen,
so ist die Beweidung bei trockenem Wetter zulässig, sehr zweckmäßig ist beson-
ders die Schafweide, wodurch auch die Mäuse sehr beunruhigt und dadurch
vertrieben werden. Schweine sind jedoch abzuhalten. Hat man kein Weide-
vieh zur Verfügung, so werden die Dämme auf Gras benutzt, und damit dies
reichlich wächst, ist hie und da eine Düngung am Plage, so weit keine
Schlammablagerungen erfolgen.

§. 176.

Sobald ein Hochwasser zu erwarten ist, hat das Aufsichtspersonal alle
Dämme genau zu untersuchen, wenn das Wasser den Fuß des Dammes er-
reicht und weiter steigt, muß eine Bewachung, besonders der Dämme, die
noch keine Probe durchgemacht haben, wenigstens in der Art stattfinden, daß
sie in Zwischenräumen von 1 bis 2 Stunden begangen werden. Dringt irgendwo
Wasser durch, so muß sogleich entgegengewirkt werden. Der Aufseher — am
Rhein Dammmeister genannt — muß seine Dämme genau kennen und zu
beurtheilen wissen, wo die Gefahr eines Bruches am ersten droht, und daher
müssen nicht nur Mannschaft, sondern auch die nöthigen Geräthe zur sofor-
tigen Abhülfe bereit gehalten werden.

Wenn das Hochwasser die Kronenhöhe des Dammes an irgend einer
Stelle erreichen sollte, so kann man oft noch durch Vorlage von Erde, die man
sogleich festschlägt, und bei heftigem Wellenschlag mit Reiß, Stroh, Mist,
Rasen zc. deckt, das Ueberfallen des Wassers verhüten, denn wenn die Dämme
richtig angelegt wurden, wird es nur einer geringen Erhöhung bedürfen, die
schnell ausgeführt werden kann, aber auch muß, denn das überfallende Wasser

greift die hintere Böschung so stark an, daß in kurzer Zeit der Damm durchgerissen ist.

An der dem Wasser zugekehrten Böschung des Dammes vermeide man alle Arbeiten, denn hier ist der Damm schon so vom Wasser durchdrungen, daß nur die Schwere des Materials ihn noch zusammenhält.

Auf der Landseite aber verhält es sich anders, hier handelt es sich darum, sobald Wasser durchdringt, ihn zu verstärken. Kommt das Wasser hell zum Vorschein, dann hat es weniger Gefahr, ist es dagegen trübe, dann ist solche vorhanden, weil dies zeigt, daß die erdigen Theile aus dem Damm entführt werden. Ein Theil der Mannschaft schlägt unterhalb dem Orte, wo das Wasser herausquillt, Fashinenpfähle ein, längs welcher Bretter, wie man sie auftreiben kann, spundwandartig auf die schmale Kante gelegt werden. Der Raum zwischen den Brettern und der Böschung wird sofort mit Erde ausgefüllt und dies so lange wiederholt, bis man des ausquellenden Wassers Meister wird. Die Pfähle werden mit den Köpfen etwas gegen den Fluß, also schief gerichtet, weil sie durch den von daher kommenden Druck aus der senkrechten Lage bald rückwärts gedrängt, also nachgeben werden; sobald man dies wahrnimmt, werden sie durch neue verstärkt. Fehlt es an Brettern, so dient Reiß, Stroh u. dergl. an die Pfähle angebrückt, um der eingeworfenen Erde einen gewissen Rückhalt zu geben. Das an einem Orte zurückgehaltene Wasser wird nun an einem andern, bald unter- bald oberhalb einen Ausweg suchen, allein wo es erscheint, wird ihm derselbe sofort durch die gleichen Maßregeln versperrt. Der übrige Theil der Mannschaft ist während dem beschäftigt, am Fuße des bedrohten Theiles des Dammes eine Berme anzuhäufen, um ihn zu verstärken. Hat man hinreichende Mannschaft — die man im Nothfall durch Aufgebot aller Bewohner der Umgegend zusammenbringt, wenn hiesfür gesetzliche Ermächtigung besteht —, wird Tag und Nacht — unter Anwendung von Fackeln zc. — gearbeitet, und ist sonst die Leitung eine sachgemäße, so wird es in den meisten Fällen gelingen, die Dämme zu halten. Allein es muß Ordnung herrschen, der Befehl in einer Hand sein, jedes unnöthige Geschrei, welches so leicht panischen Schrecken erzeugt, vermieden und der Mannschaft stets ein Weg zu schleunigem Rückzug gesichert sein; wo es sich um große Gewässer handelt, müssen deßhalb einige bemannte Schiffe bereit gehalten werden, um die bei doppelten Damnbrüchen Abgeschnittenen aufzunehmen. Bei kleinern Gewässern mag es möglich sein, eine durchgebrochene Stelle durch Sandsäcke, Fashinen u. dergl. sogleich zu schließen, an größern Flüssen kann davon keine Rede sein.

Wir können nicht umhin hier noch eines Mittels zu gedenken, was früher am Rhein öfters angewendet wurde und hie und da noch im Gebrauche ist.

Wenn nämlich auf der Wasserseite des Dammes starke Bäume, z. B. Pappelreihen stehen, legt man den Damm in Ketten. Es werden an

die Bäume Ketten, und wenn diese nicht in hinreichender Menge aufzutreiben sind, starke Seile angeschleift, wobei man sich der Rachen bedient. Die Ketten werden über den Damm herüber gezogen und an schräg — die Köpfe nach der Landseite gerichtet — eingeschlagene, starke Pfähle befestigt. Von Pfahl zu Pfahl werden Bohlen zc. gelegt und Erdanwürfe, wie bereits beschrieben, gemacht. Die Bewohner der badischen Rheingegenden schreiben dieser Methode die Erhaltung mancher Dämme zu. Obwohl die Ingenieure nicht viel darauf halten, haben wir doch gesehen, daß Ketten und Seile durch den Druck des Wassers auf die Dämme straff angespannt waren, bis zum Zerspringen, und daß die schrägen Pfähle in senkrechte Stellung gezogen wurden, wenn man nicht neue zur weitem Verspannung eintrieb. Im Nothfall wurden doppelte Ketten über und nebeneinander gelegt. Sehr gefährdete Stellen wurden unter Anwendung von Ketten erhalten, ob diese aber den Ausschlag gaben, getrauen wir uns nicht zu behaupten. Figur 99 zeigt einen solchen in Ketten gelegten Damm.

Wenn irgend möglich, suche man Damnbrüche zu verhüten, denn abgesehen von dem Schaden der Ueberschwemmung, werden die Felder durch Sand, Kies u. s. w. arg verwüstet, es wird hinter der durchbrochenen Stelle, besonders in Feldern, ein großes Loch ausgefokt und der Boden ebenfalls umher verschwemmt, endlich kostet die neue Herstellung wegen der Vertiefung sehr viel.

Steigt daher das Wasser so, daß es überzufallen beginnt und man nicht mehr hoffen kann, es zu bemeistern, so ist es unter Umständen rathsam den Damm, da wo er über Weiden, Wiesen oder Waldungen liegt, zu durchstechen, um Damnbrüche an Feldern, überbauten Schluchten u. dergl. zu verhindern, da im erstern Fall lediglich die Nachtheile der Ueberschwemmung, im andern aber außerdem bedeutende Ausfokungen und großartige Erneuerungsbauten nöthig werden.

§. 177.

Ist die Gefahr beseitigt, so werden die Dämme wieder regelrecht hergestellt und an allen schwachen Stellen entsprechend verstärkt, dabei verbessere man frühere fehlerhafte Anlagen und lasse sich ja nicht durch etwaigen Mehraufwand hievon abschrecken, wenn er anders aufzubringen ist. Besonders vermeide man es, vor oder hinter ein ausgefoktes Loch den Damm zu legen, wenn er vorher in der richtigen Linie war und nur seiner Schwäche wegen durchgebrochen ist. Nur wenn das Vorland weggerissen und ein baldiger Ersatz desselben durch Verlandung nicht zu erwarten wäre, mag eine rückwärtige Verlegung zu rechtfertigen sein, die aber oft durch Vorlagen von Steinen, Senkwürsten zc. noch vermieden werden kann, wenn man den Stromstrich abzulenken vermag.

§. 178.

Wenn in einem Flußthale anstatt vorhandener Dämme weiter gegen

den Fluß hin neue angelegt werden, wie das bei Regulirungen öfters geschieht, werden nicht selten die alten Dämme, hie und da auch Schlaßdämme genannt, insofern sie an den neuen oben und unten anschließen, belassen, um bei einem etwaigen Bruch des neuen als Rückhalt zu dienen. Wenn man in der Art vorsichtig ist, gehört hiezu noch, daß man die alten Dämme gehörig unterhält und besonders darauf sieht, daß keine Erde davon weggenommen wird.

Oft werden auch, um z. B. einzelne Grundstücke oder Ortschaften zu schützen, diese mit Dämmen — Binnendämmen — umgeben, dies geschieht besonders da, wo noch kein regelmäßiges Dammsystem vorhanden ist.

§. 179.

Endlich haben wir noch von den Streichdämmen zu sprechen. Wenn es nämlich aus irgend einem Grunde nicht angeht, einen Damm unten abzuschließen, aber doch rathsam erscheint, die rückwärts liegenden Ländereien einigermaßen gegen Ueberschwemmung zu schützen, so kann ein dem Flusse beiläufig paralleler Damm, wenn jener ein starkes Gefäll hat, das Wasser von dem rückwärtigen Gelände weit hinunter abhalten, indem bei Hochwassern das hinter den Damm gelangende Wasser nur bis auf die Höhe steigen kann, welche der Wasserspiegel am untern Ende des Dammes hat. Beginnt z. B. der Damm da, wo bei einer Geländehöhe von 340 Fuß (oder Meter) über dem Meere der Hochwasserspiegel 350 Fuß, und endigt er, wo dieser 330 Fuß hoch liegt, so wird alles hinter dem Damm befindliche Land, was über 330 Fuß erhaben ist, trocken bleiben. Solche Streichdämme können z. B. gute Dienste leisten, da wo Flüsse aus dem Gebirge heraustreten, oder wo der obere Theil einer Gegend aus Felbern besteht, die zu sichern sind, der untere, tiefer als der unterste Hochwasserspiegel liegende, aber Waldungen oder Weiden enthält, deren Ueberschwemmung keinen Nachtheil bringt. Ihre Anwendung ist wohl da noch zu empfehlen, wo Flüsse noch nicht regulirt sind, ist letzteres der Fall, so ist ein geschlossenes Dammsystem entschieden besser.

§. 180.

Wenn in den einzudammenden Fluß andere münden, so müssen auch diese so weit aufwärts, als sie durch Hochwasser gestaut, eingedammt werden. Sind sie jedoch nur von geringer Bedeutung, so kann ihr Durchgang im Damme durch Siehlen oder Schleusen (wovon in §. 302 die Rede sein wird) zur Zeit der Hochwasser verschlossen und sobald diese zurückgehen, durch Öffnen jener das Wasser hinausgelassen werden.

III. Abschnitt. Schutz gegen Versumpfung.

§. 181.

Je nach der Art des Entstehens der Sümpfe sind die Maßregeln, um diesem vorzubeugen, oder wenn solche bereits gebildet sind, sie trocken zu legen, verschieden, weshalb wir nicht unterlassen dürfen, vorerst die Ursachen der Versumpfung kurz zu besprechen.

Sümpfe können überall entstehen, wo Boden, Lage, Wasser und Pflanzen in einer gewissen Wechselwirkung stehen.

Hinsichtlich des Bodens ist die erste Bedingung, daß er undurchlassend sei. Dies kann geschehen, wenn er nahe an der Oberfläche aus Thon, derbem Fels u. besteht, oder wenn vorhandene Klüfte durch thonige Niederschläge, nicht völlig zersetzte Pflanzenreste u. dergl. verstopft sind.

Kommt dazu eine solche Lage, daß auch der seitliche Abfluß des Wassers gehemmt ist, so ist die zweite Bedingung vorhanden. Statt dessen kann der Abfluß aber auch gehemmt sein durch andere natürliche Hindernisse, wie umgefallene Bäume, dichter verfilzender Pflanzenwuchs, oder durch künstliche, wie z. B. Wasserbauten, welche eine Stauung veranlassen, wie etwa die Dämme alter Fischteiche, Floßweier, zu hoch gelegte Wehre u.

Wenn stehendes oder langsam fließendes Wasser mit stetigem Zugang, erfolge er durch Bäche, Quellen oder atmosphärische Niederschläge, in dem Maße vorhanden ist, daß dieser Zugang dem Abgang, geschehe er unmittelbar durch Abfluß, oder durch Verdunstung, oder durch den Vegetationsprozeß, das Gleichgewicht hält, dann haben wir die dritte Bedingung. Wäre der Zugang wesentlich größer, so entstände ein See, umgekehrt würde die Fläche abtrocknen.

Endlich muß aber auch dieses Wasserbecken so beschaffen sein, daß Pflanzen in demselben wachsen und sich im Wege natürlicher Fortpflanzung ständig darin erhalten können. Es ist dies die vierte Bedingung, denn erst die der Zersetzung unterliegenden Pflanzenreste stampeln eine Fläche, auf welcher die drei vorigen Bedingungen vorhanden sind, zum Sumpfe.

In warmen Klimaten geht diese Zersetzung verhältnißmäßig sehr schnell von statten, in kalten dagegen weit langsamer und unvollkommener, so daß da, wo die Temperatur das Gedeihen von Pflanzen begünstigt, allein nicht so hoch ist, daß solche unter dem Einfluß von Wasser vollständig sich zersetzen könnten, eine eigenthümliche Erscheinung — die Torfbildung und als deren Folge die Vermoorung auftritt, nachdem die Fläche die Vorstufen der Verfilzung, Versauerung und Versumpfung durchgemacht hat.

Am gewöhnlichsten erscheinen die Moore in solchen Gegenden, wo die mittlere Jahrestemperatur zwischen 3 bis 12° R. steht, sei diese Temperatur auf der Ebene, oder wie in wärmern Ländern erst in den höhern Gebirgen

zu finden. Je üppiger der Pflanzenwuchs ist und je ungestörter er bleibt, desto rascher geht die Torfbildung vor sich, wenn stets die hiezu nöthige Wassermasse vorhanden bleibt, denn sobald die Vegetation mehr Wasser verbraucht, beginnt der Boden unter ihrem Einfluß trockener zu werden, und es ist eine bekannte Sache, daß z. B. durch die Anpflanzung von Fichtenbeständen Flächen, welche bereits zu versumpfen begannen, wieder abtrockneten und ausgezeichneten Waldboden erhielten, sowie umgekehrt mit Wald bestandene Flächen, nachdem er durch Brand, Stürme, oder sorglose Wirthschaft vernichtet, oder wesentlich gelichtet worden war, sofort versauerten, versumpften und vermoorten, wenn die übrigen Bedingungen vorhanden waren und nicht ein neuer Waldbestand erzogen wurde, der weit mehr Wasser verbraucht, als die sonst eine solche Fläche bedeckende Vegetation von Moosen, Gräsern und andern Gewächsen, die man insgemein Torfpflanzen nennt.

Es gehört nicht zu unserer Aufgabe, die Torfbildung weiter zu verfolgen, was Sache der Torfwirthschaftslehre ist, nur wollen wir darauf hinweisen, daß das Wasser, außer der bereits geschilderten, noch eine weitere Einwirkung haben kann.

Wenn nämlich die Fläche häufigen Ueberschwemmungen von Schlamm führenden Gewässern ausgesetzt ist, wird hiedurch die Torfbildung unterbrochen, vorhandene Wasseransammlungen verschwinden, der Boden wird nach und nach erhöht, an die Stelle der Sumpfgewächse treten Landpflanzen, die Fläche wird im ungestörten Naturzustand sich bewalden, oder unter menschlicher Arbeit zur Wiese, zum Acker- und Gartenland sich gestalten.

Ist dagegen das Wasser arm an Schlamm, so wird jede Ueberschwemmung die Vermoorung begünstigen und ausdehnen, wäre die Fläche früher bewaldet gewesen, so werden die etwa noch vorhandenen Bäume immer schlechter im Wuchse werden, bevor sie absterben, neu sich ansiedelnde Holzgewächse werden von vornherein verkrüppeln, das überschüssige Wasser wird stellenweise als Lache zu Tag treten, die durch die weiterschreitende Vermoorung aufs Neue ausgefüllt wird. So wird es fortgehen, bis der Wasserüberschuß an irgend einer Stelle austreten und als Quelle oder Bach abfließen kann. Oft erzwingt er sich durch eigenen Druck einen plötzlichen Abfluß, der große Strecken Landes verheeren kann.

Mitunter finden wir auch die Erscheinung, daß vorhandene Teiche und Seen durch in sie mündende Bäche und Flüsse, welche Geschiebe mit sich führen, ganz oder theilweise ausgefüllt werden, was wohl Jahrtausende erfordern mag, aber schließlich doch geschieht, bevor es jedoch zu Stande kommt, wird der Boden, sobald er bis nahe an die Oberfläche sich erhöht hat, Wasserpflanzen zu tragen im Stande sein, und mit diesen beginnt die Entstehung des Sumpfes, durch dessen Fortschreiten eine Stauung aufwärts

hervorgebracht und dadurch der Grund zur Sumpfbildung in den einmündenden Gewässern selbst gelegt wird.

Auch wenn fließende Gewässer viele Geschiebe mit sich führen und da, wo sie dieselben wegen Mangel an Gefäll nicht mehr bewältigen können, ablagern, wird sich die Sohle derart erhöhen, daß der Abfluß dieses und der weiter einmündenden Wasser gehemmt wird, es muß also eine Stauung eintreten, welche die Versumpfung der benachbarten Gelände einleitet. So können die Geschiebe des Hauptflusses die Versumpfung des Geländes längs der Seitenflüsse, und umgekehrt die der letztern, die Versumpfung des Geländes längs des Hauptflusses bewirken.

Aber auch solche Gewässer, welche keine Geschiebe, selbst nicht einmal nennenswerthe Mengen von Schlamm mit sich führen, können Versumpfung hervorrufen, wenn sie durch öftere oder lang dauernde Anschwellungen die Wasser der Seitenbäche stauen und zum Eindringen in den Boden, sowie zum Ueberfließen zwingen, besonders wenn das Wasser in solche Vertiefungen tritt, wo es wegen undurchlassendem Boden nicht versickern und nur bis zu einer gewissen Höhe wieder ablaufen kann. Diese Erscheinung findet man auch längs mancher Ströme, wo bei Hochwassern hinter den Dämmen Wasseransammlungen — das im §. 172 besprochene Quellwasser — zu Tage treten; werden sie so hoch, daß sie überfließend andere, und zwar undurchlassende Mulden füllen, so muß das darin befindliche Wasser bleiben, während das auf kieseligem Boden wieder zurücktritt.

Endlich entstehen am Meere mit oder ohne Einwirkung von Ebbe und Fluth, durch den Wellenschlag und durch Ansammlungen von Seegewächsen, quer vor die Mündungen sich legende Bänke, die dem Ausfluß Widerstand entgegensetzen, ihre Beseitigung steht jedoch über unserer Aufgabe, daher wir uns nicht mit weiterer Darstellung befassen.

Nach diesen Andeutungen wird bei jeder Trockenlegungsfrage zunächst die Ursache der Versumpfung aufzusuchen sein, die oft eine zwei-, drei- und mehrfache sein kann, hat man sie einmal richtig erkannt, so wird es viel leichter sein, die Aufgabe zu lösen, als wenn man aufs Gerathewohl hin arbeiten wollte, wodurch Zeit und Arbeit oft nutzlos verschwendet werden und nicht selten das Uebel vermehrt, oder wenn an einem Orte gehoben, an einem andern dafür hervorgerufen wird.

§. 182.

Vor allen Dingen muß man darüber im Reinen sein, wie weit die Entwässerung gehen soll und gehen darf, denn eine zu weit gehende Entwässerung hat für manche Flächen ganz entschiedene Nachtheile und wenig oder keinen Vortheil, jedenfalls entwässere man schon darum nicht tiefer als nöthig, weil es die Kosten in den meisten Fällen vermehrt.

Oft darf man nicht so stark entwässern, als vielleicht erwünscht wäre,

weil dadurch fremde Rechte verletzt werden könnten, worüber die Kulturgesetzgebung eines Landes Bestimmungen zu treffen hat.

Mancher Boden, wie Sand, Moor u. dgl., wird durch zu starke Entwässerung durchaus unfruchtbar und kann sogar ein Spiel des Windes werden, während er bei steter Feuchterhaltung wenigstens zu Waldboden, oder zur Erziehung von Schilf und sonstigen Streugewächsen tauglich ist, oft sogar einen hohen Geldertrag liefert. Jeder Land- und Forstwirth muß im einzelnen Fall wissen, wie weit er zu gehen hat, und es dürfte im Allgemeinen der Grundsatz anzunehmen sein, daß die Entwässerung als genügend erscheint, wenn die Gewächse, welche man an dem betreffenden Ort zu haben wünscht, gedeihen. Hiernach wird sie stärker für Ackerfeld als für Wiesen, Weiden und Waldungen sein, und im äußersten Falle wird man sich — abgesehen von der Absicht der Wiedervertorfung — begnügen, die Fläche so weit entwässert zu haben, daß die eigentlichen Torfpflanzen nicht mehr vorherrschend sind.

Handelt es sich um solche Flächen, wo es leicht ist, eine Entwässerung, die sich als nicht wirksam genug zeigt, verstärken zu können, so lasse man diese Verstärkung nach und nach eintreten, weil man dadurch das Richtige mit den wenigsten Kosten trifft.

Bei Waldungen ist das besonders nothwendig, weil der Boden nach jeder Entwässerung sich setzt, und die Bäume, deren Wurzeln bloßgelegt, nicht nur leicht vom Winde geworfen, sondern oft krank werden und in den nächsten Jahren in großer Zahl eingehen. Wo der Boden oder die Lage verschieden ist, kann eine Entwässerung oft ganz eigenthümliche Folgen haben. So z. B. können in einem Walde auf den tiefern Orten Erlen und Weiden, auf den mittlern Eschen, Ulmen, Eichen, auf den höhern dieselben Holzarten, aber nicht in so gutem Buchse vorkommen. Entwässert man diesen Wald, so werden die Erlen zc. im tiefern Theil zurückgehen, den Eschen zc. ihren Platz überlassend, dagegen werden in den höchsten Orten diese verschwinden und kaum noch Kiefern gedeihen. Hiefür werden ähnliche Belege in jeder Gegend zu finden sein, wo die Lage, wenn auch im Allgemeinen eben, dies doch nicht im strengsten Sinne des Wortes ist.

Wenn es irgend angeht, entwässere man jede Waldfläche zu der Zeit, so lange der darauf befindliche Holzbestand noch jung ist, oder bevor ein solcher erzogen, beziehungsweise angebaut wird.

Nicht immer ist man aber in der günstigen Lage, die Entwässerung nach Belieben regeln zu können, oft muß, besonders wenn Schleußen u. s. w. zu erbauen sind, die Tiefe von Anfang festgestellt werden. Hier ist, wenn thunlich, vorerst eine kleine Fläche so weit als möglich abzutrocknen, um daran den Erfolg zu studiren, während eine andere in diejenige Lage versetzt wird, welche man für die unter den vorhandenen Umständen zweck-

mäßigste hält. Ein oder zwei Jahre werden hierüber genügend belehren und eine solche Zeit verfließt bei größern Unternehmungen in weitaus den meisten Fällen zwischen Plan und Ausführung. Oft wird auch ein solcher Versuch nicht nöthig sein, weil man in der Umgebung sich nur umzusehen braucht, um Studien zu machen.

§. 183.

In sehr vielen Fällen werden Trockenlegungen, besonders in Gebirgsgegenden, oder wo sonst über das Vorhandensein des Gefälls kein Zweifel obwaltet, durch einfache Herstellung von Gräben zu bewirken sein, wie z. B. bei versumpften Quellsesseln oder Möschen, Quellenabflüssen, bei Wasserlachen u. s. w., und es ist dies oft selbst ohne Nivellement auszuführen, da das Wasser, sobald man es einmal zum Abfließen gebracht hat, den Weg selbst zeigt. Hierüber werden wir kein weiteres Wort verlieren.

Anders ist es jedoch bei größern Flächen. Hier ist es vor allem nöthig, durch ein Nivellement zwischen dem höchsten Punkte des Wassereinflusses, dem tiefsten Theil des Sumpfes und dem Ort, wohin das Wasser geleitet werden soll, das Gefäll zu erforschen, denn so lange man dieses nicht genau kennt, haben alle Projekte keine feste Grundlage. Ist dies geschehen, so ist die versumpfte Fläche, wenn sie nicht schon vermessen sein sollte, thunlichst genau ihrem Inhalt nach aufzunehmen, und meistens wird es wünschenswerth sein, hierüber einen Plan zu zeichnen, in welchem alles sonst Wichtige dargestellt wird.

Wenn stehende Wasser vorhanden sind, oder fließende längs des Sumpfes, oder durch denselben laufen, ist zunächst die Höhe ihres Wasserspiegels, sowie ihre Tiefe zu ermitteln und es ist anzugeben, wie hoch solche über dem tiefsten Punkt des erwählten Ausflußortes, der als gemeinschaftlicher Horizont gilt, liegen.

Zeigte sich dabei, daß letzterer höher läge, als einzelne der gemessenen Punkte, so ergäbe sich hieraus, daß diese Theile des Sumpfes nicht durch bloße Gräben zu entwässern sind.

Ist der Sumpf häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt, so fragt es sich zunächst, ob solche erwünscht sind, oder abgehalten werden, und welcher Art die deßfalligen Arbeiten sein müssen.

Jedenfalls ist Rücksicht darauf zu nehmen, ob die Flüsse, welche die Versumpfung bewirkt, oder das abzuleitende Wasser aufzunehmen haben, im normalen Zustande sind oder nicht, in welcher Weise sie in solchen gebracht werden können, wann und auf wessen Kosten dieses geschehen wird.

Von selbst versteht es sich, daß der Boden ganz besonders genau untersucht wird, nach der Beschaffenheit, den Bestandtheilen und der Mächtigkeit der eigentlichen Krume sowohl, als des Untergrundes, namentlich, ob nicht

unter dem undurchlassenden, kiefige oder zerklüftete Schichten vorkommen u. dgl. Bei Mooren ist besonders die Tiefe des gewinnbaren Torfes genau zu ermitteln, da die landwirthschaftliche Benutzung oft davon abhängt, ob man die Fläche ganz abbauen kann oder nicht. Je lockerer der Boden ist, um so mehr muß man sich auf eine Verdichtung desselben, also auf ein Senken nach der Entwässerung, gefaßt machen, was bis zu $\frac{1}{3}$ und oft mehr der Mächtigkeit betragen kann. Im übrigen ist der Zustand des Bodens außerdem zu würdigen, insofern er bloß naß, oder versauert, oder versumpft, und von selbst versteht es sich, daß man darüber im Reinen ist, auf welche Weise man ihn nach der Trockenlegung zu benutzen gedenkt. Auch die klimatischen Verhältnisse sind maßgebend. Insbesondere kommt es hierbei auf die atmosphärischen Niederschläge an, weil von ihnen nicht nur die Trockenlegung, sondern auch die Trockenerhaltung abhängig ist.

Außerdem wird jeder einzelne Fall noch besondere Erwägungen erfordern, deren Aufzählung unmöglich erschöpfend geschehen könnte.

Je nach den gegebenen Verhältnissen kann ein Sumpf trocken werden durch Senkung des Wasserspiegels oder durch Erhöhung des Geländes.

§. 184.

I. Die Senkung des Wasserspiegels wird in der Mehrzahl der Fälle am einfachsten und sichersten zum Ziele führen, wenn man für das abzuleitende Wasser das nöthige Gefäll herausbringen, oder das die Versumpfung bewirkende Wasser von der Fläche abhalten kann. Weniger sicher, und darum seltener anwendbar, ist das Durchbrechen des undurchlassenden Untergrundes bis auf durchlassende Schichten, noch seltener kommt es vor, daß seitliche Ableitung durch Stollen angewendet wird. Das Ausschöpfen oder Pumpen mit Hilfe von Windmühlen oder Dampfmaschinen liegt außer unserm Bereiche.

§. 185.

Die Senkung des Wasserspiegels durch Entwässerungs- oder Ableitungsgräben mit dem nöthigen Gefäll ist dann leicht zu bewirken, wenn der Wasserspiegel des Ortes, wo die Gräben münden sollen, entsprechend tiefer liegt.

Ist dies nicht der Fall, so kann er bei Flüssen durch die bereits besprochenen Regulirungsarbeiten in den meisten Fällen etwas gesenkt werden, worüber die nöthigen Untersuchungen anzustellen sind. Bei stehenden Gewässern können Durchbrechungen der Sohle und Ableitung durch Stollen gleiche Wirkung erzeugen.

Was zunächst die Entwässerungsgräben betrifft, sollen sie durch die tiefsten Stellen des Sumpfes, und wenn thunlich, nach der Linie des größten Gefälles geführt, weil dadurch die höhern Punkte mitentwässert werden. Wird der Sumpf durch aus verschiedenen Richtungen kommende Zuflüsse gebildet, so werden nach diesen hin ebenfalls Gräben gezogen.

§. 186.

Bei Anlage der Gräben wird stets vom tiefsten Punkte aufwärts gearbeitet. Man sucht immer zuerst einen Theil der Sohle herzustellen und von da an mittelst eines vorwärts ausgehobenen Gräbchens das Wasser abzuleiten. Bei stärkerem Wasserandrang wird solches in genügender Entfernung oberhalb der Arbeitsorte gestaut und wenn die Arbeit ruht, wie z. B. Nachts, möglichst viel davon losgelassen. Kann man es seitlich ableiten, so ist dies um so besser. Damit die Arbeit richtig werde, ist es nöthig, das erwähnte Leitgräbchen stets genau abzuwägen, was mit dem Nivellirinstrument auf weitere Entfernungen, und dazwischen mit Visirkreuzen, die niemals fehlen dürfen, geschieht. Der Aushub, in sofern er nicht zu Dämmen nöthig ist, wird zur Auffüllung von Vertiefungen benützt, oder zu beiden Seiten verworfen, d. h. weit und flach ausgebreitet.

§. 187.

Das Gefäll der Gräben soll möglichst gleichförmig sein, weil dadurch — die gerade Richtung vorausgesetzt — die größte Geschwindigkeit erzielt wird. Wäre ein gleichförmiges Gefäll nicht herbeizuführen, so soll der Wechsel nicht durch plötzliche Uebergänge geschehen, sondern thunlichst ausgeglichen erfolgen, weil sonst leicht Ablagerungen, beziehungsweise Verstopfungen, entstehen können.

Wenn das Gefäll zu stark wäre, wodurch die Sohle und die Wände der Gräben zerrissen würden, ist es entweder durch Verlängerung, die durch Krümmungen, oder durch eine gebrochene Linie, deren Scheitel durch Krümmungen verbunden sind (gemischte Linie), Figur 100, erzielt wird, oder durch von Strecke zu Strecke angebrachte senkrechte Abstufungen oder Wehre zu ermäßigen. Ueber die Größe des Gefälles lassen sich allgemeine Bestimmungen nicht wohl geben, denn sie hängt von zu vielerlei Umständen ab. Obwohl das Wasser selbst in horizontalen Gräben zum Abfluß kommt, wenn diese an einem Endpunkte ein Gefäll erhalten, wird unter solchen Umständen der Abzug ein so langsamer werden, daß die Wirkung eine wenig bedeutende wäre, dazu kommt noch, daß solche Gräben durch Schlammniederschläge und den üppigen Wuchs der Wasserpflanzen entweder bald verstopft, oder durch die öftere Reinigung sehr kostspielig werden. Je breiter und tiefer und je gerader die Gräben, je glatter ihre Sohle und Wände, um

so geringeres Gefäll genügt, doch geht man nicht gerne unter 0,1 bis 0,2 und nicht über 0,5 bis 0,6 Prozent. Bei sehr engen Gräben und in denselben vorkommenden Hindernissen dürfte ein Gefäll von 1 Prozent ausnahmsweise auf kurzen Strecken statthaft sein, wenn kein Angriff der Wände zu besorgen ist, im Gebirge muß man sich oft noch zu höhern Gefällen entschließen, dann aber ist es besser, den Kanal abzustufen.

Besondere Vorsicht ist da nöthig, wo Trockenlegungen auf Hochebenen oder an vermoorten Hängen stattfinden, die von mehr oder weniger stark geneigten Halden begrenzt sind. Da ist es oft auf den Höhen schwierig, überhaupt ein Gefäll — oder wenigstens ein entsprechendes — herauszufinden und die Richtung nach den Halden hin, gewöhnlich die natürliche und entsprechendste, allein das Gefäll an solchen kann dann oft so bedeutend werden, daß das Wasser, besonders wenn es durch starken Regen und Schneeabgang vermehrt wird, die größten Beschädigungen anrichten könnte. Jedenfalls wäre auf die Dauer das Ausflößen des Bodens und die Bildung von Erdrissen nur durch Abpflasterung der Sohle und Einwandungen mit Steinen, oder durch Verwahrung mit Holz zu verhüten, letztere aber mögen wir nicht empfehlen.

Bei nicht bedeutender Höhe kann erstere anwendbar, die Rinne muß aber genügend breit sein, und wird am zweckmäßigsten ganz nach der Boden- neigung in gerader Linie abwärts geführt. Bei größern Längen ist es rathsam, Unterbrechungen eintreten, also das Wasser jeweils senkrecht in ausgepflasterte Kessel fallen zu lassen, aus welchen ein ruhiger Abfluß stattfinden kann. An Felswänden sucht man es oben an einen Ort zu leiten, von wo aus es in einem oder mehreren Wasserfällen, ohne Schaden anrichten zu können, ins Thal gelangt.

Wäre dies nicht ausführbar, so bleibt nichts übrig, als es in angemessenem, jedenfalls nicht zu starkem Gefäll, längs der Halde hin bis in den nächsten Bach oder ein sonstiges Gewässer, durch einen gut verwahrten Kanal, der überall, wo Angriffe zu besorgen sind, eingewandert werden muß, abzuleiten. Dabei kann es durch unterwegs, auf der bergab liegenden Seite, angebrachte Schleußen möglich werden, an schicklichen Orten, z. B. in Mulden, jeweils einen Theil des Wassers austreten zu lassen, damit nicht zu viel auf einmal in den zum gewöhnlichen Abzug dienenden Bach u. s. w. kommt, und diese können zugleich mit Sandsängen (§. 333) versehen werden, damit kein Zuschwenmen des Kanals erfolgt.

§. 188.

Die Breite und Tiefe der Entwässerungsgräben richtet sich nach der größten Wassermenge, der Zeit ihres Verweilens auf der Fläche, bevor es in die Gräben gelangt, und nach dem Gefäll. Die berühmtesten Wasser-

bautechniker haben hierüber Formeln aufgestellt, deren Werth zu beurtheilen uns nicht zusteht, deren Ergebnisse aber so bedeutend von einander abweichen, daß wir weder die eine, noch die andere zu empfehlen vermögen.

Schon die Ausmittlung der Wassermenge stößt auf so viele Schwierigkeiten, und muß auf so unsichere Annahmen gegründet werden, daß wir mehr Vertrauen darauf haben, die Maße der Gräben auf dem Wege der Erfahrung auszumitteln. Die Hauptsache ist, ihre Sohle auf eine solche Tiefe zu legen, daß der Wasserspiegel des Kanals in der Höhe liegt, bis zu welcher man entwässern will.

Handelte es sich z. B. um eine Wiese, so würde es genügen, wenn der Wasserspiegel des Kanals 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß (0,3 bis 0,45 Meter) tiefer als die Fläche liegt, sobald das Wasser im Abfließen ist. Würde es sich höher stellen und wäre man im Stande, durch Vertiefung der Sohle das Gefäll zu vermehren, dadurch den Abzug zu beschleunigen und damit den Wasserspiegel des Kanals zu senken, so ist dies das einfachste Mittel. Kann das Gefäll nicht vermehrt, so muß der Kanal breiter gemacht werden. Bei Ackerfeld ist eine Vertiefung des Wasserspiegels von 2 bis 4 Fuß (0,6 bis 1,2 Meter) hinreichend, also hienach zu verfahren. Diese Zahlen gelten für die Zeit des gewöhnlichen höhern Wasserstandes — nicht für Hochwasser.

Einen gewissen Anhalt findet man dann, wenn der Sumpf einen Ausfluß hat und wenn man die Wassermasse desselben per Sekunde berechnet. Man wird dann durch Regulirung des Gefälles, und wenn nöthig Erweiterung des Abflusses, nach und nach das Richtige treffen. Auch da, wo ein Bach u. s. w. einen Sumpf bildet, gibt dessen Eintritt in denselben einen Maßstab, vorausgesetzt, daß nicht auch noch Quellen im Sumpfe selbst entspringen und die Wassermasse vermehren.

Quellenabflüsse können in der Regel durch Gräben von 1 bis 3 Fuß (0,3 bis 0,9 Meter) Sohlenbreite geregelt, und damit kann die durch ihre Verstopfung gebildete Versumpfung gehoben werden. Gräben von 5 bis 10 Fuß (1,5 bis 3 Meter) Sohlenbreite genügen für Sümpfe von 50 bis 100 Morgen, mit solchen von 20 Fuß (6 Meter) kann man Flächen entwässern, deren Trockenlegung wohl selten Aufgabe des Land- und Forstwirthes sein wird.

Ueber die Neigung der Böschungen entscheidet der Boden, und wir verweisen hinsichtlich derselben, ihrer Verwahrung u. s. w. auf das im Wegbau S. 39 u. f. hierüber Gesagte.

Sollte ein Abzugsgraben zuweilen nicht zureichen, um Hochwasser aufnehmen und abführen zu können, so kann derselbe durch Vorland und Dämme ein Hochwasserbett erhalten (Figur 101), oder hiefür ein sogen. Rothkanal in- oder außerhalb des Sumpfes angelegt werden. Es ist dies jedenfalls besser, als wenn man die Sohle zu breit macht, weil in

diesem Fall in trockenen Zeiten zu wenig Wasser in dem Graben ist und dieser dann alle Nachtheile eines zu breiten Flußbettes zeigt.

§. 189.

Oft genügt für die Trockenlegung einer Fläche ein Graben, oft sind mehrere nöthig, in welchem Falle man sie möglichst parallel legt. Vielfach ist aber ein förmliches Netz von Gräben erforderlich und derjenige, in welchem alle übrigen einmünden, heißt dann Hauptgraben. Es können mehrere Hauptgräben in einem Sumpfe vorkommen, aber sie verdienen nur dann diese Bezeichnung, wenn sie für sich bestehen, also eigene Mündungen in einen Fluß oder größern Kanal u. s. w. haben.

§. 190.

In die Hauptgräben münden die Seitengräben. Diese werden in der Regel kleinere Dimensionen wie die Hauptgräben und dasselbe Gefälle erhalten, da ein größeres leicht zur Verschüttung des erstern führen könnte. Wenn nöthig, werden auch hier Gefällausgleichungen vorgenommen. Die Bestimmung der Seitengräben ist die Aufnahme des Wassers, welches in Folge der Durchsickerung entweder zu langsam oder gar nicht in den Hauptgraben gelangen könnte. Sie werden im Gebirge dem Gefälle angepaßt, sonst aber mehr oder minder rechtwinklich auf den Hauptgraben gezogen, sollen jedoch in diesen spitzwinklich einmünden. Wo einzelne tiefere Stellen sich zeigen, werden nach diesen, besonders wenn sie Quellen enthalten, eigene Seitengräben gezogen. In Mooren ist es nicht selten, daß der Abfluß einzelner Quellen, durch die Sommer und Winter dauernde üppige Vegetation von Kresse und andern Wasserpflanzen gehemmt, sich immer mehr erhöht, wodurch zuletzt, nachdem einzelne halbkugelförmige Hügelchen oder „Möschchen“, wie man sie in Süddeutschland nennt, immer mehr sich ausgedehnt haben, kleine Hügel gebildet werden. Die Durchstechung dieser Hügel hilft allerdings am gründlichsten, aber in den meisten Fällen setzen sie sich, sobald es gelingt, die Hauptwasserader zu durchschneiden und in einen Graben zu leiten. Auch die Quellentessel in den Sümpfen der Ebene müssen ähnlich abgeleitet werden.

Je nach der größern oder geringern Neigung des Sumpfes müssen die Seitengräben mehr oder weniger auseinander liegen, ihre Entfernung wird deßhalb für jeden einzelnen Fall auszumitteln sein und kann zwischen 50 bis 300 Ruthen (150 bis 900 Meter) betragen. Wenn sie zur Zeit der Hochwasser nicht zur Ueberschwemmung der Fläche Anlaß geben sollen, müssen sie durch Schleusen, welche im Damme des Hauptkanals angebracht sind, abgeschlossen werden können, oder sie werden so weit rückwärts als die Hochwasserlinie geht, auf die Höhe derselben eingedämmt.

§. 191.

In diese Seitengräben münden nun abermals kleinere, oder sogen. Schlitgräben, die auf den Seitengräben senkrecht stehen, also beiläufig parallel mit dem Hauptgraben ziehen. Selten erhalten sie mehr als 1 bis 2 Fuß (0,3 bis 0,6 Meter) Sohlenbreite, dafür gibt man ihnen mehr Gefäll und rückt sie näher zusammen.

Je mehr dies geschieht, desto wirksamer sind sie, allein desto mehr Fläche nehmen sie ein und desto mehr kosten sie. Mehr und engere Schlitgräben wirken übrigens, wenn sie rein erhalten werden, besser als weniger und weitere. Ihre Entfernung schwankt zwischen 5 bis 15 Ruthen (15 bis 45 Meter). Auf Feldern und Wiesen, die eine geneigte Lage und feuchte Stellen haben, werden Schlitgräben auch wohl mit dem Pfluge gezogen und sind unter dem Namen Wasserfurchen bekannt.

§. 192.

Die Abhaltung des die Versumpfung bewirkenden Wassers kann auf zweifache Weise geschehen, je nach den örtlichen Verhältnissen wird die eine oder die andere anwendbar sein.

1. Es kann der Grund der Versumpfung darin liegen, daß von höhern Gelände kommende Wasser an irgend einem Orte, wo die undurchlassende Schicht zu Tage geht, entweder in Quellen, oder sichernd an der Oberfläche und zunächst unter dieser erscheinen, und bei vorhandenen geringen Neigungen oder Hindernissen stagnirend werden. Vorzugsweise kommt dies im Gebirge und längs der Hochgestade größerer Flüsse vor, und sehr häufig entstehen an solchen Orten Moore; an den Hochgestaden besonders dann, wenn alte Flußarme bis dahin reichen, die längst nicht mehr mit dem Hauptfluß in Verbindung stehen.

Wenn man zwischen Berg und Sumpf Gräben zieht, welche wo möglich so tief in den undurchlassenden Untergrund eingreifen, daß in diesem Theil des Grabens die einfallenden Wasser Platz finden und abziehen können, so kann durch diese Umfassungsgräben der Grund der Versumpfung aufgehoben werden. In der Regel aber werden an den übrigen tiefern Theilen des Sumpfes noch besondere Ableitungs-, Seiten- und Schlitgräben die vollständige Trockenlegung bewirken. Fig. 102 stellt den Durchschnitt eines Sumpfes mit zwei Umfassungsgräben und einem Hauptgraben dar, Fig. 103 zeigt den Grundriß eines solchen nebst den, den ursprünglichen Bach- und Quellenrichtungen, welche durch punktirte Linien bezeichnet sind, folgenden Entwässerungsgräben.

§. 193.

2. Der Sumpf kann dadurch entstanden sein, daß Ueberschwemmungen von benachbarten Gewässern in undurchlassende Vertiefungen ein-

bringen, aus welchen sie keinen Abfluß finden. In diesem Falle schützen Dämme, welche die Ueberschwemmungen abhalten. Wenn es sich um die, bei Hochwassern unter den Dämmen, wo solche über Kies- u. Schichten gelegt sind, durchdringenden Quellwasser handelt, so können oft gegen deren Eindringen in undurchlassende Mulden ebenfalls Dämme schützen, es ist sogar nicht selten der Fall, daß in jenen Mulden durchlassende Stellen erscheinen, welche Wasser enthalten — Quellenkessel — das mit dem des Flusses steigt und fällt, so daß es oft nöthig wird, auch diese letztern einzudämmen. Selten wird es gelingen, die Dammsohle so zu vertiefen, daß die durchlassenden Schichten durchbrochen werden und man abermals auf eine undurchlassende stößt, über welcher man den Damm auffüllen kann. Von selbst versteht es sich, daß, wenn auch das Wasser abgehalten werden kann, doch Abzugsgräben zur Trockenlegung des Sumpfes nöthig fallen. Auch bei jenem Quellwasser werden sie von Nutzen sein, da es oft lange dauert, bis es zurückzuführen kann und unter allen Umständen den Feldern u. s. w. nachtheilig wird. Kann man es hinter den Dämmen, ohne deren Fuß zu schwächen, überhaupt allenthalben wo es vorkommt, in Gräben sammeln und in rückwärtige Abzugskanäle leiten, so wird man allerdings bald davon befreit, allein die unterhalb liegenden Grundbesitzer werden dadurch benachtheiligt und daher Widerspruch einlegen. Deshalb bringt man Schleußen in den Dämmen an, welche während des Hochwassers geschlossen, aber sofort geöffnet werden, wenn der Fluß ins Fallen kommt und das Quellwasser hinter den Dämmen höher steht als der Fluß selbst.

Hierher kann auch der Fall gerechnet werden, wo ein Bach nach und nach durch Geschiebe, Schlamm u. s. w. seine Ufer an den meisten Orten erhöht, also gewissermaßen natürliche Dämme gebildet hat, während an einzelnen Stellen das Wasser hinter dieselben bei hohen Wasserständen eindringen und nur langsam, theilweise gar nicht mehr zurückkonnte, so daß das Gelände an beiden Ufern versumpfen mußte. Hier kann man entweder auf den erhöhten Ufern und den tiefern Stellen Dämme errichten, und das Gelände auf jeder Seite für sich durch ein Grabensystem abtrocknen, oder man ebnet die erhöhten Stellen aus und richtet den Bach zum Entwässerungsgraben her.

In diesem Fall ist aber darauf zu sehen, daß die Ufer stets mit der Umgebung in einerlei Höhe liegen, und jeder, selbst der, der Reinigung wegen erfolgte Aushub gleichförmig zu beiden Seiten vertheilt wird. Auf diese Weise wird — und dies gilt überhaupt bei allen Gräben — zunächst der Ufer oder Grabenränder die Fläche nach und nach erhöht, wodurch man, besonders im Anfang der Arbeiten, den Vortheil erreicht, längs der Gräben einen zum Begehen, oft selbst zum Befahren geeigneten Boden zu erhalten, auf dem jedenfalls auch bessere Gewächse sich zeigen werden.

§. 194.

Obwohl die Trockenlegung durch Gräben im Allgemeinen die sicherste Methode ist, hat sie jedoch mancherlei Nachtheile, da viel Fläche durch sie unbenutzbar wird, die Gräben mancherlei Beschädigungen erleiden, also Ausbesserungen erfordern, bei der Benutzung der Grundstücke vielfach hinderlich werden u. s. w.

Deßhalb hat man, weniger im eigentlichen Sumpf, sondern hauptsächlich bei landwirthschaftlich benutzten Grundstücken mit sogenanntem nassen Boden, schon seit langer Zeit das überschüssige Wasser durch verdeckte Leitungen wegzuschaffen versucht, bei welchen, abgesehen von den auch hier nothwendigen Ausbesserungen doch die übrigen Nachtheile der Gräben meistens wegfallen.

Alle derartige Leitungen setzen die Anlage eines sie aufnehmenden Grabensystems voraus, und können wir deßhalb im Allgemeinen auf das bereits hierüber Gesagte verweisen.

Der Grundgedanke solcher Leitungen ist: die im Boden befindliche Masse dadurch wegzuschaffen, daß unter der Oberfläche hohle Räume mit einem Gefäll hergerichtet werden, so daß in diesen das Wasser sich sammeln und abfließen kann.

§. 195.

In vielen Gegenden findet man hiezu Dohlen von sehr verschiedenen Maßen aus trockenem Mauerwerk oft lange Strecken unter der Oberfläche angelegt, besonders in quelligem Boden. Ihre Fertigung ist im Wegbau beschrieben (s. §. 66). Bei dem frühern Holzüberfluß wurden auch Dohlen von ausgehöhlten, oder ganzen Stämmen, oder starken Bohlen hergestellt.

Wo Steine zur Verfügung stehen, können solche in die Gräben, je nach deren Tiefe, 1 bis 3 Fuß (0,3 bis 0,9 Meter) hoch eingeworfen und mit Platten oder breitem Steinen, die man ausliest, bedeckt werden, damit der über dieselben kommende Boden weniger durchrieseln kann. Solche „Sickerdohlen“ erfüllen oft für viele Jahre ihren Zweck, besonders in einem Boden, welcher das Wasser nicht zu leicht durchläßt, so daß es nur unbedeutend Schlammtheile enthält. Anstatt der Steinauffüllung bildet man wohl auch Kanäle von Backsteinen, mit oder ohne Sohle von Platten, Ziegeln z., oder man legt eine solche und stülpt Hohlziegel, oder weitere halbkreisförmige Rinnen so darüber, daß sie ein Gewölbe bilden, aber solche Kanäle verstopfen sich bald und ihre Anlage ist noch umständlicher als eine Drainirung mit Röhren.

Wo keine Steine zu haben sind, füllt man die Gräben mit recht sperrigem Reife, z. B. von ältern Kiefern, Eichen, Wachholder, Dornen u. s. w.

aus und bringt hierüber eine genügende Erdschichte. Allein diese Reiflagen werden bald zugeflößt und verfaulen, so daß man höchstens auf 10-jährige Dauer rechnen kann.

In Torfmooren kann man mit besonders dazu hergerichteten Spaten hohlziegelähnliche Stücke ausstechen, die getrocknet und übereinandergelegt röhrenförmige Leitungen bilden.

In wie weit sich dies bewährt hat, wissen wir nicht anzugeben, jedenfalls dürfte der Erfolg sehr viel von der mehr oder mindern Zusammenhangsfähigkeit des Torfes und dem Druck, welchen die Röhren auszuhalten haben, abhängen, auch das Zuwachsen derselben häufig stattfinden.

Wir unterlassen eine weitere Darstellung der Sickerdohlen und Gräben, einmal weil ihre Anlage eine so einfache ist, daß jeder verständige Mann unter gegebenen Verhältnissen damit zurecht kommen kann, dann aber auch deswegen, weil in neuerer Zeit die Röhrenleitungen die meisten der früher üblichen verdrängt haben.

§. 196.

Die Anlage der Leitungen aus Röhren von gebranntem Thon, für die man jetzt den Ausdruck *Drainirung* ziemlich ausschließlich gebraucht, ist vorzugsweise in England zur Anwendung gekommen und von da aus in alle Gegenden, wo die Bodenkultur im Aufschwung begriffen ist, verbreitet worden.

Wie bei jeder neuen Erfindung konnte es auch hier nicht fehlen, daß häufig der Erfolg keineswegs den Erwartungen entsprochen hat, woran zum Theil die Beschaffenheit des Bodens und vorhandene Hindernisse, weit mehr aber Unkenntniß, schlechtes Material und fahrlässige Behandlung die Schuld trugen.

Eine allen Anforderungen entsprechende Drainirung ist keineswegs so leicht herzustellen, wie man gewöhnlich annimmt, oder so oft von etwas überschwenglichen Leuten versichern hört, und so neu die Sache noch ist, hat sie doch schon bedeutendes Lehrgeld gekostet.

Die Vortheile der Drainirung sind vorzugsweise bei nassem und hierdurch kaltem Boden zu finden. Ein solcher wird der Wärme zugänglicher, die Vegetation beginnt früher und endet später, die Wurzeln können tiefer eindringen, ein Aufrieren oder Auswintern der Gewächse ist daher weniger möglich, die düngenden Stoffe werden weniger ausgelaugt und verbleiben überhaupt mehr in der eigentlichen Ackerkrumme, manche im Wasser, besonders wenn es reich an Kohlensäure ist, leicht lösliche, den Pflanzen aber nachtheilige Stoffe werden in trockenem Boden nur in geringer Menge aufgelöst oder gehen andere, unschädliche Verbindungen ein. Der Boden, der

vorher hier trocken, dort naß, da mehr, dort weniger fruchtbar war, wird im Ganzen gleichartiger, Bearbeitung, Saat, Erndte sind auf der ganzen Fläche gleichzeitiger und gleichartiger, dieselbe wird für mannigfachere Gewächse tauglicher, und wird neben leichterem, daher wohlfeilerem und nicht mehr an besonders trockene Witterung gebundener Bearbeitung, werthvollere Erzeugnisse, also auch höhere Erträge liefern.

Das Vorhandensein eines Gefälles ist die erste Bedingung; wenn solches vorkommt, wird die Drainirung da von Vortheil sein, wo nachtheilige Wirkungen der Nässe am Boden sich erkennen lassen und besonders, wo solche durch das, über undurchlassenden Schichten befindliche, oder sogen. Grundwasser entstehen.

§. 197.

Die Richtung der einzelnen Leitungen oder Stränge wird durch die des größten Gefälles bestimmt, und soll nicht nach Art der Umfassung- oder Fanggräben längs eines Abhanges stattfinden, weil sonst das Wasser auf der einen Seite jeder Röhre durch die Stoffuge eindringen, auf der andern aber heraustreten und nur ein kleiner Theil desselben zum wirklichen Abfluß gelangen würde.

Noch geringer würde die Wirkung sein, wenn unterhalb des Drains eine durchlassende Schicht vorhanden wäre, in welcher Grundwasser sich bewegt. Wird eine solche Schicht vom Drain ganz oder nahezu durchschnitten, so wirkt dieser zwar auf den obern Theil des Hanges, nicht aber auf den unterhalb liegenden, und wenn die durchlassende Schicht hie und da, wie in Figur **104**, aufwärts reicht, so wird hier das Wasser ebensoweit heraufgedrückt und kann unter Umständen oft sehr nahe unterhalb dem Drainstrang zu Tage kommen.

Indessen hat die Erfahrung gezeigt, daß wo das Grundwasser mehr in und über breiten Schichten, als in einzelnen Rinnsalen abzieht, auch die Richtung längs des Abhanges zweckmäßig ist, insofern die Leitung tief genug und besonders bis auf den undurchlassenden Untergrund gelegt werden kann. Ebenso da, wo man an einem Abhang mehrere parallele Stränge in gewisser Entfernung legen will, und wo die untern das Wasser abführen, was nicht im obern abgeht. Da es in einem hohlen Raum eher abzieht, als unterhalb desselben versickert, ist der Erfolg der obersten Röhren immerhin nicht ganz unbedeutend.

Wenn man der Richtung des stärksten Gefälles folgt, wird außerdem der Vortheil erreicht, daß die Röhren weniger dem Verstopfen ausgesetzt sind, weil eindringender Sand, Schlamm und andere Gegenstände eher fortgeschwemmt werden, als bei geringem Gefälle.

§. 198.

Die Tiefe der Drainirung ist für jeden einzelnen Fall zu bemessen. Sie muß insbesondere nach der Kulturart, nach der Bodenbeschaffenheit und nach der Wassermenge sich richten. Bei Ackerland wird man nicht weniger als 4 bis 5 Fuß (1,2 bis 1,5 Meter) gehen, während bei Wiesen, besonders wenn sie nicht eigentlich versauert sind, eine geringere Tiefe genügt, ja nothwendig ist, weil sie sonst leicht zu trocken und im Ertrag zurückkommen würden. Indessen ist unter solchen Umständen die Ueberlegung wohl am Plage: ob es nicht rätthlicher sei, solche Wiesen ganz abzutrocknen und in Ackerfeld umzuwandeln, weil flache Drains durch die Wurzeln gar zu leicht verstopft werden.

Um über die nöthige Tiefe ins Reine zu kommen, untersuche man die nassen Orte genau und besonders die höhern Stellen derselben, damit, wenn die Nässe von Quellen herrührt, welche nahe an der Oberfläche liegen, diese gefaßt werden können, oder wenn sie Folge des in einer durchlassenden Schicht sich fortbewegenden Grundwassers ist, dasselbe aufzuschließen. Zu solchen Untersuchungen eignet sich die Zeit am besten, wo der Boden nicht zu sehr ausgetrocknet ist, weil man sonst kein Wasser findet; er darf aber auch nicht zu naß sein, weil man sonst allenthalben auf Wasser stößt und sich leicht irren kann.

Bei geneigter Lage, und wenn die Nässe von einer schmalen Stelle ausgeht, wird es oft zweckmäßig sein, einen Umfassungsgraben von 4 bis 5 Fuß (1,2 bis 1,5 Meter) Tiefe auszuheben, wodurch man über den Ort des Einflusses Gewißheit erhält. Sobald man diesen kennt, kann eine Ableitung geschehen, und der Graben, falls man ihn nicht naß findet und daher ebenfalls mit Röhren belegen will, wieder zugeworfen werden.

Nimmt aber der Einfluß eine größere Breite ein, und würde deshalb ein Graben zu viele Mühe machen, so gräbt man alle 10 bis 20 Fuß (3 bis 6 Meter) Löcher auf, um hienach auf den Boden schließen zu können. Sollte man bei der gewöhnlichen Tiefe derselben noch nicht auf das Grundwasser oder auf die dasselbe führende Schicht treffen, so können auf der Sohle noch Bohrlöcher zu genauerm Aufschluß führen, die man mit einem gewöhnlichen Erd- oder auch Teichelbohrer bis auf 7 oder 8 Fuß Tiefe ausführt. Aus der Beschaffenheit des heraufgebrachten Bodens wird man bei einiger Uebung und Lokalkenntniß bald bemessen können, ob man die richtige Schicht getroffen hat, und man kann besonders dies daran erkennen, wenn der Bohrer leicht eindringt und im Loch selbst sprudelnde Quellen sich zeigen, während bloße Wasseransammlungen in demselben noch nicht zuverlässig sind. Hat man zwei oder mehrere Löcher, welche diese Erscheinungen zeigen, aufgeschlossen, so wird man durch Oeffnung eines Grabens zwischen denselben sich noch mehr Gewißheit verschaffen können. Tiefer als 8 bis 10 Fuß (2,4 bis 3 Meter) braucht man auf keinen Fall zu gehen, da ohnehin die Drainirung nur aus-

nahmsweise bis dahin reichen wird, obwohl sie um so wirksamer, je tiefer sie geführt wird.

§. 199.

Die Entfernung der Stränge von einander ist gleichfalls verschieden und beträgt zwischen 10 bis 40 Fuß (3 bis 12 Meter). Je schwerer der Boden das Wasser durchläßt, um so näher werden sie zusammengedrückt und umgekehrt. Einen Anhalt bezüglich der richtigen Entfernung findet man darin, daß man in der Mitte zwischen zwei Strängen, oder auf dem höchsten Punkt über einem solchen, Löcher aushebt und beobachtet, wie hoch sich in denselben das Wasser bei anhaltend nassem Wetter stellt.

Füllt ein solches Loch sich derart, daß zwischen seinem Wasserspiegel und der Oberfläche des Bodens ein Unterschied von 1 Fuß (0,3 Meter) bei Wiesen, und von 3 Fuß (0,9 Meter) bei Ackerfeld ist, so genügt die Drainirung, andernfalls ist sie zu verbessern, weil eine solche höher gehende Wasserschicht für die Dauer den Kulturpflanzen schädlich ist. Ausnahmsweise, in besonders durchlassendem Boden, bei tiefer Lage der Drainröhren, großem Gefälle, und wenn man das Grundwasser unmittelbar über einer undurchlassenden Schicht dabei getroffen hat, haben auch Entfernungen bis zu 60 Fuß (18 Meter) und selbst noch mehr, erspriessliche Dienste geleistet.

§. 200.

Die Röhren sollen aus nicht zu fettem und nicht zu magerm Thon gefertigt werden, dessen Masse möglichst gleichartig und frei von allen fremden Bestandtheilen ist, daher ist es zweckmäßig, wenn der Thon über Winter in niederen Haufen aufgesetzt und mehrmals umgearbeitet wird, damit er recht durchfrieren kann, wäre er sehr unrein, so muß er geschlämmt werden. Daß sie gut gebrannt werden müssen, versteht sich von selbst.

Bereits haben sich überall, wo das Bedürfniß sich zeigte, Ziegler und andere Geschäftsleute auf die Fabrikation der Drainröhren im Großen verlegt, und es ist dieselbe jetzt so sehr verbreitet, daß sie überall im Handel zu haben sind. Jedenfalls wird man am besten thun, sie von bekannten und zuverlässigen Fabrikanten zu beziehen, als sie bei gewöhnlichen Zieglern zu bestellen, oder gar sich selbst mit ihrer Anfertigung zu befassen, weshalb wir über letztere nichts weiter anführen wollen.

Wichtig, besonders bei nicht tiefliegenden Röhren, über welche Wege hinweggehen, oder öfter gefahren wird, ist die Stärke der Wände, worüber folgende, der Erfahrung entnommene Zahlenansätze maßgebend sind:

Bei einer Röhrenöffnung von		soll die Dicke der Wand betragen	
Zoll	Meter	Zoll	Meter
1	= 0,03	0,25	= 0,0075
1 1/2	= 0,05	0,30	= 0,0090

Zoll	Meter	Zoll	Meter
2	= 0,06	0,35	= 0,0105
3	= 0,09	0,47	= 0,0141
4	= 0,12	0,58	= 0,0174
5	= 0,15	0,67	= 0,0201
6	= 0,18	0,75	= 0,0225

Die Länge der Röhren beträgt 10 bis 15 Zoll (0,3 bis 0,45 Meter), gewöhnlich etwa 12 Zoll (0,36 Meter). Häufig sind sie durchs Trocknen mehr oder minder krumm gezogen, in diesem Fall müssen sie so gelegt werden, daß die Krümmung weder auf- noch abwärts, sondern seitwärts gerichtet ist. Aller bis jetzt angewendeter Sorgfalt ungeachtet, sind sie im Innern mehr oder weniger rauh, auch an den Enden kommen oft Hervorragungen vor, wodurch die Reibung vermehrt, also die Geschwindigkeit des darin laufenden Wassers vermindert wird. Hieraus folgt, daß weitere Röhren verhältnißmäßig das Wasser schneller ableiten, als enge, daher auch bei geringerm Gefäll mehr leisten. Wegen jenen Unregelmäßigkeiten ist die Geschwindigkeit überhaupt bedeutend geringer, so daß man, gut gearbeitete Röhren vorausgesetzt, bei 1zölligen nur $\frac{2}{3}$, bei 2zölligen $\frac{3}{4}$, bei 3zölligen $\frac{4}{5}$, bei 6zölligen $\frac{7}{8}$ der sonst stattfindenden Geschwindigkeit annehmen kann. Daß die kreisförmige Höhlung der Röhre schon deshalb die zweckmäßigste ist, weil dabei im Verhältniß zum Umfang das meiste Wasser abgeführt und jedes Hinderniß am leichtesten weggeschwenmt wird, bedarf keines Beweises, allein dazu kommt noch, daß solche Röhren auch am leichtesten zusammengepaßt werden können und am meisten Druck aushalten.

§. 201.

Hinsichtlich des Gefälles ist zu bemerken, daß wenn das Wasser stets den in die Röhren dringenden und solche leicht verstopfenden Sand, Schlamm zc. wegführen soll, bei den verschiedenen Weiten der Höhlung Folgendes als Kleinste anzusehen ist:

Durchmesser der Oeffnung.		Gefäll.
Zoll	Meter	Prozent
1	= 0,03	0,35
2	= 0,06	0,17
3	= 0,09	0,14
4	= 0,12	0,09
5	= 0,15	0,06
6	= 0,18	0,04

Wenn aber irgend möglich, wird man dieses Gefäll zu verstärken trachten, was um so eher geschehen darf, als ein hohes Gefäll durchaus keinen Nachtheil im Gefolge hat, sollte das Gefäll aber nicht jenes Kleinste erreichen, so

muß man es dadurch zu vergrößern suchen, daß man am untern Ende die Röhren tiefer legt.

§. 202.

Die Wassermenge, welche vorhanden ist und hinweggeführt werden soll, möglichst genau kennen zu lernen, ist eine sehr wichtige Sache, denn wenn die Röhren das vorhandene Wasser nicht zu fassen und in gehöriger Zeit fortzuführen vermögen, so ist der Zweck verfehlt, andernfalls wird ein unnöthiger Aufwand die Folge sein. Man nimmt an, daß die Entwässerung eine richtige, wenn sie so eingerichtet sei, daß das im nassesten Monat durch Regen und andere atmosphärische Niederschläge in den Boden gekommene Wasser in der Hälfte der Zeit, also in 14 bis 15 Tagen abgeführt werde, allein diese Wassermenge richtig zu berechnen, hat eben die großen Schwierigkeiten, wovon wir schon in §. 188 geredet haben. Wenn man übrigens das dort Gesagte befolgt, wird es in der Regel gelingen, das Richtige wenigstens annähernd zu treffen, und sollte man auch in den Fall kommen, da oder dort später nachhelfen zu müssen, so ist dies von wenig Belang und eben von solchen Arbeiten unzertrennlich.

§. 203.

Der Abzug des Wassers geht durch die Stoßfugen der Röhren vor sich, die trotz ihres guten Zusammenpassens hiezu immer noch genügende offene Räume zwischen sich lassen.

Das in den Boden versinkende und das in demselben schon vorhandene Wasser fließt in den hohlen Röhren viel rascher ab, sobald es durch die Stoßfugen in solche gedrungen ist, als es in dem Boden weiter sich verbreitet, und ganz besonders ist dies über schwer durchlassenden Schichten der Fall. Es öffnet jeder von oben in die Röhre gelangende Wasserfaden dem nächsten gewissermaßen den Weg, und so ist es natürlich, daß so lange noch über oder neben den Röhren Wasser befindlich ist, dieses in jene eindringt und abzieht, weil es der unter den Röhren befindlichen Wasser-, oder undurchdringlichen Bodenschichte wegen, nicht in die Tiefe gelangen kann. Erst wenn das über und neben den Röhren vorhandene Wasser abgezogen ist, wird der Ausfluß am Ende des Drains naturgemäß aufhören, weil die Röhren selbst kein Wasser mehr erhalten, das nun tiefer versinkt. Bei starkem Gefäll des Drains, und wenn solcher verschiedene Schichten durchschneidet, kann es in den untern Röhren wieder eindringen, nachdem die obern längst leer sind.

Wenn man eine Haupttrichtung mit Röhren belegt, so sind diese einem Hauptabzugsgraben zu vergleichen, und wie in diesen von den einzelnen nassen Stellen Seiten- und Schlitzgräben eingeleitet werden, so ist es auch bei den Drains der Fall. Diejenigen Leitungen, welche andere in sich aufnehmen, heißen *Sammeldrains*, letztere *Saugdrains*, es können

übrigens auch Leitungen ausgeführt werden, wo jeder einzelne Strang nach außen mündet, ohne mit einem andern in Berührung zu kommen.

§. 204.

Die Ausführung der Leitung erfolgt in der Art, daß in der gewählten Richtung Gräben aufgeworfen werden. Die Sohle derselben braucht nicht breiter zu sein, als daß die Röhre gerade Platz hat, und je schmaler man unter den gegebenen Umständen den Graben fertigen kann, um so besser ist es, weil dadurch Kosten erspart werden. Um durch Einstürzen der Gräben u. dergl. keine unnöthigen Ausgaben zu machen, werden sie nicht eher gefertigt, als bis die Röhren beigebracht und zum Einlegen geschickt sind, besonders wenn durch Gefrieren das Ablösen von Boden zu befürchten ist.

Im Allgemeinen wählt man die Zeit, wo Aecker und Wiesen abgeerntet sind, also Früh- oder Spätjahr, und außerdem die, in welchen der Boden am besten zu bearbeiten ist, wie bei schwerem Boden, so lange er mäßig feucht, bei sehr nassem, wenn er genügend abgetrocknet ist u. s. w.

Der Anfang geschieht auch hier am niedrigsten Punkte. Etwaige Hindernisse, wie Wurzeln, Stöcke, Steine zc. sucht man herauszuschaffen, wenn dies bei letztern nicht angeht und selbst das Sprengen nicht zum Ziele führt, werden sie umgangen, wobei die krummen Röhren besonders dienlich und deshalb auszuwählen sind. Bäume und Sträucher dürfen in der Nähe der Drains nicht vorhanden sein, es sei denn, daß diese in solcher Tiefe liegen, wo keine Wurzel hinreicht, bei flachen Drains sind selbst tiefwurzelnde Feldgewächse, wie z. B. Luzerne, schon sehr verstopfend aufgetreten, da die meisten Wurzeln einen hart- oder roßschweifähnlichen Bau in den Röhren annehmen und diese ausfüllen. Auch der Quellsand, wenn er durch das Wasser beweglich und zum eigentlichen Triebssand wird, Moor- oder sonstige Schlammsschichten können große Schwierigkeiten veranlassen, weil dadurch die Grabenränder unterhöhlt werden und einbrechen. In jedem einzelnen Fall müssen die Mittel überlegt werden, die dagegen anzuwenden sind, oft werden selbst vorübergehende Verschalungen nothwendig. Wenn die Sohle nachgiebig ist und die Röhren darin sich senken würden, legt man dünne und schmale Latten so, daß die Röhren von ihnen getragen werden. Ein Einbetten der Röhren in eine Unterlage von Kies, wo man solchen haben kann, hat sich ebenfalls bewährt.

Bevor das Legen der Röhren erfolgt, muß die Sohle vollständig ausgeebnet und im Gefäll richtig gestellt worden sein. Beim letzten Reinigen der Sohle, auf welcher nicht mehr gegangen werden darf, bedient man sich einer rechtwinklich an einem genügend langen Stiel befestigten Kelle, um den Boden ausheben zu können, die man durch zwei Spangen verstärken kann.

Figur 105.

Nachdem die Röhren an dem obern Grabenrand aneinander gelegt worden sind, wie sie der ganze Strang erfordert, beginnt man das Einlegen vom obern Ende aus. Man bedient sich dabei des „Legehackens“, welcher aus einem Stiel von einer der Tiefe des Grabens entsprechenden Länge besteht, an dem, nahezu senkrecht auf dessen Axt, mittelst eines Dehrs ein Stängchen von Eisen, etwas kürzer als die Länge der Röhren und etwa $\frac{1}{2}$ Zoll (0,015 Meter) dick, befestigt ist. Das Dehr hat unten einen kleinen Fortsatz, der aber nicht länger sein darf, als die Röhrenwand dick ist, um damit an der Röhre noch leichte Bewegungen vornehmen zu können, ohne die Sohle oder die Grabenwände dabei zu beschädigen. Figur 106.

Mit diesem Legehacken wird jede einzelne Röhre aufgefaßt, nachdem man sich überzeugt hat, daß sie innen vollständig rein ist, hierauf wird sie an den Boden auf der Sohle angedrückt und in die richtige Lage gebracht. Die obere Oeffnung der ersten Röhre wird durch ein angelegtes Plättchen oder Ziegelstück, das durch einen Stein angedrückt wird, oder durch einen Propf von Reiß, Stroh zc. geschlossen. Die zweite und jede folgende Röhre wird nun möglichst sorgsam, und namentlich ohne die andern aus der Lage zu bringen, oder empfindlich zu erschüttern, so gelegt, daß die Stoßfugen fest aneinander passen, was das genügende Eindringen des Wassers durchaus nicht verhindert. Je besser die Stoßfugen zusammenpassen, desto weniger Sand u. s. w. kann eindringen, und je mehr die Röhren im richtigen Gefäll liegen, um so weniger können solche Gegenstände darin sich anhäufen, weshalb alle krummen Röhren zur Seite ausgehogen liegen müssen. Eine einzige Röhre so gelegt, daß der Bogen ober oder unter die Sohle kommt, kann durch Sand- zc. Ablagerung die ganze obere Leitung verstopfen, wogegen solche Röhren richtig gelegt, wie in dem Grundriß, Fig. 107, zu Bogenleitungen benutzt werden können, wozu sie allerdings erst fortirt werden müssen, was aber überhaupt wenig vorkommt.

Das Legen mit der Hand kann da stattfinden, wo die Sohle breit genug und der Boden genügend fest ist, es kommt besonders bei Sammeldrains mit weiten Röhren, aber auch sonst bei günstigen Bodenverhältnissen vor.

Außerdem werden verschiedene andere Handgriffe noch empfohlen, die aber mehr Sache der Praxis und dort bald zu erlernen sind.

Früher glaubte man je zwei Röhren in einer sogen. Muffel vereinigen zu müssen, Fig. 108, damit weniger Verstopfungen vorkommen sollen, es hat sich jedoch, weil sie hiegegen nicht schützen und das genaue Aneinanderpassen der Stoßfugen verhindern, als unpraktisch und unnöthige Kosten herbeiführend gezeigt, nur etwa da, wo zu weite Stoßfugen vorkommen, werden halbe Muffeln oder „S ä t t e l“, die darüber gestülpt werden, empfohlen, statt deren aber auch Kastenstücke verwendet.

Ferner hat man versucht, die Röhren vornen so abzuschwächen, daß sie

ins Hintertheil der nächsten etwas eingeschoben werden können, aber auch dies hat sich zur Zeit noch nicht bewährt, ebensowenig das Zueinanderschieben von zwei Röhrensträngen, so daß der obere — weitere — gewissermaßen Muffeln für den innern bildet.

Wenn es sich nicht um Aufnahme größerer Wassermengen am Anfang eines Drains handelt, beginnt man denselben mit Röhren von der geringsten Weite, jede Leitung ist im Anfang also gewissermaßen ein Saugtrain. Je weiter sie geführt wird, um so mehr nimmt die durch die Stoßfugen eindringende Wassermasse zu und bedingt nach einer gewissen Länge eine größere Weite, die natürlich vermehrt werden muß, so oft weitere Stränge eingeleitet, oder mit andern Worten die Saugdrains zu Sammeldrains werden. Während für erstere 1 bis 3 Zoll (0,03 bis 0,09 Meter) weite Röhren hinreichend sein und auch die Sammeldrains mit solchen beginnen können, endigen letztere oft in 5 bis 6 Zoll (0,15 bis 0,18 Meter) und noch weitem Röhren. Wie weit die Stränge dieselbe Weite beibehalten dürfen, hängt von der Wassermasse ab. Obwohl man vielfach versucht hat, dies theoretisch auszumitteln, wird doch — wenigstens zur Zeit noch — der Weg des praktischen Ermessens vorzuziehen sein.

Die Mündung verschiedener Drainstränge in einander kann auf sehr verschiedene Weise bewirkt werden, entweder läßt man Röhren fertigen, in welchen von vornherein Löcher oder selbst Röhrenansätze nach außen angebracht sind, oder man schlägt mit Vorsicht Löcher in gewöhnliche Röhren und steckt die kleinern so hinein, daß sie nicht in der Höhlung hervorragen, was aber schwierig zu bewerkstelligen ist, oder man läßt die Röhre des Saugdrains am Ende verstopfen, und schlägt da, wo sie auf der des Sammeldrains aufliegt, in beide ein aufeinander passendes Loch, dies setzt natürlich voraus, daß der Sammelrain um die Dicke der Saugdrainröhren tiefer gelegt werden kann.

Das Legen der Röhren ist ein Geschäft, welches nur ganz zuverlässigen Arbeitern anvertraut werden darf, und jedenfalls eine genaue Controle wünschenswerth macht. Sobald die Saugdrains gelegt sind, können sie bedeckt werden, bei den Sammeldrains läßt man erst dann die Bedeckung vornehmen, wenn man sich von dem richtigen Abzug durch die Saugdrains überzeugt hat.

Beim Zuwerfen der Gräben ist im Anfang nur wenig, möglichst reine und steinfreie Erde vorsichtig aufzutragen, damit die Röhren nicht verrückt oder gar beschädigt werden, erst wenn sie einmal 1 Fuß (0,3 Meter) hoch oder mehr bedeckt sind, wird der Graben wie gewöhnlich zugeworfen, und zwar so, daß wenn, wie in der Regel, etwas Boden übrig bleibt, dieser darüber in Form eines Kreisabschnitts aufgelegt wird, wo er sich nach Jahresfrist so gesetzt haben wird, daß er mit der übrigen Fläche in einer Ebene liegt. Kann man das gänzliche Auffüllen nicht sofort ausführen, so unterlasse man

wenigstens jene vorläufige zum Schutz der Röhren nothwendige Bedeckung nicht, was bei der geringen Breite der Sohle sehr rasch vor sich geht.

Von manchen Seiten ist empfohlen worden, über den Röhren eine Lage von Laub, Moos, Stroh u. dergl. anzubringen und erst auf diese den Boden zu werfen, allein die Erfahrung hat gelehrt, daß dies vor Verstopfung nicht sichert und daher unnöthig ist.

Da, wo die Drains ihr Wasser zu Tage führen, geschieht dies entweder in einen offenen Graben, in einen Teich oder sonstigen Wasserbehälter, oder man sucht das Wasser, ähnlich wie bei einer Brunnenleitung, wegzuschaffen. Ist man wegen des Gefälles nicht in Verlegenheit, so kann der Ausfluß als Brunnen, der, wenn auch nicht immer, doch zeitweise läuft, benutzt werden. Muß jedoch der Ausfluß so gelegt werden, daß er nur wenig über dem Spiegel des Gewässers, in welches er mündet, erhaben ist, so wird es oft vorkommen, daß beim Steigen des Letztern der Abzug aus den Drains unterbrochen, ja bei sehr geringem Gefäll die drainirte Fläche wieder durchnäßt wird. Es geht aber jedenfalls das Eindringen des Wassers durch die Drains in den Boden so langsam vor sich, daß bevor dies in größerer Menge geschehen kann, das Tagwasser sich bereits wieder gesenkt hat, wenn anders bei der Drainirung mit Umsicht verfahren worden ist.

§. 205.

Die Ausflußröhren sind unter allen Umständen einer fortwährenden Beaufsichtigung bedürftig, besonders wo sie an Orten angebracht sind, die häufig von Leuten aller Art begangen werden, wenn man auch nicht immer darauf rechnen kann, daß Beschädigungen aus Bosheit verübt werden, so geschehen sie oft aus Fahrlässigkeit, Neugier oder Muthwillen, und besonders die Kinder spielen nicht selten eine Hauptrolle dabei.

Auch das Einwachsen von Wurzeln, die Bildung von Conferven und andern Wasserpflanzen ist hier am ersten möglich.

Endlich kriechen auch Frösche, Kröten zc. in die Röhren und selbst von Mäusen, Wasserratten und Maulwürfen sind Beschädigungen bekannt. Gegen das Eindringen dieser Thiere schützen Drahtgeflechte, die man auf zweckmäßige Weise anbringt und öfters reinigt, wo die Ausflußröhre nahe an einer Grabensohle liegt, ist sie jedoch höher und ragt sie aus dem Boden hervor, so ist sie in der Regel an und für sich sicher.

Wenn die Drains über 3 bis 4 Fuß (0,9 bis 1,2 Meter) tief liegen, sind sie in unserm Klima den Einwirkungen der Fröste entrückt, und kann es höchstens nöthig werden, zunächst des Ausflusses sie auf irgend eine Weise, ähnlich wie bei Brunnenleitungen, verwahren zu müssen, wozu es keiner Anleitung bedarf.

Obwohl die Drainirung im Laufe der Zeit noch mancherlei Verbesse-

rungen und durch die Erfahrung einen weit höhern Grad von Sicherheit erhalten wird, als dies bis jetzt der Fall ist, werden doch immer *Ausbesserungen*, wenn auch nur stellenweise, nothwendig werden.

Schon deßhalb ist es rathsam, durch bestimmte Zeichen, z. B. Pfähle, Steine zc., die Lage der einzelnen Stränge kenntlich zu erhalten. Kommt dann irgendwo eine Störung, insbesondere eine Verstopfung vor, so wird dies aus der Beschaffenheit des Bodens und des Pflanzenwuchses bald zu erkennen sein. Erkennt man den Graben nicht ganz genau, so wird oberhalb der nassen Stelle ein Querschnitt auf die beiläufig bekannte Richtung desselben eingegraben, bis man auf die Röhren trifft. Ist die Verstopfung unterhalb, so wird sofort Wasser aus den Stoßfugen hervordringen, selbst herausspringen. Man fertigt nun in angemessener Entfernung unterhalb so lange weitere Querschnitte, bis man auf schwachgefüllte oder leere Röhren stößt und durch Aufdecken des Grabens auf der dazwischen liegenden Strecke das Hinderniß finden und entfernen kann.

§. 206.

Ueber die *Dauer* der Drains fehlen zur Zeit noch sichere Erfahrungen, obwohl man bald die, bald jene Zahl von Jahren angeben hört, wie z. B. 20 Jahre und mehr. Hauptsächlich wird es auf gute Röhren und auf sorgfältiges Legen, im Uebrigen aber darauf ankommen, ob die Röhren von eindringenden Wurzeln, oder durch darin sich bildende Niederschläge, die besonders bei eisenhaltigen Wassern vorkommen, oder durch eingedrungene Bodentheile u. s. w. verstopft werden.

Die großen Vortheile, welche die Drainirung bei landwirthschaftlich benützten Grundstücken im Gefolge hat, werden sie anwendbar erscheinen lassen, selbst auf die Gefahr hin, sie von Zeit zu Zeit einer Hauptausbesserung unterwerfen zu müssen.

Bei Waldungen sind bis jetzt weniger günstige Erfolge erzielt worden, indem hier die eindringenden Wurzeln als Haupthinderniß erscheinen, die besonders im feuchten und der Luft zugängigen Boden viel tiefer gehen, als eine Drainirung gewöhnlich vorgenommen wird, würde diese aber auch weit mehr als bei Aekern, Wiesen zc. vertieft werden, so tritt eben doch im Boden an die Stelle des abgeführten Wassers Luft, und diese ermöglicht es den Wurzeln ihr nachzufolgen, man wird also auch dann nicht vor ihnen gesichert sein.

Daher wird die Trockenlegung durch offene Gräben oder weite Sickerdohlen, die man mit Steinen oder Kies füllt, im Walde um so mehr vorzuziehen sein, als die hiedurch ausfallende Fläche wenig oder gar nicht in Betracht kommen kann.

§. 207.

Die *Kosten* der Drainirung zerfallen in die für Erdarbeiten und solche für die Röhrenleitung. Die erstern können nach dem Kubikinhalte des aus-

zuhebenden Bodens bemessen werden, und haben wir hiefür in §. 87 bereits die nöthigen Anhalte gegeben, nur ist zu bemerken, daß wegen sorgfältiger Arbeit an den Rändern, damit sie festbleiben und wegen genauer Ausgleichung der Sohle 0,2 bis 0,3 der gewöhnlichen Löhne für Erdarbeit zugegeben werden müssen.

Die Preise für die Röhren werden um so höher, je weiter dieselben sind, und außerdem weichen sie je nach den verschiedenen Vertlichkeiten ab, was indes bei Kostenanschlägen nichts zu sagen hat, da man sich Preisverzeichnisse verschaffen, und wenn man nicht freie Lieferung auf Ort und Stelle bedingen, die Transportkosten leicht bemessen kann.

Bei größern Lieferungen kann man ungefähr annehmen, daß 1000 Fuß (300 Meter) Röhren kosten:

bei 1	Zoll (0,03 Meter)	Weite	8 fl.
" 1 $\frac{1}{2}$	" (0,045 ")	"	9 " 45 fr.
" 2	" (0,06 ")	"	13 "
" 3	" (0,09 ")	"	19 " 30 "
" 4	" (0,12 ")	"	31 "
" 5	" (0,15 ")	"	42 "
" 6	" (0,18 ")	"	56 " 30 "

Das Legen der Röhren richtet sich ebenfalls, wenn auch nicht in obigem Verhältniß, nach der Weite, es kann für 1000 Fuß (300 Meter) auf 2 bis 4 fl. zu stehen kommen.

Die Gesamtkosten schwanken zwischen 10 bis 50 fl. per Morgen (0,36 Hektare).

§. 208.

Wo aus Mangel an Gefäll das vorhandene Wasser nicht abgeleitet werden kann, gelingt es zuweilen, dasselbe mittelst Durchbrechung des undurchlassenden Untergrundes wegzuschaffen, allein die Fälle, wo der Land- und Forstwirth davon Gebrauch machen können, sind so selten, daß wir uns darauf beschränken dürfen, diesen Gegenstand kurz zu besprechen.

Gewöhnlich kommen sie in Mulden vor, wo Thonlager von geringer Mächtigkeit über Sand- oder Kiesschichten liegen. Hier sammeln sich Regen- und Schneewasser oft in so großer Menge, daß es Wochen, ja Monate dauert, bis dasselbe verdunstet, oder an dazu geeigneten Orten in den Boden gedrungen ist, es kann selbst dahin kommen, daß in nassen Jahren solche Lachen gar nicht oder nur für kurze Zeit austrocknen. Wenn sie nicht etwa zur Erziehung von Streugewächsen tauglich sind, gewähren sie in der Regel wenig oder gar keinen Nutzen, bringen vielmehr mancherlei Nachtheile hervor, und es ist deßhalb — abgesehen von dem Werth der Bodenfläche — ihre Entfernung an und für sich rathsam.

Zunächst verläßt man sich über die Mächtigkeit der undurchlassenden Schicht und über die Beschaffenheit der unter ihr befindlichen mit Hilfe eines Erdbohrers. Ist man hierüber im Reinen, so wartet man eine Zeit ab, wo das Wasser entweder ganz ausgetrocknet oder in nur geringer Tiefe vorhanden ist. Obwohl nicht durchaus nöthig, ist es doch zweckmäßig, durch die tiefste Stelle der Mulde einen Graben von entsprechender Weite und Tiefe, und wenn es sich um breite Flächen handelt, in solchen mündende Schützgräben zu fertigen, deren Aushub von den Rändern wenigstens einen Schaufelwurf weit entfernt und möglichst zerstreut wird. Sofort werden in der Grabensohle von Strecke zu Strecke Löcher von genügender Ausdehnung ausgestochen, bis man auf die durchlassende Schicht gelangt, in welcher noch, wenn es ausführbar ist, einige Fuß tief weiter gegraben wird. Je nach Umständen kann man die Löcher nun trocken ausmauern, ausflechten, verschalen, oder mit Steinbrocken, oder geworfenem Kies ausfüllen. Von Zeit zu Zeit muß dafür gesorgt werden, daß, wenn eine Verschlammung eintritt, solche beseitigt wird, was durch einfaches Ausgraben und Reinigen geschieht. Sollten Gegenstände angeschwemmt werden und den Einfluß hindern, so kann dies auch besondere Vorrichtungen, z. B. rechenartige Gitter erfordern. Wenn auch das Horizontal- oder Grundwasser zu manchen Zeiten ziemlich nahe an der Oberfläche stehen sollte, so kann man doch auf wesentlichen Erfolg rechnen, wenn sein mittlerer Stand etwas tiefer ist, als die undurchlassende Schicht reicht, weil dann immerhin ein zeitweiser Abfluß möglich ist, würde aber diese bis zur Höhe des Grundwassers oder noch tiefer liegen, dann würde freilich keine Senkung möglich, unter Umständen selbst das Gegentheil zu erwarten sein.

Außerdem wird vorgeschlagen, Bohrlöcher zu fertigen und in solche senkrechte Drainröhren, Teichel u. dergl. zu stellen, die, um sie vor Verstopfung zu sichern, mit Seihern am obern Ende bedeckt werden sollen.

Ein ähnliches Durchbrechen kann auch bei flachen Felsbänken, selbst mit Hilfe von Pulver stattfinden, wenn man die Gewißheit hat, daß solche wenig mächtig und unter ihnen durchlassende Schichten befindlich sind.

§. 209.

Wasseransammlungen, welche nach allen Richtungen so eingeschlossen, daß sie durch Gräben nicht abzulassen sind, können durch eingetriebene Stollen in dem Falle ganz oder theilweise entfernt werden, wenn in ihrer Nähe ein genügendes Gefäll vorhanden ist und benutzt werden darf. Es ist dies bei Gebirgsseen möglich und ein Beispiel im Großen zeigt der Lungernsee im Kanton Unterwalden, welche Arbeit die Summe von ca. 34,500 fl. gekostet, aber mehr als das Dreifache an Bodenwerth ertragen hat.

Die Anlage solcher Stollen ist Sache Bergbauverständiger, und außerdem erfordern die Vorrichtungen, um das Wasser einerseits aufzuschließen, andererseits es, sobald es angebrochen ist, derart zu beherrschen, daß es keinen Schaden anrichten kann, Kenntnisse, welche zu sehr in den speziellen Geschäftskreis des Ingenieurs einschlagen, als daß wir unsern Lesern rathen möchten, sich mit einem derartigen Unternehmen zu befassen. Für unsern Zweck reicht es hin, die Sache überhaupt berührt und damit darauf aufmerksam gemacht zu haben.

§. 210.

II. Die Trockenlegung durch Erhöhung des Geländes ist in sehr vielen Fällen möglich, wo die Senkung des Wasserspiegels entweder nicht, oder nur in ungenügendem Maße ausführbar ist, auch ist sie letzterer vorzuziehen, wo man außer der Entwässerung noch die Absicht hat, den Boden so zu verbessern, daß er möglichst bald kulturfähig wird.

Die Erhöhung des Geländes kann durch Auffüllung oder durch Aufschemmung geschehen.

§. 211.

Die Auffüllung ist das einfachste und sicherste, allein da es lediglich durch Arbeit bewirkt werden kann, auch das theuerste Verfahren, das aus letztem Grunde deßhalb im Großen noch wenig zur Anwendung kommen kann, im Kleinen dagegen sehr häufig vorgenommen wird.

Streng genommen gehört hieher zunächst das Ueberführen sumpfiger oder mooriger Orte mit Sand, Mergel zc., wodurch, wenn es in erheblicher Menge geschieht, eine nachhaltige Bodenverbesserung stattfindet. Allein es ist dies eine so einfache Sache, daß eine besondere Besprechung derselben nicht nöthig erscheint.

Ueberall, wo Sümpfe oder überhaupt Gewässer nur durch Auffüllung trocken gelegt werden können, wird zunächst zu untersuchen sein, zu welcher Benutzungsart die gewonnene Fläche fähig ist, welchen Reinertrag sie dann liefern wird, und um wie viel dieser den gegenwärtigen übertrifft. Vom einzelnen Fall wird es abhängen, ob außerdem noch Rücksichten, z. B. auf die Gesundheit, Annehmlichkeit zc., der Gegend eines weitem Opfers werth sind.

Abgesehen hievon wird der Kapitalwerth des zu erwartenden Reinertrags die Summe der Kosten anzeigen, welche man auf ein solches Unternehmen verwenden kann, und da es sich dabei in der Regel um eine entschiedene Verbesserung handeln wird, ist eine ängstliche Berechnung, besonders wo es sich um Staats-, Gemeinde- oder Körperschaftseigenthum handelt, durchaus nicht am Platze, da in weitaus den meisten Fällen die Vortheile mit der Zeit immer mehr hervortreten.

Solche Auffüllungen sind aber nur möglich, wenn genügender Boden in

einer Entfernung zu haben ist, daß der Transport nicht zu sehr vertheuert wird. Am günstigsten gestalten sich die Verhältnisse, wenn es sich darum handelt, Gräben, deren Aufwürfe noch an den Rändern liegen, alte Dammgruben neben nicht mehr nothwendigen Dämmen, alte Flußarme oder sogen. Altwasser neben Hochgestaden u. auszufüllen. Bei derartigen Geschäften wird der Erdtransport auf einer mehr oder minder geneigten Bahn bewirkt und dadurch erleichtert, ja oft ist schon mit der Auflockerung des Bodens einige Weiterschaffung desselben zu verbinden, was überall, wo nicht auf ganz ebenen Flächen gearbeitet, bei umsichtiger Leitung und Aufsicht wesentliche Ersparnisse bewirken wird.

§. 212.

Ist man des Bodens sicher, so wird zunächst die Fläche begrenzt und vermessen, über welche sich die Auffüllung erstrecken soll. Dabei wird es nicht schwer halten, sich darüber Gewißheit zu verschaffen, wie hoch der höchste Stand des Gewässers sich erhebt, oder wie weit dasselbe sich zu dieser Zeit seitlich ausdehnt, und hienach wird die Höhe der Auffüllung, je nach der beabsichtigten Kulturart, sich bemessen lassen, welche Höhe als gemeinschaftlicher Horizont zu betrachten ist. Es werden nun in gewissen Abständen, bei größern Flächen etwa alle 4 bis 5, oder bei sehr gleichartigen Tiefen auch wohl alle 10 Ruthen (12 bis 15 oder 30 Meter) Linien, welche durch die ganze Breite der Fläche reichen, ausgesteckt und in diesen, abermals in gleichen Abständen und entsprechenden Entfernungen Pfähle geschlagen, deren Kopf im gemeinschaftlichen Horizont liegt. An jedem dieser Pfähle wird hierauf die Tiefe gemessen und aufgezeichnet. Kommen außer diesen Punkten noch andere namhafte Abweichungen vor, so werden sie besonders gewürdigt.

Durch diese Erhebungen ist man in den Stand gesetzt, den Kubikinhalt des zur Auffüllung nöthigen Bodens, nach Sektionen und im Ganzen zu berechnen, und einen Kostenüberschlag zu fertigen, wenn die Sohle des Gewässers eine feste und sonst keine Vorrichtung zu treffen, was jedoch höchst selten der Fall ist.

In der Regel wird der die Sohle bildende Boden, besonders bei stehenden oder langsam fließenden Gewässern, mit Moorschlamm bedeckt und daher sehr zusammenpressbar sein. Dabei aber wird unter diesem Schlamm meistens eine feste Quellsand- und Thon-, oft auch Kiesschicht liegen und es wird nicht schwer halten, den Meßstoc, dessen man sich bedient, durch den Moor zu bringen und auf jener festen Schicht aufstehen zu lassen. In solchem Fall lassen wir die Moorschicht geradezu außer der Rechnung, weil sie theils zusammen-, theils heraufgedrückt wird, und in letzterm Fall fast spurlos in den Zwischenräumen des Füllmaterials verschwindet. Nur wenn

sie eine ansehnliche Mächtigkeit hätte, würde sie, jedoch immerhin nur zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ ihrer Tiefe in Rechnung zu nehmen sein. Nicht selten sind solche Wasserbecken mit reichlichen Pflanzen bewachsen, für welche, da sie sich bis auf eine unbedeutende Schicht nach kurzer Zeit zusammendrücken, ebenfalls kein Abzug zu machen ist.

Je nach der Bodenbeschaffenheit muß die zu erwartende Verdichtung auf den Grund von Erfahrungen oder Versuchen ausgemittelt werden, wobei die Vorsicht gebietet, lieber zu viel als zu wenig anzunehmen. Ueberhaupt möchten wir rathen, bei dieser Art von Arbeiten dieselbe Kubikmasse festen Boden für den gleichen Raum Auffüllung zu rechnen, wenn man ganz sicher gehen und sich nicht spätern Nachfüllungen aussetzen will. Hätten wir z. B. einen Raum von 1 Kubikmeter aufzufüllen, so würden wir die von einem gleich großen Raum ausgegrabene Erde zur Auffüllung verwenden, denn wenn letztere hiedurch auch im Anfang vielleicht um $\frac{1}{2}$ Meter höher läge, wird sie sich doch nach einigen Jahren auf den ursprünglichen Raum zusammengesackt haben. Versäumt man aber die genügende Auffüllung, so schadet dies nicht nur an der Produktionskraft der Fläche, die solche Gewächse, auf die man rechnete, gar nicht, oder nicht in gedeihlichem Zustand zu tragen vermag, also einen geringern als den unterstellten Reinertrag liefert, sondern es wird noch der Eigenthümer dadurch benachtheiligt, daß er bei späteren Aenderungen gewöhnlich einen Jahresertrag verliert und jene in der Regel mit verhältnißmäßig viel größern Kosten ausführen muß, als bei der ersten Anlage, wo etwas mehr Auffüllung in Einem hingegangen wäre, und keine weitem als die gewöhnlichen Erdarbeiten nöthig gemacht hätte. Oft ist aber der mittelbare Nachtheil noch höher anzuschlagen, denn derartige, durch mangelhafte Ausführung mehr oder minder verfehlte Unternehmungen schrecken Andere von ähnlichen ab und es dauert oft sehr lange, oder bedarf mehrerer gelungenen Beispiele, bis das Mißtrauen wieder verschwindet. Der anfängliche Kostenaufwand wird allerdings vermehrt, allein bei solchen Arbeiten ist es besser, sie der Zukunft zu überlassen, als schlecht auszuführen.

§. 213.

In vielen Fällen wird es aber an der Auffüllung allein nicht genügen, indem das Wasser nach derselben immer noch hinderlich würde, wenn es nicht irgend einen Ausweg hätte. Ein solcher muß also, mag das Gefäll auch noch so gering sein, wenigstens offen erhalten werden, und dies gilt besonders an den Hochgestaden und Thalwänden, wo Quellen entweder zu Tage treten oder zunächst unter der Oberfläche hinziehen. Je nach der Stärke und Zahl derselben, sowie nach der im Boden befindlichen Wassermasse und nach der Breite der Fläche wird die Anlage des Grabens sich

richten. So kann am Hochgestade ein, diesem sich anschmiegender Umfassungsraben in dem Fall gute Dienste leisten, wenn die Masse vorzugsweise aus jenem herrührt, es kann aber auch in derselben Lage ein breites Becken auszufüllen sein, wozu der Boden lediglich vom Hochgestade herbeigeschafft werden muß, in welchem Fall ein Graben in der Nähe desselben sehr hinderlich wäre. Man wird hier lieber den Graben auf die entgegengesetzte Seite — also so weit als nöthig vom Hochgestade entfernt — dadurch bilden, daß man einen entsprechend breiten Raum des bisherigen Gewässers nicht ausfüllt und den Rand mit Halbfaschinen zc. so befestigt, daß eine sichere Böschung entsteht, welche das Einrutschen der aufgefüllten Erde in den Grabenraum verhindert. Wo sich dann längs des Hochgestades durch Quellen nasse Stellen nachträglich bilden sollten, werden solche durch Schlitzgräben oder Drains, die in den Hauptgraben münden, trocken gelegt. Sollte aber schließlich ein Umfassungsraben doch sich nöthig zeigen, so ist er bald gefertigt, wäre dann der entferntere Graben unnöthig, so kann er mit dem Aushub des erstern ausgefüllt, andernfalls kann der Boden auf der Fläche vertheilt werden.

Wird die Erde zur Auffüllung von beiden Seiten gewonnen, so ist, wenn nichts Besonderes zu berücksichtigen, die Mitte der Fläche der entsprechende Ort für den Graben, erfolgt von der einen Seite mehr Boden, als von der andern, so wird der Graben im Verhältniß zur Auffüllung der Seite näher gelegt, woher das wenigste Material kommt.

§. 214.

Hinsichtlich der Arbeit selbst, der Bodenmengen u. s. w., wird aus den frühern Abschnitten das Nöthige zu entnehmen sein, insbesondere ist auch bei größern Abgrabungen auf die entstehenden Böschungen die gehörige Sorgfalt zu verwenden, nicht minder auch darauf, daß die öfters entstehenden hohen und steilen Raine gehörig durch Zäune u. s. w. versichert, damit Unglücksfälle vermieden werden.

Größere Trockenlegungen dieser Art werden stets nur in solchen Gegenden sich rentiren, wo die Güterpreise einen hohen Werth haben, denn es ist nicht selten, daß der Morgen (0,36 Hektare) auf 200 und mehr Gulden zu stehen kommt. Bedenkt man aber, daß solche Flächen vorher kaum 1 bis 2 fl. per Morgen und Jahr ertragen haben, während nach der ordnungsmäßigen Herstellung ein jährlicher Ertrag von 20 und mehr Gulden durchschnittlich eingeht, so wird das Unternehmen auch vom privatwirthschaftlichen Standpunkte aus als vollständig gerechtfertigt erscheinen. Noch liegen Tausende von Morgen ähnlicher Flächen in Deutschland umher, deren Kultur lediglich eine Frage der Zeit ist, und erfolgen wird, sobald der Werth

des Grundeigenthums den zu verwendenden Kosten entspricht. In Süd-Deutschland, wo bekanntlich die meisten Gemeinden zugleich große Grundeigenthümer sind, ist hierin in neuerer Zeit Manches geschehen, und es ist erfreulich wahrzunehmen, daß jede gelungene Arbeit über kurz oder lang Anlaß zu weitem gibt.

§. 215.

Das Aufschwemmen kann geschehen: 1) indem man einen Bach gegen, aus lockerem Boden bestehende, oder absichtlich gelockerte Ufer so leitet, daß er dieselben abreißen und sowohl diesen, als etwa eingeworfenen Boden dahin führen muß, wohin man ihn zu haben wünscht, — Schwemmung; oder 2) dadurch, daß man fließende Gewässer zur Zeit, wo sie viele fremde Bestandtheile enthalten, über Flächen leitet, auf denen man durch Absezung jener eine Erhöhung bezwecken will — Auflagerung; oder endlich 3) daß in den fließenden Gewässern selbst diese Bestandtheile durch besondere Anlagen zur Absezung gebracht werden — Verlandung.

§. 216.

Bei der Schwemmung bedient man sich also des Wassers lediglich als bewegender Kraft, um den Boden von einer Stelle zur andern zu übertragen, was bei zweckmäßiger Ausführung unter gegebenen Verhältnissen wohlfeiler kommen kann, als wenn der Transport durch Menschen-, Thier- oder andere Kräfte geschehen würde.

Jedenfalls muß man über diese Hauptsache entschieden im Reinen sein, denn daß durch Auffüllung der Zweck sicherlich besser zu erreichen ist und dabei dem Boden manche düngende Stoffe erhalten werden, die das Wasser auslaugt und fortführt, wird wohl schwerlich widersprochen werden können. Zudem ist schließlich eine Ausgleichung des geschwemmten Bodens und meistens auch eine Auflockerung desselben nöthig, da er ohne solche gewöhnlich nur schlechte Gewächse trägt.

Die Schwemmung ist vorzugsweise da anwendbar, wo Bäche von starkem Gefälle in Thälern vorkommen, deren Wände fruchtbaren oder zur Vermischung mit anderm geeigneten Boden enthalten, während die Thalsohlen versumpft, oder mit Geschieben, oder solchem Boden bedeckt sind, der durch den herbeizuschwemmenden verbessert werden kann. Meistens handelt es sich dabei um Wiesenanlagen, auch dürfte dasselbe Verfahren bei kleinern versumpften Waldflächen empfehlenswerth erscheinen. Es wird keiner Erläuterung bedürfen, daß dabei die Thalsohle erhöht und die Thalsohle erweitert, daß aber das Abschwemmen selbst nur bis zu einer gewissen Steilheit der Wände rathsam ist.

§. 217.

Der Bach, welcher zum Schwemmen benutzt werden soll, wird oberhalb der projektirten Anlage gestaut und von ihm aus entweder auf einer oder auf beiden Seiten des Thales ein Zuleitungsgraben hergerichtet, der mindestens 2 Kubikfuß (0,054 Kubikmeter) Wasser in der Sekunde zu führen vermag. Würde er so viel nicht enthalten, so kann nur dann, wenn durch Schneeabgang oder Regen mehr Wasser zur Verfügung steht, mit genügendem Erfolge geschwemmt werden. Da, wo letzteres beginnen soll, wird der Graben thalabwärts geleitet und heißt nun Schwemmgraben. In diesem wird die abgeriffene und theilweise eingeworfene Erde ins Thal gestößt und legt sich daselbst an.

Ist dies hinreichend geschehen, so wird der Zuleitungsgraben entsprechend verlängert, dann ein neuer Schwemmgraben so angelegt, daß der abgesetzte Boden neben den des ersten Grabens zu liegen kommt, und so geht es fort, so weit man die Arbeit zu führen beabsichtigt oder vermag. Will man dieselbe mehr in der Hand behalten, so wird die Fläche, welche von jedem Schwemmgraben aus erhöht werden soll, mit kleinen Dämmen eingefast, welche so hoch gefertigt werden, als der Boden künftig liegen soll, man hat dabei aber dafür zu sorgen, daß das Schwemmwasser abgeleitet werden kann. Ist die Fläche im obern Theil gehörig ausgefüllt, so wird der Schwemmgraben verlängert und eine tiefer liegende damit aufgefüllt.

Soll bloß von einer Thalseite aus geschwemmt werden, so geschieht dies bis zur jenseitigen Seite, auf welche dann das bisherige Bachbett verlegt wird. Wird von beiden Seiten aus geschwemmt, so kommt das Bachbett in die Mitte und dient in beiden Fällen als Abzugsgraben. Wenn die Aufschwemmung keine hohe ist, kann das bisherige Bachbett — etwaige Regulirungen vorausgesetzt — beibehalten werden, andernfalls muß es erhöht werden. In Thälern, wo das Gefäll nicht bedeutend ist, wird man dabei wenig Schwierigkeiten, immerhin aber nöthig haben, die aus aufgeschwemmtem Boden bestehende Sohle und Wände einigermaßen zu befestigen, bis sie durch den Druck des Wassers selbst festgeworden sind. Es kann dies durch eine Einwandung und Auslegung der Sohle mit Platten, Steinen, Kies zc., oder auch durch Rasen, Faschinenreiß, Weidengeflechte und Stecklinge u. s. w. geschehen. Bei stärkerm Gefäll wird der Graben, wie schon mehrfach besprochen worden ist, abgestuft und besonders gut verwahrt.

Das Unternehmen wird um so besser ausfallen, je planmäßiger es betrieben wird. Daher ist es nöthig, die auszufüllenden Räume zu berechnen, um den Zuleitungsgraben hienach richten zu können.

Von selbst versteht es sich, daß während des Schwemmens alle Unregelmäßigkeiten in der Anlage des Bodens theils durch fortwährendes Regeln

des Schwemmgrabens, theils durch Arbeit auszugleichen ist, und schließlich eine Verebnung der ganzen Fläche zu geschehen hat.

Die Zuleitungsgräben können zur künftigen Bewässerung benutzt werden.

Fig. 109 zeigt eine solche Anlage im Querschnitt und Grundriß.

§. 218.

Weit öfter und vielseitiger anwendbar ist der zweite Fall, wo die fremden Bestandtheile des Wassers durch dessen Leitung und Festhaltung an bestimmten Orten zum Niederschlag gebracht werden, und es steht dieser Art von Aufschwemmung, die wir Auflagerung nennen wollen, noch eine große Zukunft offen.

Mit Ausnahme der aus Seen oder Sümpfen kommenden, führen alle fließenden Gewässer nach Schneeabgängen, heftigen oder langanhaltenden Regengüssen — abgesehen von den Geschieben — große Mengen von Erde und Pflanzennährstoffen in Form von Schlamm mit sich, der von allen Grundstücken ihres Gebiets, und zwar um so mehr, je lockerer und löslicher der Boden ist, durch die einzelnen Wasserfäden abgewaschen, ihnen theils unmittelbar, theils durch ihre Seitengewässer mitgetheilt wird. Je mehr das Wasser angeschwollen — je mehr es also Hochwasser — um so bedeutender ist die Masse dieses Schlammes, und weil er das Wasser trübt, spricht man von Trübwasser n. Die Benutzung derselben ist überall anwendbar, wohin man sie als solche leiten kann. Größere, oder sehr rasch fließende Gewässer führen auf sehr lange Strecken — auf viele Meilen — solchen Schlamm mit sich und selbst weit ins Meer hinein, allein auch in gewöhnlichen Bächen hält sich derselbe stets mehrere Tage lang und setzt sich nur nach und nach, am meisten an solchen Orten ab, wo das Gefäll am geringsten ist. Es wird daher einleuchtend sein, daß überall, wohin man diese Trübwasser leiten und einige Tage festhalten kann, der in ihnen aufgelöste Schlamm sich vollständig absetzt, wodurch, wenn die Menge desselben bedeutend ist, ganz im Verhältniß zu dieser, eine Erhöhung der Fläche erfolgen muß. Versuche, welche in der Nähe von Karlsruhe mit, dem Rhein entnommenen Trübwassern angestellt wurden, haben gezeigt, daß solche auf 1000 Kubikfuß Wasser bis zu 8 Kubikfuß, also 0,8 Prozent, Schlamm enthalten haben, und hienach kann es nicht zweifelhaft sein, daß manche Bäche, die bei kurzem Lauf oft weit trüber erscheinen, 1 und mehr Prozente mit sich führen. Hierin liegt ein ungefährer Maßstab des zu erwartenden Erfolges.

§. 219.

Zur Erhöhung durch Trübwasser sind besonders die Gelände geeignet, welche in den Ebenen am Ausgange der Thäler liegen, und man findet auch

von Natur an jeder Thalmündung, wenn nicht Störungen eingetreten sind, den Boden durch solche Niederschläge bedeckt und in einem hohen Grade fruchtbar.

Wo sie durch irgend eine Störung nicht abgesetzt werden konnten, oder verschwunden sind, können sie aufs Neue angesammelt werden, sie können selbst mit Hülfe von Kanälen auf höher als die am Thalausgang liegenden Gelände geleitet werden.

Auf Grundstücke, welche wenig oder keinen Ertrag geben, wie z. B. Geschiebe- und Geröllparthien, Sümpfe, Moore, die weder beweidet noch abgebaut werden, oder wo die zeitweise Ueberschwemmung nicht schadet, wie in manche Waldungen, kann zu allen Jahreszeiten jedes Trübwasser geleitet, und damit die Erhöhung wesentlich beschleunigt werden, wo dagegen die betreffenden Flächen landwirthschaftlich benutzt sind, muß man sich auf solche Zeiten beschränken, in welchen das Wasser keinen Schaden anrichten kann. Bei Wiesen wird man daher auch bald zur Erhöhung gelangen, als bei Ackerfeld, auf das die Trübwasser am seltensten ohne Nachtheil geleitet werden können.

Es wird genügen hier anzuführen, daß je fruchtbarer der Boden ist, aus welchem die Trübwasser kommen, und je mehr er zu dem vorhandenen paßt, um so günstiger die Einwirkung der Niederschläge auf die Vegetation ist; in letzterer Beziehung kommt freilich auf das Zusammenpassen wenig mehr an, wenn die Niederschläge so mächtig, daß die untern Schichten für die Vegetation gleichgültig geworden sind.

Führt der Fluß, durch welchen die Aufschwemmung geschehen soll, starke Geschiebe oder gar Blöcke bei Hochwassern mit sich, so kann dies, wo bedeutende Vertiefungen zugeschwemmt werden sollen, wenn man vermag, jene Geschiebe dahin zur Ablagerung zu leiten, wenigstens bis solches geschehen ist, vortheilhaft sein. Geht dies nicht an, oder sind sie überhaupt hinderlich, so sucht man sie auf geeignete Weise abzuhalten, was durch Rechen, Spiegel, Schleusen, Wehre u. s. w., von denen im III. und IV. Abschnitte der zweiten Abtheilung die Rede sein wird, geschehen, damit bloß Sand und feinere Gerölle, oder lediglich nur Schlamm auf der Fläche sich ablagern kann.

Die Aufschwemmung kann entweder in der Weise erfolgen, daß man den Fluß ohne weiters auf die Fläche leitet und diese überfluthen läßt, wobei nur darauf Rücksicht genommen wird, daß das Wasser seiner Zeit einen Abfluß findet, oder es wird nach einem bestimmten Plane verfahren.

Das erstere ist allerdings das Einfachste und es läßt sich auch entschuldigen, wenn es sich um große Flächen handelt, wie z. B. Moore, Sandshollen u. dgl., die wenig oder keinen Ertrag abwerfen, für welche nur wenig Mittel zu Gebote stehen, und wo man noch nicht sicher weis, wie sich die Sache gestalten wird, oder welcherlei Maßregeln sich besonders bewähren

werden. Das Ganze gilt gewissermaßen als eine Art Versuch, thatsächlich ist es auch an mehr als einem Ort so angesehen und angegriffen worden, stellt sich dann ein guter Erfolg heraus, so ergibt sich das Weitere von selbst.

Einer derartigen Behandlung mögen wir das Wort nicht reden, denn es kann dabei ebensoviel verdorben, als gut gemacht, und durch eine unüberlegte Maßregel ein Zustand herbeigeführt werden, der von weiterm Verfolg der Sache abschreckt.

Wir halten dafür, daß auch hier ein planmäßiges Verfahren von vornherein angenommen und so lange es sich als richtig zeigt, beibehalten werde.

Wenn man auch den Fluß, welcher Geschiebe, Sand &c. mit den Trübwassern führt, anfänglich ohne besondere Vorkehrungen für seine Richtung zu treffen, auf die Fläche geleitet hat, wird man doch bald zu solchen sich entschließen müssen, und diese Richtung kann ihm, sobald sie festgestellt ist, in den herbeigeführten Geschieben, je nachdem es nöthig fällt, angebahnt werden, wobei nach den Regeln des Flußbaues verfahren wird.

Ist die Fläche entschieden ausgeprägte Mulde, also ringsum von höhern Gelände umgeben und dabei zusammenhängend, auch nicht größer, als daß sie bei jedem Trübwasser rasch und vollständig ausgefüllt wird, so ist kein Grund vorhanden, dies zu unterlassen. Man wird also von der Sohle des Flusses aus — wenn derselbe keine Gerölle, die man vermeiden will, führt — einen Graben bis an den äußersten Punkt der zu erhöhenden Fläche ausheben, damit man das Wasser möglichst schnell dorthin führen kann. Je mehr derselbe Gefäll erhalten kann, um so besser ist es. Dieser Graben muß jedoch entweder selbst bis zu einer tiefer liegenden Stelle des Flusses fortgeleitet, wenn nöthig also durch das höhere Gelände ausgestochen werden, oder wenn anderweite Abzugsgräben bereits vorhanden sind, über welche man verfügen darf, kann er in diese münden. Am Ende der auszufüllenden Fläche wird der Graben durch eine Spundwand geschlossen.

Diese Spundwand besteht aus 2 Pfählen von 8 bis 12 Zoll (0,24 bis 0,36 Meter) Stärke, mit einer 3 Zoll (0,09 Meter) tiefen Falz, in welche 8 Zoll (0,24 Meter) hohe und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll (0,015 bis 0,06 Meter) dicke Bohlen eingelassen werden.

Ist nun das Trübwasser im Graben bis an den Verschuß gedrungen, der so hoch ist, als man es überhaupt der Umgebung wegen zu stauen vermag, so wird es alsbald über den Graben steigen und die Fläche überschwemmen. Je höher das Wasser auf derselben steht, um so mehr Schlamm wird sich niederschlagen. Nach 2 bis 3 Tagen haben sich bereits alle schwereren Theile an den Boden gesenkt und selbst die feineren mehr nach der Tiefe gezogen.

Man kann nun die oberste Bohle des Verschlusses ausheben und das durch sie gestaute Wasser abziehen lassen. Sollte der Fluß jetzt noch Trüb-

wasser enthalten, so wird solches alsbald wieder hereintreten, falls man es oben nicht durch eine Schleuße ebenfalls abgesperrt hat. Ist dies der Fall gewesen, so wird diese so weit aufgezo- gen, daß unter ihr so viel Trübwasser hereinströmt, als beim Verschluß hinausgelassen wird. Ist der Fluß aber nicht mehr trübe, so bleibt die Schleuße zu. Hat sich das Wasser tiefer hinab geklärt, so wird eine weitere Bohle um die andere weggenommen, bis die gesammte Wassermasse durch den Graben abgezogen ist.

Wenn es sich um sehr bedeutende Wassermengen handelt, können sowohl mehrere Ein- als Auslässe angebracht, auch können die Verschlässe aus Doppelpfählen auf jeder Seite, zwischen welchen 4 bis 6 Zoll (0,12 bis 0,18 Meter) starke scharfkantige beschlagene Hölzer statt der Bohlen einge- lassen sind, gefertigt werden. Ueber die dabei nothwendigen Verwahrungen wird beim Wehr- und Schleussenbau die Rede sein.

Sollte die Fläche etwa höher als die Sohle des Flusses liegen, und nur wenn dieser steigt, unter Wasser kommen, so kann der Zuleitungsgraben auf die Sohlenebene gelegt werden und seine Sohle nach hinten etwas ansteigen, damit er beim Fallen des Flusses zugleich als Ableitungsgraben dient. Dann aber wird er vom Fluß nicht durch eine Schleuße, sondern ebenfalls durch eine Spundwand getrennt, weil der Ab- laß von oben geschehen muß. Wollte man ihn durch Ziehen einer Schleuße bewirken, so würde durch den Druck des Wassers von oben die Strömung so stark, daß eine Menge des nieder- geschlagenen Schlammes damit hinausgeführt würde.

Ist die Fläche von solchem Gelände begrenzt, welches nur wenig über sie erhaben, und außerdem vor dem Wasser zu schützen ist, so muß sie in entsprechender Höhe eingedammt werden. Eine solche Eindämmung kann auch bei sehr bedeutenden Flächen, bei welchen es viele Jahre dauern, bis man sie genügend erhöhen könnte, oder dann zur Anwendung kommen, wenn die Trübwasser nicht fürs Ganze hinreichen. Man nimmt dann einen Theil nach dem andern in Angriff, und zwar in der Reihenfolge, wie sie dem Flusse nahe liegen, da man über jeden fertigen Theil sofort den Zuleitungs- graben, der wenn nöthig eingedammt wird, verlängern kann. Ausnahmen dürfen nur dann zu rechtfertigen sein, wenn die Aufschwemmung an einem entfernteren Orte besonders wünschenswerth wäre.

Umständlicher wird die Sache, wenn die aufzuschwemmende Fläche nicht zusammenhängend, sondern von höhern Gelände bald da bald dort unterbrochen ist, was entweder gar nicht oder nur bei eigentlichen Hoch- wassern überschwemmt wird.

Reicht das Wasser hin, um alle einzelnen Flächen sogleich in Angriff zu nehmen, und stehen auch hiezu die nöthigen Mittel zur Verfügung, so ist die Anlage eines oder mehrerer Zuleitungsgräben so zu bewirken, daß die Trübwasser möglichst rasch überall, besonders aber nach den entfernteren

Punkten, bevor der Schlamm sich niederschlägt, gelangen können. Kann man mit den Zuleitungsgräben bei genügendem Gefäll auf höhern Punkten sich halten und aus ihnen die tiefern überschwemmen, so ist dies sehr rathsam, wo es aber nicht angeht, müssen Aquadukte, d. h. erhöhte Kanäle, für die Leitung erbaut werden. Nicht selten werden diese dann über andere Gräben, selbst über Bäche, weggeleitet, und es kann dabei sogar vorkommen, daß letztere eingedammt werden müssen, während auf beiden Seiten das Gelände von Wasser, aus einem andern — dem Schlamm führenden — Bache bedeckt ist. Ebenso können Strecken vorkommen, wo der Zuleitungsgraben unter einem andern Graben durchgeht.

Wenn man, was ganz unabweislich ist, vor dem Beginne der Arbeiten genaue Untersuchungen über alle einschlägigen Verhältnisse angestellt und ein möglichst vielseitiges Nivellement gefertigt hat, wird das Ganze in eine Anzahl kleinerer Aufgaben zerfallen, wovon jede ihre Eigenthümlichkeiten hat, deren Lösung aber nach dem bisher Besprochenen nicht schwer fallen dürfte.

Im Falle die Trübwasser oder die Mittel fürs Ganze nicht hinreichen, wird auch hier ein Theil nach dem andern hergestellt.

Wenn der Fluß, aus welchem die Trübwasser erfolgen, unmittelbar unter dem Zuleitungsgraben etwas aufgestaut werden kann, ist dadurch eine Vermehrung des Gefälles und eine größere Wassermenge für letztern zu erzielen, hat der Fluß so niedere Ufer, daß er beim Hochwasser über dieselben tritt, so müssen sie wenigstens so weit durch Dämme zc. erhöht werden, daß das auf die aufzuschwemmende Fläche geleitete Wasser nicht unterhalb, oder bei raschem Fallen des Flusses, ohne sich geklärt zu haben, wieder in diesen ablaufen kann.

Das gröbere Geschiebe hält man einfach vom Zuleitungsgraben ab, wenn man zwischen diesem und dem Flusse ein etwa 1 Fuß (0,3 Meter) hohes Brett oder eine Schwelle einlegt, über welche das Wasser in den Zuleitungsgraben fällt, während das Geschiebe daran vorbei, flußabwärts getrieben wird.

Soll später die Fläche bewässert werden, so werden die vorhandenen Gräben recht wohl dabei brauchbar sein.

Die zunächst des Flusses und der Zuleitungsgräben liegen bleibenden Geschiebe oder Sandmassen können oft zu Straßenmaterial, beim Bauen u. s. w. verwendet und selbst verwerthet werden, wäre dies nicht der Fall und sind sie hinderlich, so wird in jedem einzelnen Fall überlegt, wie man sich zu helfen hat. Bereits haben wir darauf hingewiesen, wie man, wo der Fluß deren zu viel mitführt, sie in demselben zurückhalten kann.

§. 220.

Bei Regulirung der Flüsse, besonders der größern, werden theils die nicht mehr nöthigen Arme, theils die zu breiten Flußbette zur Verlandung bestimmt. Diese erfolgt durch die Niederschläge aus dem Flusse selbst, allein nicht immer so bald, oder in der Weise, wie es wünschenswerth ist.

Wir haben bereits angeführt (§. 147), daß die schwersten Geschiebe stets da abgesetzt werden, wo der Arm mit dem Hauptfluß zusammenhängt, die leichtesten, der Sand und der Schlamm, aber am weitesten davon entfernt liegen. Ebenso sehen wir beim Querdurchschnitt des Bettes die stärksten Geschiebe in der Mitte, die schwächsten, den Sand und Schlamm, zunächst den Ufern. Bei Krümmungen vertritt die Stromrinne die Mitte und sind die Ablagerungen auf der convergen Seite breiter, aber von der schwächsten Art. Es ist dies lediglich Folge der verminderten Geschwindigkeit des Wassers, welches die schwereren Gegenstände nicht mehr zu bewältigen vermag, und demnach können wir, sobald wir jene vermindern, das Herbeischwemmen der letzteren beseitigen, das Niederschlagen des Schlammes dagegen befördern.

In einem Flußarme können wir die Geschwindigkeit des Wassers vermindern, sobald wir an seinem untern Ende die Sohle erhöhen. Diese Erhöhung wird gewöhnlich durch eine auf Niedriggerstand gelegte Schwelle bewirkt, und eine solche hat die Folge, daß die gröbern Geschiebe in dem Arme zurückbleiben.

Bei Flüssen mit starkem Gefälle wird dies aber nur so lange dauern, bis die Sohle auf die Höhe der Schwelle ausgefüllt ist, worauf die Geschiebe aufs Neue darüber weggetrieben werden.

Noch mehr werden sie zurückgehalten, wenn die Sohle auf die Höhe des mittlern Wasserstandes gelegt ist, und ihre Bewegung wird nur noch im obern Theil des Armes stattfinden, dessen Sohle noch um etwas die Höhe der Schwelle überragt, dagegen wird der feinere Sand etwas weiter, nur wenig des feinsten wird über die Schwelle hinübergetragen, wogegen dies bei dem Schlamm noch in großen Massen geschieht.

Am Ende des Flußarmes, also da, wo er in den Hauptstrom mündet, wird, weil die Kraft des letztern überwiegt, der Arm gestaut, und nicht selten dringt das Wasser des Hauptstromes noch eine, wenn auch kurze Strecke in dem Arme aufwärts. Bei Trübwassern ist das im Strome weit mehr gesättigt, als das am Ende des Armes und all' dieses wirkt zusammen, daß an der Mündung des Armes weit mehr Schlammablagerungen stattfinden, als weiter oberhalb in demselben. Ganz nahe an der Mündung ist dies jedoch nicht der Fall, weil hier der Hauptstrom das Angelegte von Zeit zu Zeit wieder fortschwemmt.

Fassen wir dies zusammen, so gewinnen wir die Anschauung, daß bei jedem Flußarme die größten Geschiebe am obern Anfang liegen, daß er dort am seichtesten ist, in der obern Mitte liegen schwächere Geschiebe und ist die Tiefe größer, in der untern Mitte ist er am tiefsten, und enthält mehr Sand, am untern Ende nimmt die Tiefe ab und herrscht der Schlamm vor.

Alle größern Ablagerungen haben die Form eines liegenden Kegels, dessen Spitze nach unten gerichtet ist. Fig. 110 stellt das Bett eines derart ausgefüllten Flußarmes im Längsschnitt und Grundriß dar.

Erhebt sich im Laufe der Zeit die Verlandung bis zum Hochwasserstand, so wird der untere Theil des Flußarmes der fruchtbarste, der obere der unfruchtbarste sein, weil er meist aus Geschieben, beziehungsweise Kies besteht, über dem zuletzt nur wenig Sand und Schlamm abgelagert werden konnte, nachdem bei der geringen Tiefe die Kraft fehlte, noch mehr Geschiebe herzuwälzen. Der Schlamm wird hier auch auf den höchsten Punkten liegen, die ausgerissenen Vertiefungen, bei jedem höhern Wasser aufs neue abgeschwemmt, werden reinen Kies so lange zeigen, als sich nicht eine, die weitere Abschwemmung hindernde Pflanzendecke bildet.

Durch rechtzeitige und zweckmäßige Vorkehrungen ist es jedoch möglich, die Verlandung nicht nur zu beschleunigen, sondern sie auch so zu leiten, daß an der Oberfläche nirgends Geschiebe, sondern eine die Vegetation begünstigende Schlammablagerung in hinreichendem Maße stattfindet.

Sobald es entschieden ist, daß der Fluß eine bestimmte Richtung erhalten soll, können die Vorkehrungen zu einer zweckmäßigen Verlandung getroffen werden, je länger man diese hinauschiebt, um so mehr wird man sich vom Ziele entfernen, denn sofort werden sich die schwereren Geschiebe am Eingang jedes verlassenen Theiles des bisherigen Flußbettes aufhäufen und denselben verschließen.

§. 221.

Die eigentlichen, d. h. die den Abschluß der Sohle bezweckenden Bauten, sind bereits im I. Abschnitt beschrieben worden. Wir haben also nicht nöthig, darauf zurückzukommen. Unter den Vorkehrungen, um Sand und Schlamm zum Absetzen zu bringen, sind die Schlammfänge weitaus die wichtigsten.

Schlammfänge kann man überall anlegen, wo Weiden und Pappeln zu wachsen vermögen, und damit ist ein sehr weiter Verbreitungsbezirk ausgesprochen, denn bekanntlich findet man sie an allen nur einigermaßen bedeutenden Flüssen und Bächen des mittlern Europa, mit Ausnahme der höhern Gebirge.

§. 222.

Die Anlage der Schlammfänge ist durch Figur 111 im Querschnitt und Grundriß versinnlicht und geschieht vom Lande aus, in Reihen,

welche entweder senkrecht, oder etwas abwärts geneigt, auf den Stromstrich gerichtet werden. Die Richtung aufwärts ist — wenigstens bei starker Strömung — und eine solche muß man besonders bei Hochwassern voraussetzen — nicht rathsam, denn erfahrungsmäßig werden sie in solcher Richtung leicht durchgerissen. Sie können in der Zeit vom Abfall des Laubes bis kurz vor dessen Wiederausbruch gefertigt werden. Für die schicklichste halten wir das Frühjahr, weil sie dann von den Eisgängen nicht schon im Anfang zu leiden haben, sofort sich bewurzeln, anwachsen und dadurch viel fester und widerstandsfähiger, als so lange sie noch nicht bewurzelt sind. Dies spricht besonders gegen die Anlage im Spätjahr und Winter, obgleich auch sie da nicht ausgeschlossen, wo um diese Zeit der Wasserstand gewöhnlich am niedrigsten ist, denn auf diesen hat man die erste Rücksicht zu nehmen.

§. 223.

Bevor die Arbeiten beginnen, oder während derselben, wenn genügende Kräfte zu Gebot stehen, läßt man 3- bis 5jähriges Reiß von Weiden — alle am Wasser wachsenden sind brauchbar, besonders geeignet ist die weiße und die Wasserweide (*Salix alba* und *aquatica*) — und Schwarzpappeln, wie es der Schlag gibt, hauen und entweder zur Stelle oder an einen vor Ueberschwemmung geschützten Ort in der Nähe verbringen. Es kann des bequemen Transports wegen in Gebunde, die einer Mannslast entsprechen, gebracht werden, nöthig ist es gerade nicht.

Besteht der Boden aus weichem Schlamm, so wird das Reiß, an welchem durchaus nichts beschnitten wird, in Reihen mit den Stockenden 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß (0,3 bis 0,45 Meter) so in den Boden gesteckt, daß etwa alle 1 bis 2 Fuß (0,3 bis 0,6 Meter) ein stärkeres Reißstämmchen kommt, zwischen welchen die schwächern je 3 bis 4 Zoll (0,09 bis 0,12 Meter) von einander gesteckt, vertheilt werden. Das Reiß wird verschränkt gesteckt, damit die Reihe möglichst dicht und etwa 8 bis 10 Zoll (0,24 bis 0,3 Meter) breit wird. Das kürzere Reiß wird zunächst dem Ufer, das längste in der tiefsten Stelle gesteckt, so daß die Gipfel in einerlei Ebene liegen, weil sie auf diese Weise, wenn überschwemmt, sämmtlich am ersten wieder aus dem Wasser hervorragen.

Wo der Boden nicht so weich ist, daß das Reiß ohne Mühe eingesteckt werden kann, fertigt man ein Gräbchen von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Fuß (0,3 bis 0,45 Meter) und stellt in dieses das Reiß, oder sucht es einigermaßen einzustecken, worauf das Gräbchen gefüllt wird. Gut ist es, wenn dieses, so wie das eingesteckte Reiß auf beiden Seiten mit einem 5 bis 6 Zoll (0,15 bis 0,18 Mtr.) hohen Erdanwurf versehen wird, weil es dann im Wasser um so fester steht, auch um so besser anwächst.

So weit man des Wasserstandes wegen kommen kann, wird Reiß gesteckt,

jedoch muß das äußerste, was, wie schon gesagt, das längste sein soll, wenigstens 6 bis 8 Fuß (1,8 bis 2,4 Meter) über den Boden hervorragen. Das kürzere, welches mehr zur Verdichtung zwischen den stärkern Stämmchen dient, wird selten — nur etwa in trockenen Jahren — fortwachsen, da es gewöhnlich zu lange unter Wasser steht und deshalb abstirbt. Acht bis zehn Tage können Schlammfänge von Weiden- und Pappelreis selbst im Sommer vollständig vom Wasser bedeckt sein, ohne abzusterben, und wenn nur hie und da die äußersten Spitzen aus dem Wasser hervorragen, erhalten sie sich sicher. Länger als jene Zeit dauern aber auch die Hochwasser nicht an, und daher werden sie nicht leicht, um so mehr aber die Eisgänge den Schlammfängen nachtheilig, besonders wenn bei Hochwassern starker Frost eintritt und das Wasser während desselben unter der Eisdecke stark wegfällt.

So tief das Reis im Wasser steht, treibt es eine Menge von bartartig herabhängenden Wurzelbüscheln in solches, die nebst dem kleinern dicht gesteckten, wenn auch abgestorbenen Reis das Wasser hinter und vor ihnen beruhigen und dadurch den Absatz des Schlammes bewirken. Die Höhe, wo die Wurzeln aufhören, zeigt die des mittlern Wasserstandes an. Damit nichts die Dichtigkeit der Schlammfänge störe, dulde man das Einsammeln des darin dürr gewordenen Gehölzes durchaus nicht.

Die Entfernung der Reihen von einander ist für jeden einzelnen Fall zu erwägen. Je rascher das Wasser fließt, um so mehr ist es nöthig, die Reihen näher zusammenzurücken, je mehr aber letzteres der Fall ist, um so höher steigt der Aufwand, und um so weniger kann man darauf rechnen, daß zwischen denselben aufkommender Anflug von Weiden, welcher sich einstellt und erhält, sobald der Boden der Mittelwasserhöhe nahe ist, gedeihlich fortwache, denn daran hindert ihn die von den höhern Schlammfängen ausgehende Beschattung. Näher als auf 1 Ruthen (3 Meter) wird man selbst bei sehr raschen Flüssen die Reihen nicht zusammenstellen, 2 Ruthen (6 Meter) genügen in den meisten Fällen, wenn man alsdann dem nach 2 bis 3 Jahren sich einstellenden Anflug dadurch Luft macht, daß man die Ausschläge der Schlammfänge in der ursprünglichen Höhe derselben wegnimmt, wird er sich erhalten. Fließt das Wasser weniger schnell, so können die Reihen 3 bis 4 Ruthen (9 bis 12 Meter) Entfernung erhalten, welche für den Anflug günstiger ist, über 5 Ruthen (15 Meter) rathen wir jedoch nicht zu gehen, weil sonst die Wirkung selbst in nahezu ruhigem Wasser zu sehr abgeschwächt wird.

Die Kosten betragen, wenn der Werth des Holzes nicht berechnet wird, per Ruthen (3 Meter) zwischen 3 bis 5 Kreuzer.

§. 224.

Sind die Schlammfänge angewachsen, bei hohem Wasserstand aber hie und da durchgerissen worden, so werden alle beschädigten Stellen im nächsten

Winter oder Frühjahr ausgebessert, was mit gleich hohem Reiß, wie es ursprünglich verwendet wurde, geschieht, alles dürrgewordene Reiß wird dabei belassen.

Sowohl zwischen den Reihen, als vor denselben wird sich Schlamm anlegen, letzteres aber mehr an convergen als an concaven Ufern. Sobald dies so weit geschehen ist, daß man 4 bis 5 Fuß (1,2 bis 1,5 Meter) nach außen die Reihen verlängern kann, soll dies nicht versäumt werden, denn da, wo die Schlammfänge am tiefsten stehen, sind sie am wirksamsten, und je länger die Reihen, um so rascher geht die Verlandung im allgemeinen vor sich, weil dann auch hinter den ältern Reihen das Wasser ruhiger wird.

Die Reihen der Schlammfänge auf der convergen Seite werden bei der Verlängerung bald zu weit auseinander und auf der concaven einander zu nahe kommen, im ersten Fall bildet man Zwischenreihen, im andern läßt man je eine Reihe ausfallen, oder bildet neue, selbstständige Reihen.

In Figur 111 ist durch gestrichelte Linien das alte Flussbett angegeben. Außerdem sind die 1-, 2-, 3- und 4-jährigen Anlagen gezeichnet und ist der 1-jährige Weidenanflug durch Punkte angedeutet.

Die Ausschläge der Schlammfänge, so wie die aus Anflug entstandenen Weiden lasse man nicht älter als 4, höchstens 5 Jahre alt werden, dann haue man sie so hoch über dem Boden ab, daß bei Ueberschwemmungen die Ausschläge nicht zu lange unter Wasser stehen, wodurch sie ersticken würden. Die Stöcke sollen also ebenfalls in einer Ebene liegen. Diese Vorsicht versäume man ja nicht, denn durch einen zu tiefen Hieb kann die ganze Anlage zu Grunde gehen, und dann ist auf Weidenanflug nicht mehr zu rechnen, da sofort der Boden sich dicht mit Unkräutern überzieht, in welchem der Anflug nicht aufkommt.

Man kann Schlammfänge auf Sand- und selbst auf Kiesbänken anlegen, wenn sie nur häufig von Trübwassern überschwemmt werden, denn diese setzen Schlamm ab, welcher die Anlage bald in gedeihlichen Wuchs bringt. Die ursprünglich nur 1 bis 1½ Fuß (0,3 bis 0,45 Meter) in den Boden gesteckten Weiden zc. können 3 bis 4 Fuß (0,9 bis 1,2 Meter) hoch im abgesetzten Schlamm stehen, ohne im Wuchs nachzulassen, was erst bei größerer Erhöhung und Mangel an Feuchtigkeit geschieht. Deshalb kann man auch, wo Geschiebeablagerungen stattfinden, bevor solche zu hoch werden, durch Schlammfänge gegen das Entstehen ganz unfruchtbarer Kiesbänke wirken, da jene die Geschiebe, wenn nicht überall, doch an vielen Orten aufhalten, jedenfalls aber auch Niederschläge von Sand und Schlamm veranlassen, durch welche der Boden doch einigermassen für die Vegetation tauglich wird.

Wenn in dem Flussarme, etwas entfernt vom Ufer, wie das nicht selten vorkommt, Schlammbanken sich bilden und über das Wasser hervortreten, so

bleibt zwischen diesem und dem Lande eine Vertiefung, welche nicht nur weit schwerer sich verlandet, sondern eher noch ausgespült und so zu einem untergeordneten Arme wird. Dies wird befördert, wenn die Bank mit Schlammfängen versehen wird, die aber mit den vom Land aus angelegten nicht zusammenhängen. Kann man diesen Zusammenhang durch Schlammfänge von höhern Reiß bewirken, so versäume man es nicht, stecke jedoch die Reihen bedeutend dichter, weil sie einen viel stärkern Wasserandrang auszuhalten haben. Halten sie sich nicht, so führe man in Reihen, wenn auch etwas weitläufiger (der Kosten wegen), Geflechte aus, um den Zusammenhang zu vermitteln, gienge das nicht an, so ist es besser, auf der Bank gar keine, oder nur auf der äußern Seite derselben, also nach dem jenseitigen Ufer hin, Schlammfänge anzubringen, dagegen aber von der Landseite aus um so rascher vorwärts zu gehen. Würde auch dies nicht zum Ziele führen, so suche man bei niederm Wasserstande durch die Vertiefung in angemessenen Entfernungen Schwellen zu legen, welche durch festgepfählte Faschinen gebildet werden können, ohne großen Kostenaufwand zu erfordern.

Es ist nützlich, solchen Vertiefungen, sobald sie sich zu bilden beginnen, entgegenzuwirken, weil sie später, die Fläche mag land- oder forstwirtschaftlich benützt, vielfach hinderlich werden. Liegen sie nur wenig unter Mittelwasser und wird die Strömung nicht allzustark in ihnen, so kann man ihnen vorläufig dadurch einigen Ertrag abgewinnen, daß man sie mit Sekstangen von 8—10 Fuß (2,4 bis 3 Meter) Höhe bepflanzt, die durch einen starken Erdanwurf befestigt werden. Sie ersetzen jedoch die Schlammfänge nicht und leiden unter dem Eisgang. Auch bei Anlage der Schlammfänge kann man Sekstangen in Reihen zwischen diesen anbringen, in welchem Falle ihre Höhe sich nach der der Schlammfänge richtet.

Bei allen Vorkehrungen Behufs der Verlandung, dürfen aber die Regeln des Flußbaues nicht außer Acht gelassen werden.

Insbondere ist aufmerksam darauf zu machen, daß je mehr Trübwasser in einen Arm gelangen kann, um so mehr Schlamm u. s. w. wird sich absetzen. Deswegen ist zu sorgen, daß die obere Verbindung des Armes mit dem Fluß selbst nicht abgeschlossen, weil sonst ein Durchstich nöthig wird. Durch angemessene Einengung daselbst, mittelst Bühnen und Traversen, deren Köpfe durch einen Streichbau verbunden werden, erhält das Wasser eine größere Geschwindigkeit, vermag die Geschiebe, die sonst den Eingang als Barre versperren würden, weiter abwärts zu führen, und sie werden in der Tiefe des untern Theiles des Armes abgelagert, wo sie später für die Vegetation nicht hinderlich sind.

Das Wasser würde aber diese Kraft nicht behalten, sobald unten an der Mündung ein Abschluß oder ein Zulegen erfolgte, deßhalb ist auch dies nöthigenfalls durch eine ähnliche Einschränkung wie oben zu verhüten. Nur

in dem Falle, als die Kraft des Wassers so groß wäre, daß es die Geschiebe durch den Arm und aus ihm hinausführte, mag es rathsam erscheinen, die untere Deffnung breiter als die obere zu belassen, wodurch die Geschwindigkeit des Wassers daselbst ermäßigt wird. Im Uebrigen soll im Anfang unten so viel Wasser ausfließen, als oben hereinkommt, bis die tiefsten Stellen mit Geschieben ausgefüllt sind. Allerdings läßt sich dies leichter sagen als ausführen, in den meisten Fällen wird man froh sein, es annähernd treffen zu können, in den ältern, oben verlandeten Armen muß man ohnehin die Zustände nehmen, wie sie sind, oder einen Durchstich daselbst machen.

Wenn man nicht die Absicht hat, die Verlandungen vorzugsweise auf einer Seite des Armes zu bewirken, so wird man gleichzeitig auf beiden Seiten, und wenn thunlich, gleich lange Schlammfänge anlegen. An concaven Ufern wird letzteres aber nicht möglich sein, da hier der Arm eine weit größere Tiefe hat, als auf der entgegengesetzten convergen Seite. Hier müssen eben die Umstände jeweils sorgsam erwogen, besonders müssen die Schlammfänge dort dichter gefertigt werden, weil auf der concaven Seite ein größerer Wasserandrang zu überwinden ist.

Sind die Arbeiten zweckmäßig geführt worden, so wird der Arm an seinem untern Ende am seichtesten werden, und bald wird der Schlamm hier über der Höhe des niedersten Wasserstandes erscheinen. Unter der Voraussetzung, daß bisher längs der beiden Ufer die Anlagen wie beschrieben und so fortgesetzt worden sind, daß der Arm durch dieselben zwar immer mehr, aber überall gleich breit eingengt wurde, ist es jetzt Zeit von unten an die Schlammfänge beider Ufer zu verlängern und sobald thunlich zu verbinden, sei es durch Keiß oder durch Schwellen, wie sie bereits beschrieben worden sind. Wäre im obern und mittlern Theil des Armes aber die Verlandung noch weit zurück, so schließt man nicht völlig ab, sondern läßt die Reihen an einer geeigneten Stelle so offen, daß die Deffnungen aller Reihen auf einander passen, also eine Art Abflußkanal sich bildet, der sich sofort vertiefen wird. Im Arm entsteht dadurch ein größeres Gefäll, also auch ein vermehrtes Eindringen von Wasser, beziehungsweise Schlamm, was eine raschere Verlandung in den oberhalb gelegenen Theilen bewirken wird.

Die obersten Theile sollen sich zuletzt verlanden und gerade hier wird man am meisten Mühe haben, eine zu frühe Verlandung zu verhüten. So wenig aber, als oben der Einfluß verhindert wird, darf man unten den Ausfluß ganz verschließen, bevor die Fläche so weit sich erhöht hat, daß sie sich bewachsen kann, denn sobald das Wasser keine genügende Bewegung hat, wird es zwar hereintreten, allein es wird auch auf demselben Weg wieder zurückgehen, es mag wohl allen Schlamm absetzen, doch dieser ist dem Niederschlag nicht zu vergleichen, der erfolgt, wenn immer neues Trübwasser dem über die Fläche langsam wegfließenden nachdrängt. Man darf, um sich dies

klar zu machen, nur berechnen, daß, wo im erstern Fall ein Hochwasser, z. B. 1000 Kubikfuß (oder R.-Meter) Wasser hinführt, was nach 3 Tagen wieder — allerdings klar — in den Fluß zurückgeht, bei einer Geschwindigkeit von nur $\frac{1}{2}$ Fuß (oder Meter) in der Sekunde, in einer Minute 30, in einer Stunde 1800, und in 3 Tagen 129,600mal so viel über die Fläche gegangen sind, aus welchen sicherlich das 10-, vielleicht das 100fache mehr an Schlamm niedergeschlagen wurde, als im erstern Falle.

Nicht selten münden in solche Flußarme Seitenbäche, die nicht verlegt werden können. Bei ihnen gilt bezüglich der Mündung das in §. 169 Gesagte, im Uebrigen aber wird man bei zweckmäßiger Anlage der Schlammfänge mit ihnen weniger Mühe haben, sie werden, da sie die Mündung des Armes offen erhalten helfen, selbst vortheilhaft wirken, und schließlich braucht man sie lediglich auf ihre Normalbreite mit Hülfe von Schlammfängen und etwaiger Uferverwahrung einzuengen.

§. 225.

In früherer Zeit wurden die sogenannten Entenester vielfach empfohlen, kleine Gruben, die mit 8 bis 10 und mehr Pappel- und Weidenstecklingen belegt und darauf so mit Erde bedeckt werden, daß die mit Knospen versehenen Spitzen hervorragen. Sie sind aber der Empfehlung nicht werth, gegen die Schlammfänge halten sie keinen Vergleich aus, und wenn es sich darum handelt, eine Fläche mit Weiden zu kultiviren, erreicht man durch einzelne Stecklinge den Zweck einfacher und besser. Sie waren früher am Rheine allgemein im Gebrauch, sind aber seit Erfindung der Schlammfänge, die vor etwa 30 Jahren in hiesiger Gegend aufkamen, durch diese verdrängt worden und hier bereits vergessen.

§. 226.

An Gewässern mit starkem Fall, wie z. B. im höhern Gebirge, würden die oben beschriebenen Schlammfänge zerrissen werden, auch kann hier von Fangen des Schlammes keine Rede sein, indem es sich darum handelt, die alten Flußbette mit Geschieben größerer Art auszufüllen, in deren Zwischenräumen nach und nach Sand und bessere Erde eindringen. Hier werden quer durch den Arm in Reihen gelegte größere Steine, die das Wasser nicht mehr zu bewältigen vermag, wenn solche zu haben sind, die besten Dienste leisten, die Entfernung der Reihen wird ähnlich wie bei Schlammfängen, nach der Gewalt des Wassers zu bemessen, jedoch nicht so weit sein dürfen. Zwischen diesen Reihen, die aber, ähnlich wie die Vorlagen, so fest als möglich gespannt sein müssen, wird dann bei höherm Wasserstand kleineres Geschiebe sich absetzen. Sind die Räume ausgefüllt, so werden neue Reihen gebildet, wenn man nicht vorzieht durch starke Dämme den Zutritt des Wassers ganz abzuschließen, insofern die Ausfüllung bereits über Mittelwasserhöhe erfolgt

ist, denn bei solch' wilden Wassern kann man niemals sicher sein, daß sie nicht wieder den alten Weg wählen.

§. 227.

Sollte es an Steinen mangeln, dagegen Holz billig zu haben, so dürfte es vorzuziehen sein, Reihen von 4 bis 5 Zoll (0,12 bis 0,15 Meter) starken Pfählen senkrecht und fest einzutreiben und an deren oberer Seite andere, längere, die ebenfalls in den Boden reichen, in schiefer Richtung anzubringen. Man versteht sie der Sicherung wegen mit einem Steinbewurf. Sie sind im Berchtesgadischen am Eisbache zu sehen, heißen dort Sandfänge und dienen besonders in den Curven, nach Art der Traversen. Figur 112 zeigt ihre Anlage. Von selbst versteht es sich, daß auch Schlammfänge, Stein- und Pfahlreihen bei Flüssen, die bloß auf die Normalbreite zurückgeführt oder sonst beschränkt werden sollen, als Unterstüzung zwischen den eigentlichen Traversen oder als solche selbst dienen können, wovon bereits in §. 165 die Rede war.

Bweite Abtheilung.

Arbeiten zur Benutzung des Wassers.

§. 228.

In der Land- und Forstwirthschaft wird das Wasser entweder als Trinkwasser, wie man sich allgemein ausdrückt, also unmittelbar zum Verbrauch verwendet und deßhalb in Brunnen gefaßt, oder man benützt seine die Pflanzen nährenden, d. i. die düngenden Bestandtheile durch Bewässerung, oder es dient mit Hülfe von Wehren und Schleussen als bewegende Kraft.

I. Abschnitt. Benutzung des Trinkwassers. Brunnen.

§. 229.

Man theilt die Brunnen in solche mit 1) laufendem oder mit 2) stehendem Wasser.

Die Fassung der Quellen in sogenannten Brunnstuben ist ein so einfaches und bekanntes Geschäft, daß es wohl keiner besondern Beschreibung bedarf, es genügt derselben eine solche Weite zu geben, daß die ganze Quelle darin enthalten ist, oder wenn diese auf einen größern Raum sich vertheilt, die Brunnstube derart zu erweitern, daß sie von den einzelnen Wasserfäden so viele abschneidet, also in sich aufnimmt, als man zur Speisung des Brunnens in der trockensten Jahreszeit bedarf, was durch längere Zeit fortgesetzte