



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen

Romberg, Johann Andreas

Leipzig, 1847

Tafel 156. Von den Fangedämmen.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-63572](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-63572)

wird. Die Bruchsteine für das Gewölbe und die Stirnmauern werden mehr oder weniger aus dem Rauhen zugerichtet, und die Schal Bretter sind hier nothwendig, damit die kleinen Steine nicht durchfallen, sondern sich mit dem Mörtelbett verbinden können.

Bei Gewölben aus Quadern aber werden diese nicht auf ein Mörtelbett gesetzt, denn man muß während des Aufsetzens der Wölbsteine zu den Fugen kommen können, theils um ihre Richtung nach Gefallen reguliren, theils um sie verstopfen und oben Cement eingießen zu können. Man legt daher unter jede Wölbsteinschicht einen Lagerbalken, nach der Größe des Gewölbes, für kleine Bogen von 4—5 und für größere von 6—10 Zoll Dicke. Sie dürfen aber nicht breiter sein, als es die Breite der Wölbung erlaubt, und sollen 4—5 Zoll über die Lagerbalken hinausreichen, um jederzeit zu den Fugen kommen zu können.

Jeder Lagerbalken wird auf jeder Rippe auf zwei eichene Keile gelegt und zwischen die Lagerbalken und die Wölbsteine kommen ebenfalls solche Keile. Sie dienen zum genauen Einrichten der Wölbsteine, und nach vollendetem Gewölbe werden sie ausgeschlagen oder mit einem Meißel zerstückt, damit sich jenes zusammensetzen könne. Die Lagerkeile werden am Rücken 2—6 Zoll dick nach jedesmaligem Bedürfnis, man sieht also, daß der Abstand des Lehrgerüsts von der innern Gewölbfläche von 10—18 Zoll betragen könne und daß die Dimensionen des Lehrgerüsts hiernach gerichtet werden müssen.

Für die genauere Bestimmung der Figur des Lehrgerüsts, wenn nämlich die Brücke über 25—30 Fuß weit werden soll, ist aber noch ein wesentlicher Umstand in Betracht zu ziehen. Es ist nicht wohl thunlich, die Fugenflächen der Wölbsteine so vollkommen eben zu machen, daß sie sich in allen Punkten berühren, daß also das geschlossene Gewölbe, sobald es seiner eigenen Schwere überlassen wird, sich nicht senken und dadurch die Fugenflächen nicht noch enger an einander gepreßt werden sollten. Wollte man die Fugenflächen nach Art der Alten so vollkommen eben schleifen, als es möglich wäre, so würde doch nie aus dem Gewölbe ein Ganzes werden, weil der Mörtel nicht so gut, als auf rauheren Flächen, bände; überdies könnte man kein Lehrgerüst so fest bauen, daß es nicht die Last der Wölbsteine vor dem Schlusse etwas zusammendrücken, und seine Form verändern sollte. Wir haben aber noch gar keine Erfahrungen, nach denen wir uns wegen des Zusammensetzens richten könnten und aus der Theorie läßt sich eine solche Erfahrung schwerlich genugthuend im Voraus bestimmen.

Bei der unvollkommenen Fugenbearbeitung der Neuern wird es nothwendig, dünne Holzkeile oder Bleikugeln zwischen die Fugen zu legen, damit die etwaigen Erhabenheiten oder die Kanten der Flächen nicht den ganzen Druck allein erleiden und zersprengt werden möchten. Das Ausgießen und Ausstopfen der Fugen mit Cement verhindert dieses Zersprengen ebenfalls.

Bei dieser Verfahrungsart konnten keine festgeschlossenen Fugen stattfinden; sie konnten eng oder weit, das Zusammensetzen des Gewölbes also gering oder stark sein. Hierauf hat ferner der Grad der Austrocknung des Mörtels, die Arbeitszeit, die Zeit von der Vollendung des Gewölbes bis zur Ausrüstung einen bedeutenden Einfluß. Bei einem hängenden Lehrgerüst fängt aber das Setzen sogleich an, wenn man die oberen Wölbsteine aufsetzt, und nimmt zu bis zum Schlusse; die Senkung ist dabei, unter gleichen andern Umständen, größer, als bei dem Gebrauche eines festen Lehrgerüsts, wo außerdem der Mörtel schon mehr Consistenz gewonnen hat, weil die Senkung später anfängt.

Wir müssen noch hinzufügen, daß nach gemachten Erfahrungen die Senkung bei gestützten Gerüsten weniger stattgefunden hat, als bei gehängten, doch lassen sich aus diesen Erfahrungen noch keine ganz befriedigenden Folgerungen für die Ausführung ziehen.

Verzeichnung nennt man die Verzeichnung eines Lehrbogens in natürlicher Größe, wozu dann eine dieser Größe angemessene ebene Fläche nothwendig ist. Für kleine Bogen kann man einen Bretterboden zusammenlegen, sobald aber der Bogen zu groß wird, so muß das Terrain geebnet und gestampft werden, worauf man dann eine wagrecht liegende, schwache Mauer macht, deren Oberfläche aber durchaus eine Gleiche bilden muß. Die erforderlichen Kreisbögen werden mit dem Stangenzirkel,

nicht mit der Schnur, aufgerissen. Eine Stange bildet man aus Brettstücken, welche zusammengesetzt sind. Bei großen Kreisen, bei welchen man mit dem Stangenzirkel nicht ausreicht, muß man zu Berechnung der Hüftlinien scheitern und man erhält dann eine Kreislinie von der ganzen oder halben Größe der Verzeichnung.

Tafel 156.

Von den Fangedämmen.

Wir haben den Abschnitt über die Fangedämme und Bohlenwerke dem Werke von Hagen: „Handbuch der Wasserbaukunst“ entnommen. Da wir keine Gelegenheit hatten, solche Werke der Baukunst selbst auszuführen und darin Erfahrungen zu machen, so haben wir die Quellen, in welchen dieser Gegenstand abgehandelt wurde, verglichen, und gefunden, daß Hagen auf seinen vielfachen Reisen die interessantesten Bauten dieser Art gesammelt hat und sie mit einer Klarheit und Gründlichkeit beschreibt, die nichts zu wünschen übrig läßt. Wir haben alles das aus diesen Aufsätzen weggelassen, was nur dem höher gebildeten Wasserbaumeister von Interesse sein kann. Wäre das angeführte Werk nicht schon allgemein bekannt und anerkannt, so würden wir hier Veranlassung nehmen, allen Denen, welche sich gründliche Kenntniß des Wasserbaues verschaffen wollen, es als Grundlage zu ihren Studien in diesem Zweige der Wissenschaft zu empfehlen.

„Häufig ereignet es sich, daß man die Baugrube nicht im hohen und wasserfreien Boden, sondern auf einer Stelle eröffnen will, die mit Wasser bedeckt ist, und zuweilen muß in dem Flußbette selbst die Fundirung vorgenommen werden. In diesen Fällen läßt sich der eigentliche Bau bei Anwendung der gewöhnlichen Methoden nicht früher beginnen, bis man die Baugrube ausgeschöpft hat, und hierzu ist es wieder erforderlich, daß sie vorher schon gegen das umgebende Wasser abgeschlossen und ein ungehinderter freier Zutritt von den Seiten oder auch wohl durch den Boden unmöglich gemacht ist. Diejenigen Wände, welche zur Seite künstlich aufgeführt werden, um das Wasser abzuhalten, nennt man Fangedämme; sie müssen nicht nur dem Drucke des Wassers hinreichend widerstehen, und wo es nöthig ist, auch so fest sein, daß sie vom Schlage der Wellen nicht leiden, sondern es kommt dazu auch noch die Bedingung, daß die feinen Wasseradren nicht hindurchdringen dürfen, wodurch das Wasserschöpfen außerordentlich erschwert wird, die Fangedämme selbst wegen der zunehmenden Erweiterung solcher Oeffnungen auch leicht in Gefahr gesetzt werden würden. In einzelnen Fällen beschränkt sich der Zweck der Fangedämme nur darauf, die Strömung und die starke Bewegung des Wassers von der Baugrube abzuhalten, alsdann sind die kleinen Oeffnungen darin nicht nachtheilig, das Wasser dringt mit Leichtigkeit hindurch und stellt sich von beiden Seiten in gleiche Höhe, so daß auch die Verschiedenheit des Druckes aufhört. Ihre Ausführung wird alsdann besonders einfach, doch hat man nicht leicht Gelegenheit, sich mit solchen Fangedämmen zu begnügen; es geschieht dieses nur, wenn die Fundirung unter Wasser ausgeführt wird. Endlich ist zuweilen der Baugrund so lose und so durchdringlich für das Wasser, daß die Umschließung der Gruben von der Seite noch nicht hinreichend das Zudrängen der Quellen verhindert; alsdann hat man es zuweilen versucht, noch eine besondere Ueberdeckung des Bodens mit wasserdichten Schichten darzustellen, es giebt indeß nur sehr wenige Beispiele dafür und man nennt diese Ueberdeckung des Grundes einen Grundfangedamm.

Bei dem Fangedamme, der die Baugrube zur Seite umschließt, ist zunächst die Höhe desselben zu bestimmen, indem von dieser seine Stärke und seine ganze Constructionsart abhängt. Wenn die Wasserstände lange Zeit hindurch regelmäßig beobachtet sind, so kann man aus den Tabellen ersehen, bis zu welcher Höhe die stärksten Anschwellungen steigen und welche Wasserstände man während der muthmaßlichen Dauer des Grundbaues erwarten kann. Bis über die allerhöchsten Wasserstände, welche jemals vorgekommen sind, wird man niemals die Fangedämme erheben, denn man wählt zum Grundbau immer diejenige Jahreszeit, wo die Anschwellungen selten und nicht bedeutend hoch, noch auch lange anhaltend sind. Es

kann freilich geschehen, daß der Theil des Baues, während dessen man den Fangedamm gebraucht, in einem Sommer nicht beendigt wird und es sonach auch sehr vortheilhaft wäre, wenn die Umschließung selbst die höchsten Winter- oder Frühjahrsfluthen abhalten könnte; da jedoch die Kosten für die Anlage des Fangedammes im Allgemeinen nicht der ersten Potenz der Höhe, sondern dem Quadrate derselben proportional anzunehmen sind und in der Regel selbst dieses Verhältnis noch nicht genügt, so muß man schon, um gar zu große Ausgaben zu vermeiden, solche außerordentliche Fälle unbeachtet lassen und sich darauf gefaßt machen, sobald sie eintreten, die Arbeiten einzustellen und den ausgeführten Theil des Werkes mit Wasser bedecken zu lassen. Es bezieht sich dieses gemeinhin nicht nur auf das höchste Frühjahrswasser, sondern auch auf die höheren Wasserstände, welche in seltenen Fällen auch in derjenigen Jahreszeit eintreten können, die man zum Baue wählt, und die Frage, ob man bei einem gewissen Bau den Fangedamm etwa 9 oder 10 Fuß hoch machen soll, läßt sich ganz genau entscheiden, wenn man die Vortheile und Nachtheile des letzten Falles vergleichungsweise gegen den ersten in Zahlen ausdrückt. Der Vortheil dagegen ist gleich den Kosten, den die Unterbrechung der Arbeit mit Rücksicht auf die etwaigen Beschädigungen beim höheren Wasserstande verursachen würde; dieser Vortheil tritt aber nicht mit Gewißheit ein, sondern er giebt sich nur in dem Falle zu erkennen, wenn der Wasserstand zufälliger Weise während der Dauer des Baues sich so stellt, daß wohl der 9 Fuß hohe, jedoch nicht der 10 Fuß hohe Fangedamm überfluthet würde. Man muß also mit Rücksicht auf die Dauer des Grundbaues und auf die Jahreszeit, in welcher derselbe ausgeführt wird, die Wahrscheinlichkeit eines solchen Falles aus den Wasserstandstabellen zu ermitteln suchen, und mit derjenigen Zahl, welche diese Wahrscheinlichkeit ausdrückt, wird die zuerst gefundene Größe des Vortheils multiplicirt. Dieses Product ist der Werth, womit man den Vortheil mit Rücksicht auf die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens in Rechnung zu stellen hat; ist er größer, als der obige Nachtheil, so wird es räthlich, die Erhöhung vorzunehmen, im andern Falle dagegen nicht. In einzelnen Fällen werden die Erfolge freilich anders ausfallen, als man hiernach erwarten kann. Wo es sich jedoch darum handelt, bei der Ausführung einige Hundert oder Tausend Thaler zu sparen, da sollte die Mühe, welche eine kleine Rechnung verursacht, auch nicht zu hoch angeschlagen werden. Es muß aber noch bemerkt werden, daß der obere Theil eines Fangedammes wegen des unvermeidlichen Segens der Erde gemeinhin den Durchfluß des Wassers nicht ganz sicher verhindert und deshalb pflegt man etwa einen Fuß über denjenigen Wasserstand hinaufzugehen, den man noch sicher abhalten will.

An den Meeresküsten, wo der Unterschied zwischen Ebbe und Fluth sehr bedeutend ist, dient der Fangedamm gewöhnlich nur dazu, um das Eintreten des Wassers zur Zeit der niedrigsten Ebben zu verhindern; die Bauzeit beschränkt sich dann immer nur auf eine oder anderthalb Stunden, und sobald das Wasser merklich steigt, wird die Baugrube sogleich inunbart, und wenn die vielfachen Unterbrechungen dabei auch sehr störend sind, so läßt es sich doch nicht verkennen, daß die regelmäßige Wiederkehr eines so niedrigen Wasserstandes andererseits wieder die Fundirung sehr erleichtert und die Kosten für Anlage eines Fangedammes und für Wasser schöpfen in hohem Grade ermäßigt.

Von der Höhe, welche der Fangedamm erhält, muß seine Stärke abhängen, und zwar ist es nicht nur nöthig, ihm bei größerer Höhe auch eine größere Breite zu geben, sondern die ganze Construction muß alsdann auch solider gewählt werden. Bei einer Höhe von wenigen Fuß genügt es, den Erddamm ohne alle Holzwand aufzuschütten, doch lagert sich die Erde fester und sie läßt sich auch besser stampfen, wenn man sie wenigstens gegen eine dichte Wand lehnt, die alsdann immer auf der innern Seite oder auf der Seite nach der Baugrube sich befindet. Hierher gehört der Fall, daß man den für das Fundament bestimmten Raum mit einer Spundwand umgiebt und dieselbe von außen mit einem Thonschlage verzieht. Statt der Spundwand kann man sich indessen

auch einer Stülwand bedienen, und wenn es nicht darauf ankommt, den Boden selbst zu comprimiren, um die etwa darin befindlichen Wasseradern zu schließen, so läßt sich die Kammarbeit merklich erleichtern, wenn man nicht die Bohlen so tief einrammt, daß sie dadurch einen sichern Stand erhalten, sondern wenn man eine verholzte Pfahlreihe zuerst anbringt, und jene dagegen lehnt. Es kommt hierbei häufig auch noch die Abänderung vor, daß man die Bohlenwand nicht senkrecht stellt, sondern sie schräg und zwar mit einer Steigung von 30—45 Graden gegen den Horizont auf den erwähnten Holm lehnt. In diesem Falle lassen sich die Fugen der Wand auch noch durch darübergeworfenen Mist oder belaubte Zweige u. dergl. etwas dichten, so daß die Erde nicht hindurchfällt. Man kann alsdann die Spundwand ganz sicher entbehren und selbst die Ueberdeckung der Fugen durch eine zweite Lage von Brettern oder die Anbringung der gestülpten Wand ist weniger nöthig, ja es kommt sogar vor, daß man gar nicht einmal Wasser oder Bretter benutzt, sondern jene Wand allein aus Latten oder Stangen bestehen läßt.

In dieser Art erbaute man am Zusammenflusse des Curre mit der Yonne Fangedämme, welche wie

F. 955. A und B in der Ansicht von vorn und von der Seite zeigt, einen Wasserstand von 9 Fuß abhielten, doch mußte während ihrer Ausführung der Wasserstand bedeutend geringer sein, weil die Construction, wie es scheint, sonst nicht darzustellen gewesen wäre. Im Abstände von 7 Fuß von einander wurden schräge Böcke aufgestellt, darüber zwei Reihen Balken gelegt, welche die Holzwand trugen; diese bestand nur aus Stangen, und um deren Fugen zu decken, legte man eine starke Lage belaubtes Strauchwerk oder Stroh darüber und hierauf ruhte der wasserdichte Damm. Die Stützen in der Mitte jedes Bockes nebst der Bohle, worauf sie aufstehen, konnten aber erst angebracht und eingetrieben werden, nachdem das Wasser aus der Baugrube schon entfernt war. Ein Fangedamm dieser Art ist in einer Länge von 20 Meter oder 63 $\frac{1}{4}$ Fuß in zwei Tagen hergestellt worden.

Bei Anwendung der Bötonfundirungen stellt man häufig auch die Fangedämme aus Böten dar und schüttert sie im Zusammenhange mit dem Grundbette. Doch kann man hiervon nur Gebrauch machen, wenn diese Dämme später als Theile des Mauerwerks zu benutzen sind, denn ohne diesen doppelten Zweck würden sie zu theuer ausfallen und außerdem wäre ihre Fortschaffung unter Wasser auch sehr schwierig. Man erreicht bei dieser Construction noch den großen Vortheil, daß man bei eintretendem höhern Wasserstande auch leicht die Erhöhung des Fangedammes vornehmen kann, indem man mit schnellbindendem hydraulischen Mörtel eine Mauer darüber aufsetzt.

Am häufigsten werden die Fangedämme in der Art constructirt, daß man zwei senkrechte Holzwände darstellt und den Zwischenraum mit einer passenden Erde ausfüllt; man nennt sie in diesem Falle Kastenfangedämme. Da die Erdschüttung vorzugsweise wieder den wasserdichten Schluß darstellen muß, so ist es nöthig, daß diese auch die gehörige Breite erhält; außerdem aber vermehrt sich durch eine größere Breite auch die Masse des Damms und trägt dadurch zu seiner Stabilität wesentlich bei. Hierzu kommt noch, daß die Fangedämme bei einer beschränkten Ausdehnung der Baugrube zugleich als Wege zum Verschaffen von Materialien und Geräthschaften benutzt werden, weshalb es wieder passend ist, sie nicht gar zu schmal zu machen. Bei niedrigen Fangedämmen ist die Breite gewöhnlich der Höhe gleich, wenn aber die Höhe über 8 bis 9 Fuß steigt, und sonach die Breite größer ausfallen würde, als das Erforderniß in Bezug auf die Darstellung eines Weges es verlangt, so pflegt man die letztere in geringerem Verhältnis, als die Höhe, wachsen zu lassen. Hiernach hat sich bei uns die Regel gebildet, daß man bei einer Höhe von mehr als 8 Fuß die Breite des Fangedammes gleich der halben Höhe und 4 Fuß annimmt.

Die Construction dieser Fangedämme ist folgende: es werden zwei Reihen Pfähle, die den Fangedamm von beiden Seiten einschließen, eingerammt, der Abstand der einzelnen Pfähle in jeder Reihe beträgt 4—5 Fuß und die beiden Reihen sind so weit von einander entfernt, daß, mit Rücksicht auf die dagegen zu lehrenden Bohlenwände, die Erdschüttung selbst die vorstehend angegebene Breite erhält. Diese Pfähle müssen so

fest im Grunde stecken, daß sie nicht nur dem Drucke des Wassers Widerstand leisten, sondern, wenn es nöthig sein sollte, den losen aufgeschwemmten Grund innerhalb des Fangedammes auszubaggern, sie auch dadurch nicht ihren sichern Stand verlieren. Die beiden Pfahlreihen werden ferner nach der bei uns üblichen Methode in gleicher Höhe abgeschnitten, mit Zapfen versehen und auf letztere die Holme befestigt.

F. 956. zeigt diese Anordnung im Querschnitte. Um jedoch den Fangedamm gegen ein Ausdrängen durch die einzubringende Erdschüttung zu sichern und zugleich seine beiden Wände mit einander zu verbinden, so werden in demselben Abstände, in welchem die Pfähle unter sich stehen, Querstangen angebracht, welche über beide Holme greifen. In Frankreich ist die Construction etwas abweichend und zwar wird das Ausweichen eines einzelnen Pfahles daselbst sicherer verhindert, als dieses durch den Zapfen geschehen kann; überdies vermeidet man dort das Verschneiden der Pfähle, wodurch deren spätere Benutzung zu gleichem Zwecke um so leichter bleibt; man nagelt nämlich, wie

F. 957. zeigt, an die äußern Seiten der Pfähle Rahmen von Kreuzholz an und verbindet diese unter sich wieder durch die darin verkämmten Zangen. Häufig läßt man aber auch jene ersten Verbandstücke ganz fort, indem schon die innere Verkleidung ihre Stelle vertritt, und man verbindet nur die gegenüberstehenden Pfähle in beiden Reihen durch doppelte und mit Schraubenbolzen zusammengezogene Zangen, wie

F. 959. A u. B in der Ansicht von oben und im Querschnitt dieses zeigt. Bevor die Zangen zur Verbindung der beiden Pfahlreihen unter sich aufgebracht werden, muß man schon die dichten Bohlenwände auf der innern Seite der Pfähle einsehen, gegen welche die Erdschüttung sich lehnt. Es geschieht dieses auf sehr verschiedene Art, und zwar wird die Wand immer um so fester gemacht werden müssen, je größer der Wasserdruck ist, den der Fangedamm abhalten soll. Das einfachste Verfahren ist dieses, daß man Bohlen horizontal an den Pfählen herabschiebt, da es jedoch bei einer Wassertiefe, die mehrere Fuß beträgt, nicht mehr möglich sein würde, die untern Bohlen zu halten, bevor die Füllung eingebracht ist, so verbindet man die einzelnen Bohlen schon vorher zu Tafeln, welche die ganze Höhe des Fangedammes haben und man bemüht sich, sie bei ihrem Einsetzen, so viel es geschehen kann, überall in den Grund herabzustößen, damit nicht etwa gar zu große Fugen über dem natürlichen Boden zurückbleiben, wodurch die eingeschüttete Erde zu sehr dem Angriffe des Wassers ausgesetzt würde. Zu diesem Zwecke ist es vortheilhaft, unmittelbar an der innern Seite der Pfahlreihen eine etwas vertiefte Rinne auszubaggern, deren Sohle möglichst eben ist; die bereits aufgebrachten Holme gewähren hierbei eine große Erleichterung, indem sie eine bequeme und feste Richtung darstellen, von welcher aus sich diese Arbeit leicht ausführen läßt. Die Tafeln selbst werden, wie Fig. 956 zeigt, auf der äußern (dem Wasser zugekehrten) Seite durch vorge nagelte Leisten verbunden; man hat aber dafür zu sorgen, daß der Stoß zwischen je zwei solcher Tafeln jederzeit auf einen Pfahl trifft und beide Enden sich noch sicher an diesen lehnen können; man nagelt sie alsdann gegen den Holm fest an. Um den Stoß zwischen beiden Tafeln besser zu dichten und um zugleich ein Aufheben oder Umschlagen derselben zu verhindern, so rammt man auf der innern Seite über den Stoß noch eine Bohle vor, wodurch die Tafeln an ihren Enden sehr sicher gehalten werden.

Diese Anordnung läßt sich indeß nur so lange anwenden, als der Druck, den die Wand erleidet, nicht bedeutend ist; wenn derselbe größer wird, so kann man in vielen Fällen noch von den Stülpwänden vortheilhaft Gebrauch machen; bei diesen schließt sich jede einzelne Bohle oder Diele sehr sicher an alle Unebenheiten des Grundes an, und sie läßt sich fogar, so viel es nöthig ist, in einen weichen Boden auch leicht hineintreiben. Die erste Reihe der Bohlen erhält durch die zweite, welche die Fugen verdeckt, noch eine bedeutende Verstärkung, und senach darf man bei niedrigen Fangedämmen auch nicht besorgen, daß die Bohlen sich ausbauchen werden. Bei größerer Höhe muß man dieses aber schon besorgen, und sobald einzelne Bohlen merklich durchbiegen, so öffnen sich auch sogleich die Fugen, wodurch der Fangedamm undicht wird. Es kommt also darauf an, den äußeren Bohlen zwischen dem Holme und dem Boden noch eine dritte Unterstüßung zu verschaffen; wenn gerade recht niedriges

Wasser zur Zeit der Ausführung des Fangedammes stattfindet und die Wassertiefe alsdann nicht groß ist, so genügt es, in der Höhe des Wasserpiegels noch eine Bohle oder ein Stück Halbhohls gegen die Pfähle zu nageln; im entgegengesetzten Falle aber läßt sich ein solcher Kiegel auch mittelst aufgenagelter Laten leicht bis zu jeder beliebigen Tiefe herabschieben und im Wasser erhalten. Indem es hierbei auf eine geringe Differenz in der Höhe gar nicht ankommt, so dürfen die Stöße zwischen diesen Kiegeln nicht gerade auf die Pfähle treffen, sondern es ist besser, ihnen dadurch eine ganz sichere Haltung zu geben, daß man sie noch über die Pfähle vortreten und gegenseitig an einander vorbeigreifen läßt; sie erhalten dann sämmtlich eine etwas geneigte Lage, oder sie liegen abwechselnd etwas höher und tiefer. Wenn nun aber die Holme mit der innern Seite der Pfahlreihe bündig verlegt sind, und man gegen diese wieder die Stülpwand lehnen wollte, welche weiter unterhalb um die Breite der vorgeschobenen Kiegel von der Pfahlwand entfernt gehalten wird, und sonach in größerer Tiefe noch mehr davon absteht, so würde der Fangedamm unten schmaler als oben sein, was durchaus unsatthaft ist. Um dieses zu vermeiden, muß man vor dem Holme oder wenig darunter noch einen zweiten Kiegel von derselben Stärke, wie den untern, aufnageln und diese beiden als Lehre für das Einrammen der Stülpwand benutzen.

Wird endlich der Fangedamm etwa 12 Fuß hoch oder darüber, so muß man zu seiner Verkleidung, und namentlich auf der innern oder äußern Seite, wo er nicht nur den Druck der eingeschütteten und festgestampften Erde, sondern außerdem auch den des äußeren Wassers abzuhalten hat, schon eine Spundwand wählen. Bei derselben erreicht man einen genaueren Schluß und vermeidet viel sicherer alle weit geöffnete Fugen, die sonst leicht bei tiefem Wasser vorkommen können; außerdem aber besitzt eine Spundwand jederzeit eine große Steifigkeit, und wenn vielleicht auch in ihr ein geringes Einbiegen noch eintreten sollte, so wird dieses nicht mehr in den einzelnen Bohlen stattfinden, sondern sich auf größere Theile der Wand erstrecken und sonach kein nachtheiliges Dehnen der Fugen zur Folge haben. Endlich ist noch die Anbringung der Spundwände und zwar auf beiden Seiten eines Fangedammes auch insofern von der äußersten Wichtigkeit, als dieselben mehrere Fuß tief im Boden stecken, und man sonach zwischen ihnen den Grund ausbaggern und auf solche Art den Fangedamm bis unter das natürliche Bett herabführen kann; dieses Verfahren trägt bei einem kiefigen Grunde wesentlich zur Verminderung des Wasserzubranges in der Baugrube bei; doch wirkt darauf auch schon die Spundwand in anderer Beziehung hin, indem sie, wie bereits erwähnt worden, den Grund neben sich comprimirt und die Wasseradern sperrt. Bei sehr hohen Fangedämmen kann es indessen auch für die Spundwand noch bedenklich sein, ihr keine Unterstüßung unterhalb des Holmes zu geben, und außerdem wird das Einrammen derselben nicht ganz sicher, wenn die Zwinge sehr weit über dem Boden sich befindet. Perronet wandte zur Vermeidung dieser Uebelstände beim Bau der Brücke zu Neuilly ein Mittel an, welches eine nähere Beschreibung verdient. Fig. 957 zeigt den Querschnitt des daselbst benutzten Fangedammes, und man bemerkt, wie jede Spundwand zwischen zwei Zwingen steckt, von denen die untere über drei Fuß tief unter dem niedrigsten Wasserstande (der in der Figur angedeutet ist) sich befindet. Der Fangedamm besteht aus zwei Pfahlreihen, die von Mitte zu Mitte 10 Fuß von einander entfernt waren, und der Abstand der einzelnen Pfähle in jeder Reihe betrug 4 Fuß. Die Pfähle hatte man unten bebrannt. In der Höhe von 5 Fuß 6 Zoll über dem niedrigsten Wasserstande waren an jede Pfahlreihe an der äußern Seite Rahmen angenagelt, die 6 Zoll hoch und eben so stark waren; in den Stößen, die immer gegen die Pfähle trafen, griffen sie mit 14 Zoll langen Blättern über einander; auf diesen lagen die Zangen, die bei einer Höhe von 8 Zoll 15 Fuß lang waren; an den Stellen, wo letztere die Rahmen kreuzten, waren sie 3 Zoll tief eingeschnitten; die Rahmen selbst behielten hier aber ihre volle Stärke bei. Die Spundwände, welche gegen die Pfahlreihen gestellt werden sollten, bestanden aus einzelnen Theilen, von denen jeder 12 Fuß lang war und in folgender Art zusammengefestigt wurde. Indem man die beiden Paare der Zwingen und die beiden äußeren Spundpfähle durch Schraubenbolzen verband, bildete sich ein verschiebbares Parallelogramm. Diese Spundpfähle, so wie alle übrigen, waren 4 Zoll stark und

21 Fuß lang, die Zwingen bestanden aus 4zölligen Bohlen von 9 Zoll Breite, sie hatten aber nicht die volle Länge von 12 Fuß, um sich nicht gegenseitig zu berühren. Beim Zusammenlegen der Zwingen wurden zugleich die sämmtlichen zugehörigen Spundbohlen genau eingepaßt. Man machte alsdann mit dem Einrammen der beiden äußeren Spundpfähle den Anfang, welche durch die angebohrten Zwingen mit einander verbunden waren; sie behielten sonach sowohl oben als unten den bestimmten Abstand bei, und man sorgte auch dafür, daß die Enden der Zwingen sich gegen die Pfähle anlehnten. Sobald auf diese Art die Zwinde festgesetzt war, wurden die eingepaßten Spundpfähle hineingeschoben und eingerammt, man nahm jedoch darauf Rücksicht, daß die mittleren am spätesten bis zur vollen Tiefe herabgeschlagen wurden, damit die äußeren weniger stark angegriffen und nicht etwa durch die Bolzen gespalten werden möchten. Endlich blieb noch der Raum zwischen je zweien solcher Rahmen auszufüllen, und dieses geschah, indem man passende Spundpfähle auch hier einrammte; diese letzteren wurden gleichfalls durch die bereits angebrachten Zwingen in ihrer richtigen Stellung erhalten, denn jede derselben trat noch einige Zoll weit vor und diente sonach zur sichern Führung des zuletzt eingebrachten Spundpfahles.

F. 958. zeigt diese Anordnung; es mag indessen nicht leicht gewesen sein, die von einander ganz unabhängigen Zwingen in einer Ebene und parallel zu einander einzurammen, daß die Zwischenpfähle sich genau an beide anschließen konnten, und es scheint, daß es vortheilhafter gewesen wäre, wenn man, sobald ein Theil der Spundwand bis zur vollen Tiefe eingerammt war, zuerst den Zwischenpfahl und demnächst die zweite Zwinde eingestellt hätte. Um die Beschreibung dieses Fangedammes zu vervollständigen, ist noch zu bemerken, daß zwischen den Spundwänden nunmehr der sandige und leichte Boden so tief ausgebagert wurde, bis man auf eine feste Erde kam, durch welche keine Filtration zu besorgen war.

Wenn der Fangedamm eine große Höhe und sonach auch eine große Breite haben muß, so gewährt die bisher beschriebene Anordnung nicht mehr die nöthige Sicherheit, indem bei dem vermehrten Drucke des Wassers ein Durchquellen um so leichter zu besorgen ist; man muß also eine Einrichtung wählen, wodurch die beim Füllen des Dammes vielleicht gebildeten undichten Stellen noch unterbrochen werden. Der sicherste Schluß erfolgt immer da, wo die eingeschüttete und später stark angerammte Erde sich in der Richtung des Wasserdruckes gegen die Bohlenwand lehnt. Bei der beschriebenen Constructionsart erfolgt dieses nur einmal; bei höheren Fangedämmen genügt dieses aber um so weniger, als man in der größeren Tiefe nicht mehr auf die compacte Ablagerung der Erde hinwirken kann, und aus diesem Grunde trennt man den Damm der Breite nach in zwei, auch wohl in drei Theile. Es tritt hierbei noch der Vortheil ein, daß für den obern Theil die halbe Stärke schon genügt und sonach der eine Kasten nur etwa halb so hoch zu sein braucht. Will man ihm aber diese geringere Höhe geben, so muß man den Wasserpiegel schon gesenkt haben, und hieraus folgt wieder, daß dieser niedrigere Theil auf der innern Seite des Dammes oder an der Baugrube sich befinden muß. Man kann ihn alsdann auf dieselbe Art, wie die Bankete, in der abgestochenen Erdwand zum Aufstellen mancher Utensilien und Materialien und zur Erleichterung der Communicatione benutzen.

F. 960. zeigt eine Anordnung dieser Art. Man macht damit den Anfang, daß man einen gewöhnlichen Fangedamm, jedoch nur von der halben Breite, die er seiner Höhe nach erhalten sollte, ausführt. Alsdann werden die Schöpfmaschinen in Thätigkeit gesetzt, und sobald der Wasserpiegel bis zur Höhe des nächstfolgenden Theiles des Dammes gesunken ist, wird dieser genau in derselben Art, wie der erste, ausgeführt. Es tritt in der Construction nur die Aenderung ein, daß man, um die innere Pfahlreihe des ersten Theils auch für diesen zu benutzen, die Zangen auf einer Seite zwar über den Holm der dritten Pfahlwand greifen läßt, auf der andern Seite werden sie aber mit einem schwalbenschwanzförmigen Blattzapfen seitwärts in die Pfähle eingelassen und aufgenagelt. Eine Strobe, die man zwischen jeder solchen Zange und dem zugehörigen Pfahle mit Verankerung eintreibt, giebt noch eine kräftige Stütze gegen den Wasserdruck. Man hat auch vorgeschlagen, diese Verankerung noch bis unter den letzten Theil des Fangedammes fortzusetzen

und sie mit schrägen Pfählen zu verbinden, was möchte es schwer halten, die letzteren einzurammen, und jedenfalls würde dadurch die Baugrube sehr stark verengt werden.

Wenn eine solche Spaltung des Fangedammes eintritt, so beträgt die Höhe jeder Stufe gegen die nächst vorhergehenden etwa 8 bis 12 Fuß; indem man aber die Breite des Dammes in seiner Grundfläche nur so groß macht, als oben angegeben ist, so tritt hierbei eine merkliche Verminderung des Quantums an Erde ein, welche man zur Füllung braucht. In manchen Fällen mag dieser Vortheil beachtenswerth sein, doch wird er nie die Mehrkosten für die dritte Wand decken, und sonach darf man nicht hoffen, auf diese Art den ganzen Fangedamm wohlfeiler darzustellen.

F. 961. zeigt im Querschnitte den Fangedamm (wie ihn Hughes in der Abhandlung über die Fundirung der Brücken anführt), der von beiden Seiten die Baugrube umgiebt, in welcher ein Brückenpfeiler auf dem natürlichen festen Grunde erbaut werden soll. Es wird angenommen, daß dieser Grund, welcher das Wasser nicht stark durchsickern läßt, auf 12 Fuß Höhe mit grobem Kies bedeckt ist, welcher sowohl in der Baugrube selbst, als auch aus den Fangedämmen entseht werden muß, um sie wasserdicht zu machen. Die Wassertiefe über der obern Schicht soll zur Zeit der Ebden noch 10 und zur Zeit der Fluthen 28 Fuß betragen, so daß der feste Grund, in welchen die Pfähle hineindringen müssen, 40 Fuß unter den Fluthen liegt. Hiernach wird die Länge der Pfähle für die dichten Pfahlwände, welche den höchsten Theil des Fangedammes einschließen sollen, auf 48 Fuß bestimmt, indem sie noch 3 Fuß über die Fluthhöhe herausragen und 5 Fuß im festen Grunde stecken. Der Fangedamm wird in drei Abtheilungen zerlegt, zu deren Darstellung vier dicke Pfahlreihen erforderlich sind; die mittleren beiden sind die höchsten, die äußere erhebt sich bis 1 Fuß über den Wasserstand zur Zeit der Ebbe, und die innere bis 11 Fuß über denselben Wasserstand; sie reichen sämmtlich 5 Fuß tief in den festen Grund. Die lichte Entfernung aller Wände unter sich beträgt 6 Fuß, und die Stärke der Pfähle in den beiden mittleren Wänden ist 12 und 12 Zoll, in der inneren Wand 12 und 8 Zoll, in der äußeren 12 und 6 Zoll. Altes Holz soll gerade gewachsen sein und aus der besten Sorte Memeler Balken (Kiefern) bestehen. Die beiden inneren Wände werden oben zu beiden Seiten mit Zangen versehen, von 6 Zoll Stärke und 12 Zoll Höhe, und durch eiserne Bolzen von 1 1/4 Zoll Stärke mit einander verbunden. Diese Bolzen müssen starke Köpfe haben, von 3 Zoll im Gevierten und 1 Zoll Dicke, und auf der andern Seite muß jedesmal ein scharfes Schraubengewinde eingeschnitten sein, worauf eine Mutter paßt, welche dieselben Dimensionen wie der Kopf hat; die Scheibe unter der Mutter darf gleichfalls nicht fehlen. Solche Verbindungsbolzen müssen alle 4 Fuß angebracht sein, sie liegen auch in drei Reihen unter einander, und umfassen in der nächsten Reihe drei Wände und in der untersten alle vier Wände. Das Ausbaggen der obern Kesselschicht soll noch vor dem Beginnen der Rammarbeit vorgenommen werden, indem diese dadurch wesentlich erleichtert wird.

In der mitgetheilten Figur zeigen sich noch die Verstreubungen der beiden Fangedämme gegen einander und gegen den bereits fertigen Theil des Brückenpfeilers; dieser Umstand unterscheidet die englischen Fangedämme wesentlich von denen, die man bei uns anwendet.

Eine solche Verstreubung ist indessen nicht leicht anzubringen, wo Pfähle eingerammt werden, indem das Weiseln der Ramme dadurch sehr erschwert wird. Am leichtesten ist es, in diesem Falle den Fangedamm so weit herauszurücken, daß eine solide Verstreubung noch dahinter Platz findet.

Wenn der Baugrund bis zu einer großen Tiefe aus weichem Schlamm besteht, in welchem die Pfähle keinen sichern Stand annehmen, so wird die Anlage von Fangedämmen sehr schwierig, indem dieselben durch den Wasserdruck in die Baustelle hineingedrängt werden. Dieser Fall ereignete sich in Holland, als man die Eingangschleusen zu den Hafengebäuden vor Amsterdam erbaute, und das Mittel, welches man dagegen anwandte, bezog sich nur darauf, den Grund durch sehr starke Belastung zu comprimiren und ihn dadurch fester zu machen. Die gewöhnlichen schmalen und von Holzwänden eingeschlossenen Fangedämme können einen solchen Zweck nicht mehr erfüllen, es wird vielmehr nöthig, Erdmassen in sehr breiten Profilen aufzuschütten

und dadurch einen Druck zu erzeugen, der nach und nach den Untergrund besetzt.

Wo der Fangedamm gegen ein höheres Ufer ausläuft, muß er in dasselbe noch eine Strecke hineingeführt werden, damit zwischen beiden nicht das Wasser hindurchbringen kann. Der Anschluß eines Fangedammes gegen Felsen, so wie gegen Mauern und überhaupt gegen fremdartige Körper, welche sich mit der Erde nicht innig verbinden, giebt leicht Veranlassung, daß das Wasser hier einen Durchzug findet. Um diese Besorgnis zu entfernen, muß man in solchen Fällen die Breite des Damms vergrößern, damit die Berührung, wenn sie auch nicht so innig ist, doch auf eine größere Fläche sich ausdehnt und dadurch der Strömung um so mehr Hindernisse entgegengesetzt werden. Ferner ist es sehr vorthelhaft, die Fläche möglichst uneben zu machen und sie auch wohl, wenn es sein kann, mit tiefen Querschnitten zu versehen; auch wendet man in solchem Falle zuweilen noch anderes Material, als die Erde, zur Bewirkung eines besseren Schlusses an; hierher gehört namentlich der Mist, von dem man meint, daß er an Steinen fester haften, als die Erde. Auch Latten, die mit Stroh umwunden sind, stößt man wohl in den Ecken des Fangedammes neben den Mauern oder an steilen Felsen ein. Beim Bau der Brücke zu Moulins über den Allier, führte Négomocres über dem Wohlenboden, den er versenkt hatte, noch einen Fangedamm auf, um das Wasserschöpfen nicht über die ganze Baugrube ausdehnen zu dürfen. Dieser Fangedamm bestand aus hölzernen Kästen, die auch mit einem Boden versehen waren. Es wird angeführt, daß dieser Boden aus zweizölligen Wohlen gebildet war, denen man unten durch Einhauen eine rauhe Fläche gegeben hatte, damit sie um so besser haften möchten, und man streute vorher etwas Thon auf die Stelle, worauf sie ruhen sollten.

Es pflegt die Füllerde auch in den scharfen Ecken eines Fangedammes eine sehr lockere Lage zu behalten, indem eben wegen der vielfachen Berührung mit den Wänden ein gehöriges Setzen nicht erfolgen kann. Es kommt aber auch noch dazu, daß die umschließenden Holzwände sich in solchen scharfen Ecken auch nicht so dicht darstellen lassen, wenigstens wird dieses immer der Fall sein, wenn man keine Spundwände benützt. Die letzteren sind freilich zur Bildung jeder beliebigen Ecke geeignet, indem man sie nur gegen gehörig geformte Ruthpfähle stellen darf. Man bemüht sich indessen immer, so viel es geschehen kann, bei Fangedämmen die scharfen Ecken zu vermeiden, und wo die Richtung derselben etwa unter einem rechten oder gar unter einem spitzen Winkel verändert werden muß, da pflegt man die Ecke zu brechen und dafür zwei stumpfe Winkel darzustellen; die Holme werden in allen Ecken des Fangedammes überblattet. In England ist es ganz gewöhnlich, die Fangedämme nicht in gebrochenen Linien, sondern in Kreisbögen um die Baustelle zu führen, wodurch man noch den Vortheil erreicht, daß sie nicht leicht eingedrückt werden können und vielmehr wie ein horizontales Gewölbe dem Drucke einen starken Widerstand entgegensetzen, was namentlich bei einem weichen Untergrunde von großem Nutzen sein kann.

Es bleibt noch übrig, zu untersuchen, auf welche Art man den Fangedamm am sichersten undurchdringlich gegen das Wasser macht. Die Holzwände darin sind in der Regel nicht mit der Sorgfalt bearbeitet, daß sie diesen Zweck erfüllen könnten; unmöglich wäre dieses freilich nicht, indem Holzwände in vielen andern Fällen nicht nur einen starken Wasserdruck abhalten, sondern dabei auch einen genügenden Schluß zeigen; dieses geschieht z. B. in den Schützen der Freiarthen, in den Thoren der Schiffschleusen, bei den Dammbalken und in andern Verbindungen, man hat zuweilen auch durch eine besonders sorgfältige Bearbeitung einer einfachen Wand die gewünschte Wasserdichtigkeit gegeben, so daß sie allein die Stelle des Fangedammes vertritt, und auf diese Art die Erdschüttung und die übrigen sonst nothwendigen Verbindungen erspart wurden, wogegen aber eine sehr starke Verstärkung hierbei immer ein Haupterforderniß blieb. Andererseits hat man auch Versuche gemacht, dergleichen Holzwände, wenn sie nicht mit hinreichender Sorgfalt bearbeitet waren, dadurch zu dichten, daß man wasserdichte Leinwand davor abrollte. Beaudeauville stellte hierüber Versuche an und fand, daß man auf diese Art ganz sicher einen Wasserdruck von $4\frac{1}{2}$ Fuß abhalten und zugleich auch das Durchdringen verhindern konnte. Er empfahl daher besonders, hiervon Gebrauch zu machen, so-

halb man bemerkt, daß die auf gewöhnliche Art construirten Fangedämme sehr undicht werden und stellenweise das Wasser ganz durchlassen.

Zum Füllen des Fangedammes muß man jedesmal eine feine, recht gleichmäßige Erdart wählen, welche gut bindet, ohne sich beim Einschütten sogleich in einen weichen Brei zu verwandeln und ohne Hohlungen in sich entstehen zu lassen. Eine Hauptbedingung ist es aber, daß keine Holzstücke oder andere fremdartige Körper mit hineingeworfen werden oder vielleicht schon beim Bau des Fangedammes hineingebracht sind, denn neben diesen findet das Wasser immer einen sehr leichten Durchgang. Bei den englischen Fangedämmen können die durchgezogenen Bolzen in dieser Beziehung auch als nachtheilig angesehen werden. An den eisernen Bolzen wird indessen die Erde immer leichter haften, als an Holz, und besonders, wenn der Bolzen zu rosten anfängt; dazu kommt aber noch, daß er wegen seiner geringen Dicke auch keine große Oberfläche bildet. Alle diese Bolzen sind endlich auch über dem niedrigen Wasser befindlich, und sonach hindern sie die gehörige Ablagerung der Erde im untern Theile des Fangedammes keineswegs, denn wo sie vorkommen, da kann die Erdschüttung schon nachgerammt werden, und wenn dieses geschehen ist und die weitere Fällung in dünnen Schichten und unter stetem Anstampfen erfolgt, so läßt sich jeder freie Raum daneben vollständig besetzen, und sonach wird der Nachtheil dieser Bolzen sehr gering oder er verschwindet ganz. Gewöhnlich wird ein recht zäher Thon für das beste Material zur Füllung des Fangedammes gehalten, und wenn es auch nicht bezweifelt werden kann, daß diese Bodenart, wenn sie in dünnen Schichten von unten auf eingebracht und angestampft werden könnte, die Wasserdichtigkeit am sichersten darstellen würde, so treten ihrer Anwendung in tiefem Wasser doch manche Schwierigkeiten entgegen. Man darf den Thon nicht in sehr nassem Zustande benutzen, weil er sonst beim Einschütten vollends erweicht und alsdann eine dicke Flüssigkeit bildet, die selbst durch die Fugen hindurchdringt; man wirft ihn also klumpenweise, wie er gestochen wird, in den Fangedamm hinein; dadurch verhindert sich aber seine dicke Ablagerung, die man auch nicht sogleich früher befördern kann, bis man mit der Schüttung über Wasser gekommen ist, was man gewöhnlich möglichst schnell zu erreichen sucht, um das starke Aufweichen zu verhindern; liegt der Thon alsdann aber schon mehrere Fuß hoch, so wirkt die Handramme oder die Stampfe, die man benutzt, nicht mehr bis zur ganzen Tiefe hinab, und so können leicht bedeutende Hohlungen sich unten gebildet haben, die sich nicht besetzen lassen und deren Vorhandensein man auch nicht früher bemerkt, als bis man beim Beginne des Wasserschöpfens starke Quellen durch den Fangedamm hindurchdringen sieht. Es zeigt sich hierbei aber auch noch der zweite Uebelstand, daß die Wasseradern, die sich zufällig in solchem Boden bilden, die feinen Thontheilchen, die sie berühren, aufnehmen und mit Leichtigkeit durch die engsten Fugen hindurchführen. Auf diese Art erweitern sich die Adern also immer mehr und die Zähigkeit des Thones ist selbst wieder Veranlassung, daß die obere Decke eines solchen feinen Kanals nicht einstürzt, sondern wie ein Gewölbe sich sehr sicher hält. Man darf sonach, wenn die Ausfüllung des Kastens in tiefem Wasser geschehen muß, von der Anwendung eines recht feinen Thones nicht den günstigsten Erfolg erwarten, vielmehr können sich hier noch stärkere Wasseradern bilden, als selbst bei einer Sandschüttung zu besorgen wären.

Beim Sande, den man gewöhnlich als ganz untauglich zum Füllen der Fangedämme ansieht, können die erwähnten Uebelstände nicht eintreten, und wenn man dabei einiges Durchsickern auch nicht ganz vermeidet, so ist man doch wenigstens vor dem Entstehen sehr starker Quellen gesichert. Wenn aber die innere Holzwand, wogegen der Sand sich lehnt, recht dicht ist, so daß einzelne Sandkörner nicht hindurchbringen können, so lagern sie sich, bei dem eintretenden Wasserdrucke von der einen Seite und vermöge der geringen sich dabei bildenden Strömung, noch um so fester gegen die Wand und vermehren hierdurch den guten Schluß.

Endlich wären hier noch die Mittel zu erwähnen, die man in Anwendung bringen kann, sobald man bemerkt, daß der Fangedamm seinen Zweck nicht erfüllt und große Wassermassen hindurchtreten; eine Stopfung, die man auf der innern Seite

anbringen wollte, würde leicht durch das Wasser herausgedrängt werden, und wenn überdies die Wasseradern schon durch den ganzen Damm hindurch bis gegen die innere Seitenfläche dringen, so bilden sie sich, sobald ein Ausweg hier verstopft wird, so gleich einen andern in der Nähe. Wenn also der Leck gebichtet werden soll, so kann dieses nur auf der äußeren Seite oder im Innern des Damms geschehen. Von außen verhindert indessen der Wasserstand, eine solche Arbeit unmittelbar vorzunehmen, und es bleibt nur übrig, Gegenstände zu versenken, die vielleicht eben durch die hindurchdringende Wasserader gefaßt und vor die Öffnung gelegt werden. Zu diesem Zwecke dürfte sich die wasserdichte Leinwand recht gut eignen, auch gelingt es zuweilen, davor geschütteten Mist, der mit viel Stroh vermengt ist, in die Öffnung hineinzuziehen und selbige dadurch zu verstopfen. Das Mittel aber, welches in ähnlichen Fällen bei Canälen mit so überraschendem Erfolge angewendet ist, läßt auch für die Dichtung der Fangedämme, wenigstens in vielen Fällen, dasselbe erwarten. Man schüttet nämlich recht weit verbreitet feinen Sand in das Wasser vor die Stelle, wo man die Wasseradern vermutet; die einzelnen Sandkörner sinken sehr langsam zu Boden und sie folgen daher jeder Seitenbewegung des Wassers. Auf solche Art werden sie zum Theil auch in den Fangedamm hineingezogen, und finden hier leicht ein Hinderniß, welches sie zurückhält; so kann es geschehen, daß ein Körnchen sich an das andere lagert, bis zuletzt die Ader gesperrt ist. Gewöhnlich bemüht man sich, eine undichte Stelle im Fangedamme dadurch zu verbessern, daß man die entstandene Höhlung im Innern zu beseitigen sucht; man rammt die schadhafte Stelle recht fest an, und wenn dieses noch nichts hilft, so gräbt man die Erdschüttung so tief auf, als der Wasserstand dieses erlaubt und wendet dann wieder die Ramme an, oder man baggert auch die Erde aus und füllt die Stelle ganz neu. Hierbei muß man natürlich die Baugrube voll Wasser laufen lassen, denn wenn die Strömung während dieser Arbeit immer hindurchginge, so würde die Sperrung der Ader um so schwieriger werden.

Die Grundfangedämme haben, wie bereits erwähnt, den Zweck, das Durchströmen des Wassers in der Sohle der Baugrube zu verhindern; sie finden daher in einem leicht durchdringlichen Kiesboden, so wie auch im Sandboden, ihre Anwendung; denn wenn der Sand auch eine ziemlich dichte Seitenwand bilden kann, so läßt sich das von unten heraufdringende Wasser durch ihn doch nicht zurückhalten; er giebt vielmehr der Strömung nach und lagert sich so lose, daß er Tiefand bildet, wodurch die Quellen noch an Stärke zunehmen. Diese Durchströmung, und sonach auch die Auflockerung des Grundes, wird verhindert, indem man darüber eine für das Wasser undurchdringliche Schicht anbringt, und man nennt eine solche den Grundfangedamm.

Bohlwerke.

Die Bohlwerke oder hölzernen Uferschalungen kommen so häufig vor, wie kaum eine andere Art von Wasserbauwerken; nichts desto weniger werden sie gewöhnlich nur als Nothbehelfe angesehen, zu denen man seine Zuflucht genommen hat, weil die Kosten für massive Uferschalungen nicht gleich disponibel gestellt werden konnten. In vielen Fällen ist diese Ansicht auch gewiß die richtige, selbst wenn man nur von dem öconomischen Gesichtspunkte aus den Gegenstand betrachtet, denn die Verzinsung und Amortisation der Bau Summe nebst den jährlichen Reparaturen können sich beim Massivbau leicht wohlfeiler herausstellen, als beim Holzbau; in andern Fällen, wenn nämlich die Holzpreise niedrig und dagegen die der Maurer-Materialien sehr hoch sind, giebt der Vergleich das entgegengesetzte Resultat, und gewiß ist es unstatthaft, anzunehmen, daß der Massivbau weder Reparaturen noch einen spätern Neubau erfordern sollte. Auf solche Art stellt sich der Holzbau, der in der ersten Anlage meist viel wohlfeiler ist, nicht so nachtheilig dar, und er rechtfertigt sich besonders, wenn eine größere Wassertiefe und vielleicht eine starke Strömung vor der Uferschalung stattfindet, wodurch die Fundirung eines Massivbaues immer sehr erschwert wird, und auch später einigermaßen gefährdet bleibt. Eben diese Umstände veranlassen es auch häufig, daß die Ausführung des Massivbaues einen besonders günstigen und

längere Zeit hindurch anhaltenden niedrigen Wasserstand erfordert, ein solcher tritt aber gewöhnlich erst während des Spätsommers oder Herbstes ein, so daß der Bau vor dem Winter nicht zu vollenden ist und seine Dauer sich daher auf zwei Jahre ausdehnt. Ganz anders sind die Verhältnisse bei der Anlage von hölzernen Uferschalungen. Dieselben werden immer ohne Fangedämme und ohne Trockenlegung der Baugrube ausgeführt. Die Rammarbeiten, welche dabei am meisten zeitraubend sind, lassen sich schon beim gewöhnlichen Sommerwasser ausführen, und wenn bei einzelnen Arbeiten auch ein niedriger Wasserstand sehr wünschenswerth ist, so ist derselbe doch nicht gerade dringend nöthig, und wenn er nicht eintritt, so vergrößern sich nur um etwas die Kosten der nächsten Reparatur. Um nämlich nicht das ganze Bohlwerk einer baldigen Zerstörung auszufolgen, ist es nothwendig, diejenigen Theile, welche einer abwechselnden Nässe und Trockenheit nicht entzogen werden können, und die aus diesem Grunde keine lange Dauer erwarten lassen, ganz von denjenigen zu trennen, die immer unter dem Wasser bleiben, und die daher als eben so unvergänglich angesehen werden müssen, wie der Mest unter der Mauer. Diese letzten Theile, und namentlich die Spundwand, sind bei einer großen Wassertiefe vor dem Ufer besonders kostbar in ihrer Anlage; indem sie aber keineswegs mit den Bohlen und Bohlwerkspfählen zugleich immer erneuert werden dürfen, so vermindern sich dadurch schon sehr beträchtlich die Kosten für den nach 15 bis 20 Jahren eintretenden Neubau. Wenn aber ursprünglich die Spundwand mit ihrem Fachbaume wegen des höhern Wasserstandes zu hoch heraufgeführt werden mußte, oder nicht tief genug abgeschnitten werden konnte, so gewährt dieses nur den Nachtheil, daß der Bau in seiner ersten Anlage eine etwas andere Form erhielt, als er eigentlich haben sollte, und man wird, wenn der obere Theil der Spundwand zu faulen anfängt, dieselbe nunmehr bei einem günstigen Wasserstande tiefer abschneiden und mit einem Fachbaume versehen, was sich in kurzer Zeit machen läßt, und wodurch die der Fäulniß ganz entzogen wird. Die späteren regelmäßig wiederkehrenden Reparaturen erstrecken sich alsdann nur noch auf die Bohlwerkspfähle, zum Theil auf die Erdanker und vorzüglich auf die Bohlwand selbst; die dabei erforderliche Arbeit ist immer ziemlich einfach und erfordert keinen besonders niedrigen Wasserstand; auch die Materialien sind in vielen Fällen nicht so theuer, daß sie bei einem sorgfältigen Vergleich der Kosten den Massivbau als vorthellhafter erscheinen lassen sollten. Man kann die Kosten der Unterhaltung des Holzbaues aber auch noch dadurch wesentlich vermindern, daß man bei eintretender Beschädigung der Bohlwerkspfähle dieselben nicht gleich durch neue ersetzt, sondern wenn man sie vielmehr eben so wie die Spundwand im Niveau des niedrigen Wassers abschneidet, eine Schwelle darüber streckt und auf letztere eine Ständerwand stellt, wogegen die Bohlen sich lehnen. Der Vortheil, den man hierdurch erreicht, bezieht sich darauf, daß bei den regelmäßig wiederkehrenden Reparaturen die Rammarbeiten ganz wegfallen, und man statt der langen Bohlwerkspfähle nur kürzere Ständer braucht. Man bezeichnet diese Anordnung mit dem Namen der aufgesetzten Wände und selbige kommen besonders in Holland vielfach vor; nichts desto weniger darf man nicht übersehen, daß hierbei eine weit festere Verankerung nöthig wird, und daß man selbst durch diese das Bohlwerk gegen den Erddruck nicht gehörig sichern kann, wenn eine große Wassertiefe sich davor befindet, denn die abgesehenen Bohlwerkspfähle lassen sich nicht unmittelbar mit den Erdankern in Verbindung bringen, und bleiben daher der Gefahr ausgesetzt, herausgedrängt zu werden. Auch wenn Seeschiffe vor dem Bohlwerke zu liegen pflegen, kann man die durchgehenden Pfähle nicht entbehren, weil in diesem Falle die heftigen Stöße die Verbindung in der Schwelle lösen würden.

Im Vergleich zwischen den massiven und hölzernen Uferschalungen kommen außer den Kosten noch einige andere Umstände in Betracht: dem Holzbau läßt sich bei dieser Anwendung nicht leicht diejenige Sauberkeit in der Ausführung geben und noch weniger daran erhalten, welche man in vielen Fällen gern erreichen möchte. Dazu kommt noch der sehr ungünstige Umstand, daß die Straße dahinter bei jeder Reparatur ausgegraben werden muß, und schon vorher bei eintretender Beschädigung des Bohlwerkes Sackungen und Einsenkungen sich zeigen, so daß die Erhaltung eines guten Steinpflasters hier

sehr schwierig wird. Aus diesen Gründen wird man in großen Städten dem Massivbau unbedingt den Vorzug geben. Auch für die dahinter liegenden Gebäude, besonders wenn dieselben mehrere Stockwerke hoch und massiv ausgeführt sind, werden die oft wiederkehrenden Reparaturen der Wohlwerke wegen der Erschütterungen bei den Rammarbeiten sehr nachtheilig und dieses um so mehr, als gerade in dieser Zeit die zwischenliegende Erdmasse nicht gehörig gestützt ist, und sonach die Fundamentmauern leicht dem Seitendrucke der Gewölbe und Bogen nachgeben können. In den norddeutschen Seestädten kommen Verhältnisse dieser Art vielfach vor, und fast überall giebt sich diese Schwierigkeit zu erkennen. Endlich muß aber auch noch angeführt werden, daß für das Anlegen der Schiffe ein Wohlwerk immer viel vorteilhafter ist, als eine Kaimauer; wenn aber einiger Wellenschlag stattfindet, so kann ein Schiff gar nicht an einer Mauer liegen, ohne den größten Beschädigungen durch das Reiben und Stoßen ausgesetzt zu werden. Aus diesem Grunde versteht man in den englischen Docks ganz allgemein die Kaimauern mit angebohrten hölzernen Ständern, wogegen die Schiffe sich lehnen, und vor einer massiven Uferbefestigung im Hafen Neufahrwasser war man sogar gezwungen, eine vollständige hölzerne Wand aufzuführen, damit diese Stelle zum Anlegen der Schiffe benutzt werden konnte.

Die erwähnten Umstände beziehen sich größtentheils auf die eigentlichen Uferschalungen, d. h. solche, die das Ufer eines Stromes oder See's bilden; die Wohlwerke haben indessen, eben so wie die Futtermauern, zuweilen auch nur den Zweck, ein höheres Terrain gegen ein niedrigeres zu begrenzen, und die Vergleichung zwischen beiden Constructionsarten zeigt alsdann wegen der viel leichteren Fundirung gewöhnlich einen so überwiegenden Vortheil für den Massivbau, daß man nur selten mit einigem Grunde sich zum Holzbau entschließen wird. Der letztere ist aber in diesem Falle der Fäulniß sogar noch mehr ausgesetzt, als wenn er neben einem Flusse ausgeführt wäre, indem nicht nur der freistehende Theil der Wohlwerkspfähle, sondern auch deren unteres Ende von der abwechselnden Nässe und Trockenheit leidet und daher die Beschädigungen in der Höhe des Erdbodens sich sehr bald zu zeigen pflegen. Es wird sonach im Folgenden nur von denjenigen Wohlwerken die Rede sein, welche am Ufer von Flüssen oder andern Wasserflächen ausgeführt werden.

Die Wohlwerkspfähle sind nach dem, was bereits erwähnt worden, der Fäulniß besonders stark ausgesetzt, wenn sie nicht etwa unter Wasser abgeschnitten werden. Man muß daher eine Holzart wählen, welche einigermaßen der Abwechslung der Nässe und Trockenheit widersteht; dazu kommt noch, daß die Pfähle häufig eine bedeutende Länge haben, und sie jedenfalls recht gerade sein müssen, wenn nicht die Rammarbeit sehr erschwert werden soll und man überdies sich der Gefahr aussetzen will, dem ganzen Baue ein sehr unregelmäßiges Ansehen zu geben. Hiernach kann man für kleinere Wohlwerke wohl Pfähle von Eichen-, Erlen- oder von anderem harten Holze wählen, sobald ihre Länge aber bedeutender wird, so ist man beinahe ausschließlich auf das Kiefernholz beschränkt, welches sich zu diesem Zwecke auch in Hinsicht seiner Dauer besonders gut eignet, sobald es recht harzig ist. Die Wohlwerkspfähle werden nicht stark beschwert, und dürfen daher nicht so fest eingetrieben werden, wie etwa die Postpfähle. Es kommt vielmehr nur darauf an, daß sie tief genug im Boden stecken, um dem Seitendruck der Erde widerstehen zu können, und da sie in dieser Beziehung noch durch die Erdanker gehalten werden, so genügt es im Allgemeinen, wenn sie auf ihre halbe Länge eingerammt werden. Bei besonders festem Grunde oder bei einer starken Verankerung ist indessen auch dieses nicht nöthig, im entgegengegesetzten Falle müssen sie aber noch tiefer herabreichen. Hiernach läßt sich die nöthige Länge der Pfähle beurtheilen; ihre Stärke wird zum Theil durch den Seitendruck der Erde bedingt, dem sie widerstehen müssen. Man würde indessen die Dauer des Baues außerordentlich beeinträchtigen, wenn man den Querschnitt hiernach allein abmessen wollte, denn die Fäulniß, welche besonders etwas über dem gewöhnlichen Wasserstande eintritt, vermindert von Jahr zu Jahr diesen Querschnitt und sonach muß die Erneuerung der Pfähle um so früher eintreten, je schwächer sie ursprünglich gewählt wurden. Hiernach hängt auch die Frage zusammen, ob man das Stammende oder

das Wipfelende des Pfahles nach unten kehren soll; der Pfahl muß nämlich diejenige Stellung erhalten, wobei sein Querschnitt an der Stelle, welche am stärksten der Fäulniß ausgesetzt ist, der größte wird, und dieses geschieht fast immer, wenn man das Wipfelende nach unten kehrt. Man hat freilich für Wohlwerkspfähle häufig die entgegengesetzte Stellung empfohlen, theils um sie vor einem Abbrechen in der Oberfläche des Grundes um so sicherer zu schützen, und theils auch, um sie der Gefahr zu entziehen, daß sie durch das Eis nicht so leicht gehoben werden. Beide Rücksichten sind aber sehr untergeordnet, da ein Bruch in der erwähnten Art wohl nie erfolgt, und eben so wenig ein Wohlwerk, das mit Erde gehörig hinterfüllt ist, durch das Eis gehoben werden kann.

Ferner entsteht die Frage, ob die Wohlwerkspfähle wenigstens in dem obern sichtbar bleibenden Theile beschlagen sein sollen; jedenfalls ist diese Arbeit, nachdem die Pfähle eingerammt sind, sehr viel schwieriger und wenn daher das Beschlagen überhaupt stattfinden muß, so kann es nur vorher erfolgen. Die Rammarbeit wird alsdann aber wegen der erforderlichen, viel größeren Genauigkeit auch viel mühsamer und bei unregelmäßigem Grunde ist es dennoch unmöglich, zu verhindern, daß die Pfähle sich nicht merklich drehen. Dabei darf man es auch nicht übersehen, daß durch das Beschlagen der Querschnitt des Holzes sehr bedeutend und wenigstens um den fünften Theil verringert wird. Hiernach scheint dieses Verfahren im Allgemeinen keineswegs empfehlenswerth, und es dürfte wohl vorzuziehen sein, eine aufgesetzte Wand zu wählen, falls es Bedingung ist, dem Wohlwerke ein recht regelmäßiges Aeußere zu geben. In den meisten Fällen ist dieser Umstand indessen von untergeordneter Wichtigkeit, und dieses um so mehr, als sich manche andere sehr augenfällige Beschädigungen doch nicht vermeiden lassen; wenn man aber nur die möglichste Solidität beachten will, so ist es jedenfalls viel angemessener, Rundholz zu verwenden, und an den Pfählen, nachdem sie bereits gesetzt sind, die innere Seite, wogegen die Wohlwand sich lehnt, in einer Flucht, die sich der ganzen Pfahlreihe anschließt, zu beschlagen. Wenn die Pfähle auf eine größere Länge freistehen, so lassen sie sich freilich, nachdem sie gerammt sind, noch einigermaßen richten, und dadurch kann man die Köpfe der beschlagenen Pfähle wieder in eine gerade Linie bringen und manche Unregelmäßigkeiten, die beim Eintammen vorkamen, wieder aufheben, dieses Verfahren beeinträchtigt indessen die Solidität des ganzen Baues sehr wesentlich, denn jeder Pfahl, den man vor- oder zurückgezogen hat, behält die Tendenz, seine frühere Stellung wieder einzunehmen, und wenn er hieran durch die Verzapfung im Holme verhindert wird, so übt er einen fortwährenden Druck aus, und bei einem etwaigen starken Stöße durch ein gegenfahrendes Schiff, oder wenn der Holm bei eintrittender Fäulniß seine frühere Festigkeit verliert, so sprengt der Pfahl die Backe des Zapfentochs ab, oder er spaltet den ganzen Holm und tritt dann wieder so weit vor die Pfahlreihe vor, wie er ursprünglich stand.

Die Entfernung der einzelnen Pfähle von einander richtet sich nach der Stärke der Bohlen, die man zur Verschalung wählt; letztere sind gewöhnlich 3 oder 4 Zoll stark und alsdann werden die Pfähle ziemlich allgemein in einem Abstände von 4 Fuß von Mitte zu Mitte eingerammt. Man giebt ihnen auch gewöhnlich eine starke Neigung, damit sie dem Erddrucke um so besser Widerstand leisten können.

Um die Wohlwerkspfähle unter einander zu verbinden und das Ausweichen eines einzelnen zu verhindern, versteht man sie gewöhnlich mit einem Holme, worin sie eben so, wie die Ständer einer Holzwand, in das Rahmstück verzapft und mit hölzernen Nägeln vernagelt werden. Der Holm sichert dabei die Pfahlköpfe vor dem Eintreten des Regenwassers und es ist aus diesem Grunde auch nothwendig, daß die Zapfen nicht ganz hindurchreichen. Damit aber das Regenwasser auf dem Holme nicht zu stark sich ansammeln und in das Holz leicht eindringen kann, so wird seine Oberfläche nach beiden Seiten abgefaßt, so daß sich in der Mitte nur ein schmaler Rücken bildet, der oft in eine scharfe Kante übergeht. Außerdem pflegt man den Holm, nachdem er vollständig ausgetrocknet ist, noch zu theeren und auch wohl mit Hammerschlag oder Sand zu bestreuen.

Wenn der Holm aus mehreren Balken zusammengesetzt

wird, so geschieht dieses gewöhnlich nur durch ein stumpfes Zusammenstoßen und dieses ist bei einem Bau, der so vielfältigen Beschädigungen ausgesetzt ist, wie ein Bohlwerk, auch wohl immer das Zweckmäßigste, wenn man freilich dabei nicht vermeiden kann, daß sich das Wasser durch die senkrechte Fuge hindurch in den Pfahl hineinzieht. Man bringt andererseits aber auch zuweilen eine Verblattung und zwar das schräge Hakenblatt an; dieses bildet, so lange das Holz noch unverfärbt ist, ohne Zweifel eine festere Verbindung, sobald aber der genaue Schluß durch die allmählig eintretende Fäulniß verschwindet, so verbreiten sich die Beschädigungen wieder viel leichter. Der Stoß muß übrigens in jedem Falle über die Mitte eines Bohlwerkspfahles treffen und zur Hervorbringung einer innigeren Verbindung sind noch eiserne Schienen, die man mit starken Nägeln oder mit Klammern befestigt, sehr wichtig; doch müssen dieselben einen halben oder wenigstens einen Drittelsoll stark und 2 oder $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, eben so, wie auch die Nägel, 6 bis 9 Zoll lang sein, wenn sie eine gehörige Verbindung darstellen sollen. Man kann diese Schienen auf der oberen Fläche des Holmes anbringen; indem alsdann aber das Wasser zwischen dem Eisen und dem Holze länger zurückgehalten wird, veranlaßt dasselbe hier leicht Fäulniß, und es ist daher vortheilhafter, die Schienen auf die Seitenfläche des Holmes zu bringen, und zwar möchte es einen Vorzug haben, hierzu die innere, von den Bohlen bedeckte Seite zu wählen, indem alsdann weder die Schiffe dagegen stoßen können, noch auch eine Entwendung derselben so leicht möglich ist.

F. 962. zeigt ein niedriges Bohlwerk, bei dem der Holm in der beschriebenen Art angeordnet ist, dabei findet nur die Abweichung statt, daß die Schiene, welche sonst nicht sichtbar gewesen wäre, sich auf der äußeren Seite befindet.

Die beschriebene Verbindung zwischen den Pfählen und dem Holme ist keineswegs als besonders fest anzusehen, man muß daher in allen Fällen, wo ein Herabwerfen des Holmes, etwa durch den Gegenstoß von Schiffen, zu besorgen ist, denselben noch auf andere Art und namentlich durch übergelegte Bügel zu halten suchen, wovon im Folgenden die Rede sein wird. Wenn man indessen auch keine Beschädigungen der Art befürchtet, so ist die Verbindung immer nicht so fest, daß ein stärkerer Druck, den ein Pfahl erleidet, sich ganz sicher auf die nächststehenden übertragen könnte und sonach das Abbrechen eines einzelnen unmöglich wäre. Es ist schon erwähnt worden, daß die Backen von den Zapfenlöchern des Holmes unter gewissen Umständen auspringen, und dieses kann auch im vorliegenden Falle leicht geschehen, da keineswegs die ganze Stärke des Holmes hier in Anspruch genommen wird, sondern nur ein kleiner Theil des Querschnittes den Zapfen des Pfahles zurückhalten soll. Aus diesen Gründen ist eine Anordnung, wie sie

F. 963. zeigt, die man bei kleineren Bohlwerken in Holland häufig sieht, sehr angemessen. Statt des Holmes werden nämlich zwei Jangen angebracht, welche die Bohlwerkspfähle umfassen, und deren Verbindung mit Schraubenbolzen eine weit größere Sicherheit der ganzen Wand gewährt.

F. 964. ist der Querschnitt eines höheren Bohlwerks, dieses ist nach demselben Princip angeordnet; es fehlt dabei nur die innere Jange, und die äußere, gegen welche alle Pfähle wieder gebolzt sind, vertritt zugleich die Stelle der Ankerriegel. Hierbei sind die Pfahlköpfe nicht durch Holme bedeckt, wohl aber kann man durch aufgenagelte Bretstücke, wie dieses in letzterem Falle auch geschehen ist, das Eintreten des Wassers verhindern. Eine zu große Vorsicht ist aber in dieser Beziehung ganz überflüssig, da derselbe Pfahl oder Ständer weiter abwärts doch nicht vor Fäulniß geschützt werden kann, und es sonach ziemlich gleichgültig ist, ob bei der notwendigen Erneuerung desselben eine andere Stelle gleichfalls bereits schadhast geworden ist, oder diese sich noch in gutem Zustande befindet. Häufig geschieht es auch, wie

F. 965. zeigt, daß außer dem fortlaufenden Ankerriegel noch ein Holm angebracht ist. Diese Figur stellt ein Bohlwerk mit aufgesetzter Wand vor, das der Verfasser in Utrecht sah.

Gegen die beschriebene Pfahlwand oder gegen die aufgesetzte Wand lehnt sich die Verthaltung oder die Bohlwand; sie besteht gewöhnlich aus drei- oder vierzölligen Bohlen, die horizontal an die Pfähle oder Ständer genagelt sind. Zu diesem Zwecke müssen die Pfähle an der inneren Seite nach der Schnur behauen werden oder wenn sie schon früher behauen waren, so

müssen ihre inneren Seiten in eine Ebene fallen. Die Stöße der Bohlen treffen wieder jedesmal auf die Mitte eines Pfahles, und dürfen nicht mehrere Stöße unmittelbar über einander vorkommen. Das Annageln der Bohlen ist in sofern nöthig, als sie sonst nicht regelmäßig aufgebracht werden können; sobald das Bohlwerk aber hinterfällt, so preßt der Seitendruck der Erde die Bohlen schon gegen die Pfähle und es ist daher keine Veranlassung vorhanden, diese Befestigung besonders stark zu machen. Gewöhnlich werden die Bohlen an den Stößen mit eisernen und außerdem gegen jeden andern Pfahl mit einem hölzernen Nagel befestigt. Um in den Lagerfugen einen gehörigen Schluß darzustellen, versteht man die Bohlen zuweilen mit einer halben Spundung, oder man schmiegt sie schräg ab, jedoch in beiden Fällen so, daß die Fuge an der äußeren Seite aufwärts gerichtet ist. Auf solche Art kann man freilich das Durchfallen der Hinterfüllungserde verhindern, allein die scharfen Kanten oder der geschwächte Rand der Bohle fault auch um so früher, und daher erscheint es angemessener, wenn man die Bohlen, nachdem sie recht gerade gehobelt sind, nur stumpf über einander legt. Ein starkes Hindurchfallen der Hinterfüllungserde darf man für die über dem Wasser liegenden Fugen nicht besorgen, besonders wenn die Erde etwas thonhaltig ist; dagegen treiben durch die Fugen, welche gerade vom Wellenschlage getroffen werden, leicht große Massen hindurch, und man muß daher sehr sorgfältig sein, diese möglichst zu schließen. Dieses geschieht am leichtesten und wohlfeilsten, indem man von innen schlechte Dielen darüber nagelt. Hierzu eignen sich noch sehr gut die aus dem Sägeblocke geschnittenen äußeren Dielen, und da sie nur die Fugen verdecken sollen, so brauchen sie auch nur wenige Zoll breit zu sein, und sonach kann man diese Dielen noch ein oder zweimal nach ihrer Breite spalten, und dadurch die Kosten derselben ermäßigen.

Die Bohlwand ist derjenige Theil des Bohlwerks, der am schnellsten vergeht und daher am frühesten einer Reparatur bedarf, besonders zeigen diejenigen Gänge, die etwas über den gewöhnlichen Sommerwasserstand treffen, sehr bald Spuren der Fäulniß. Sie leiden nicht nur durch die abwechselnde Nässe und Trockenheit von außen, sondern noch mehr durch die feuchte Erde von innen, die, wenn sie unrein ist, zum Entstehen und zur starken Verbreitung des Schwammes Gelegenheit giebt. Indem nun aber gerade an den untern Bohlen die Reparaturen am schwierigsten auszuführen sind, so ist es angemessen, sie dadurch zu verstärken, daß man statt ihrer sechs- zölliges Halbholz oder schwaches Balkenholz wählt.

Indem die Bohlwerke ohne Fangedämme und ohne Wasserwältigung erbaut werden, so läßt sich die Bohlwand nur bis zu dem Wasserpiegel herabführen und es entsteht die Frage, wie man den untern Theil der Feller zwischen den Pfählen schließen soll, wenn das Bohlwerk in tieferem Wasser ausgeführt wird. Am sichersten geschieht dieses mittelst einer Spundwand oder auch wohl einer Stülpwand, auf deren Fangedämme der untere Gang der Bohlwand ruht. Zuweilen läßt man aber auch die Spundwand gleich bis zur ganzen Höhe des Bohlwerks heraufreichen. Fig. 963 zeigt eine Anordnung dieser Art, doch ist dieselbe im Allgemeinen gewiß nicht zu empfehlen, indem die Fäulniß im Holze, die sich immer zuerst in einer bestimmten Höhe zeigt, hier nicht mehr einzelne, sondern vielmehr die sämmtlichen Bohlen trifft, und sonach eine Reparatur nicht anders vorgenommen werden kann, als durch Erneuerung des ganzen Bohlwerks. Im ersten Falle, wo nämlich die Bohlen horizontal gegen die Pfähle genagelt sind, erstreckt sich die stärkste Beschädigung nur auf einen oder zwei Gänge, und man braucht sonach bei der ersten Reparatur nur diese zu erneuern.

Die Spundwände gehören immer zu den kostbareren Anlagen und man wird dieselben daher nur da anwenden, wo sie sich nicht vermeiden lassen; dieses ist namentlich der Fall, wenn eine große Wassertiefe, etwa von 8 oder mehr Fuß, unmittelbar vor dem Bohlwerke stattfindet, und besonders auch, wenn eine starke Strömung vorbei geht, die ein tiefes Auslocken befürchten läßt. Kommen diese Umstände nicht vor, so ist die Spundwand und selbst die Stülpwand entbehrlich, man bringt aber die untern Gänge der Bohlwand in ähnlicher Art unter das Wasser, wie dieses bereits bei Gelegenheit der Fangedämme beschrieben ist. Fig. 962 A zeigt dieses Verfahren. Nachdem

nämlich die Pfahlwand mit dem Holm versehen ist, so baggert man an der innern Seite derselben einen Graben aus, der so tief sein muß, als möglicherweise die Auskolkungen neben dem Bohlwerke sich erstrecken können. Alsdann bildet man eine Tafel aus Bohlen von solcher Höhe, daß dieselbe von der Sohle des Grabens bis über das Wasser reicht; das letzte ist notwendig, damit man sie mit einigen Nägeln wagerecht befestigen kann. Ist dieses geschehen, so fällt man den Graben von der innern so wie auch von der äußern Seite wieder gehörig aus und führt den übrigen Theil der Bohlwand in der beschriebenen Art bis zur vollen Höhe herauf.

Die Beschaffenheit des Hinterfüllungs-Materials ist keineswegs gleichgültig, denn nicht nur, daß die feineren und wenig zusammenhängenden Erdarten leicht durch die Fugen gespült werden, so kommt es auch darauf an, daß die Erde nicht etwa die Fäulniß und die Bildung des Schwammes befördert. In beiden Beziehungen ist gewiß eine feste Thonerde oder ein gut bindender Lehm sehr brauchbar und derselbe wird daher häufig unmittelbar hinter den Bohlen aufgebracht; man giebt diesen Wänden zuweilen die Stärke von mehreren Fuß und alsdann ist ihr Nutzen auch gewiß nicht zu verkennen, doch häufig reducirt man sie, der Kostenersparung wegen, auf einige Zolle, wodurch sie fast ganz nutzlos werden. Was die Sicherung des Holzes gegen Fäulniß und Schwamm betrifft, so besigt der Thon wohl keine besondern Eigenschaften, die ihn vor den sonst vorkommenden rein mineralischen Erden auszeichnen; der Verfasser hat wenigstens bemerkt, daß eine Sandschüttung sich mindestens eben so vortheilhaft zeigt, und daß diejenigen Uferbefestigungen, welche Jahrzehnte hindurch mit Sand verdeckt waren, sobald sie wieder zum Vorschein kamen, keine Spur von Fäulniß bemerken ließen, wohl aber war in der Höhe, wohin sich abwechselnd die Feuchtigkeit gezogen hatte, die weichere Holzmasse zwischen den Jahresringen stark angegriffen und zum Theil zerstört, mit Rücksicht auf die Länge der Zeit hatte das Holz sich aber sehr gut erhalten. Hiernach dürfte der reine Kiesand, und eben so auch wohl jede beliebige Mischung mit Thon, dem reinen Thone nicht nachstehen. Dagegen sind die vegetabilischen und animalischen Stoffe, und besonders wenn sie sich schon in Humus verwandelt haben, sehr nachtheilig; wo sie die Bohlen berühren, bildet sich gleich der Schwamm aus, der in weit ausgedehnten Ranken und unter den verschiedensten Formen alle Theile des Bohlwerkes, so weit sie über Wasser liegen, durchzieht und ihre Zerstörung außerordentlich beschleunigt. Man muß sich daher besonders hüten, eine Erde, welche in dieser Art verunreinigt ist, an das Bohlwerk zu bringen, und es ist sogar keine übertriebene Vorsicht, wenn man Hobelspäne und sonstige Stoffe, die bald in Fäulniß übergehen, sorgfältig entfernt.

Was dagegen das Durchfallen der Erde zwischen den Bohlen betrifft, so wird durch die horizontalen Fugen weder der trockne noch der nasse Sand hindurchbringen, und nur in dem Falle, daß sich bedeutende Wassermassen durchziehen, reißt diese die Sandkörner mit sich. Der übelste Umstand ist hierbei aber, wie bereits erwähnt worden, der Wellenschlag, der eine ununterbrochene Durchströmung erzeugt, die um so heftiger wird, je größere Oeffnungen sich im Innern bilden. In dieser Beziehung leistet die Thonwand auch keinen dauernden Widerstand, sie wird aber freilich das Einstürzen der Hinterfüllungs-erde um so länger verhindern, je stärker sie ist. Wenn daher das Bohlwerk einem heftigen Wellenschlage ausgesetzt ist, so lassen sich weder die Fugen hinreichend dichten, noch auch kann die Hinterfüllungs-erde gegen ein starkes Einstürzen gesichert werden. Das einzige Mittel dagegen besteht darin, daß man in der ganzen Höhe, welche von den Wellen erreicht wird, statt der Hinterfüllung eine regelmäßige Verpackung von Steinen ohne Anwendung eines feineren Materials anbringt; auf diese legt man einen dicht schließenden Bohlenboden, worauf alsdann die gewöhnliche Ausfüllung mit Erde kommt. Dieses Verfahren ist indessen nicht nur in der ersten Anlage sehr kostbar, sondern es erschwert auch jede vorzunehmende Reparatur, aber nichts desto weniger sieht man sich zuweilen dazu gezwungen, und namentlich geschieht dieses bei den vorspringenden Ecken der Bohlwerke, welche etwa den Uebergang zu einer flachen Steinböschung bilden. An den Flüssen oder Strömen des Binnenlandes wird eine solche Vorsicht wohl immer überflüssig sein.

Wenn die Bohlwerkspfähle etwa auf 8 Fuß Länge oder darüber freistehen, oder wenn der Boden, in welchem sie eingezammt sind, besonders lose ist, so können sie leicht durch den Druck der Hinterfüllungs-erde herausgedrängt oder übergebogen werden; man muß sie alsdann durch Erdanker unterstützen; wenn das Bohlwerk aber durch eine aufgesetzte Wand gebildet wird, so dürfen die letzteren auch bei einer geringeren Höhe des Bohlwerkes nicht fehlen. Es wäre kaum zu erwähnen, daß die Verankerung die nöthige Festigkeit haben muß, um den Druck der Erde sicher aufzuheben; diese Bemerkung rechtfertigt sich aber dadurch, daß man nicht selten und namentlich, wenn der Bau auf Entreprise ausgeführt wird, gerade auf diesen Theil, der durch die Ueberschüttung mit Erde sehr bald dem Auge entzogen wird, die mindeste Sorgfalt verwendet. Es schadet gewiß nichts, wenn man zu den Ankerbalken und Riegeln und selbst zu den Ankerpfählen krümmgewachsenes Holz benützt, aber keineswegs dürfen diese Theile aus angefaulten oder solchen Stämmen zugerichtet werden, die durch langes Liegen an der Luft oder im Wasser ihre Festigkeit schon verloren haben, auch ist es ganz unzulässig, Stücke stark über den Spahn zu schneiden. Und ist der Fall vorgekommen, daß alle Anker in der hölzernen Kammerwand einer Schleuse zerissen und die nähere Untersuchung ergab, daß die Ankerbalken aus krummen Eichenstämmen so ausgeschnitten waren, daß keine einzige Holzfasern in der ganzen Länge eines Ankers hindurchging.

Es entsteht hierbei zunächst die Frage, in welcher Höhe die Erdanker angebracht werden sollen. Da man denselben keine absolut festen Stützpunkte geben kann, und sie daher um so leichter nachgeben, je stärker der Zug ist, dem sie ausgesetzt sind, so ist es im allgemeinen gewiß vortheilhaft, wenn sie möglichst hoch den Pfahl fassen. Indem nämlich der Bohlwerkspfehl mit dem untern Ende im Boden steckt, so kann man ihn als einen einarmigen Hebel ansehen, dessen Drehpunkt etwa in der Mitte des in der Erde befindlichen Theiles liegt; der Seitendruck der Hinterfüllungs-erde bildet die Last und der Zug des Erdankers die Kraft, welche das Gleichgewicht erhalten soll. Auf solche Art ist das statische Moment gegeben, und der erforderliche Zug verhält sich umgekehrt, wie die Entfernung des Angriffspunktes von dem Drehpunkte. Es scheint dieses die angemessenste Auffassung der Aufgabe zu sein, man hat sie indessen sonst unter einem ganz verschiedenen Gesichtspunkte gelöst, und die Voraussetzung eingeführt, daß die Tendenz zum Zerbrechen des Pfahles oberhalb und unterhalb des Ankers gleich groß ist. Auf diese Art kommt man zu dem Resultate, daß das Erdanker in der halben Höhe des freistehenden Theiles angebracht werden muß, dabei ist aber noch die Voraussetzung gemacht, daß der Pfahl im Boden ganz feststeht und er bei einer eintretenden Bewegung in der Oberfläche desselben abgebrochen werden muß. Es darf kaum erwähnt werden, daß diese Bedingungen in der Wirklichkeit nicht vorkommen, auch möchte es wohl wenige Beispiele dafür geben, daß verankerte Bohlwerkspfähle durch den Erddruck abgebrochen wären, wogegen ein Nachgeben der Anker sich sehr häufig zeigt. Man kann indessen im vorliegenden Falle sich durch solche Gründe, die aus der Statik entnommen sind, nicht allein leiten lassen. Der ganze Bohlwerksbau wird ohne Senkung des Wassers in der Baugrube ausgeführt, daher ist es unmöglich, das Anker unter das niedrigste Wasser zu legen, und andererseits muß es auch von der Hinterfüllungs-erde bedeckt bleiben, weil es sonst den äußeren Beschädigungen zu sehr ausgesetzt wäre. Durch diese Bedingung wird in vielen Fällen die Wahl der Höhe schon auf sehr nahe Grenzen beschränkt, sobald man aber noch eine andere Bedingung einführt, nämlich daß der Ankerbalken nebst Riegel und Ankerpfählen möglichst vor Fäulniß geschützt bleiben sollen, so muß man alle Theile in die stets nasse Erde nahe über dem niedrigsten Wasser bringen. Die letzte Rücksicht ist mit sehr seltenen Ausnahmen die wichtigste, denn welche Construction man auch wählen mag, so hängt die Wirkbarkeit der Verankerung immer davon ab, daß das Holz fest bleibt; fängt es an zu verrotten oder zu faulen, so drücken sich sogleich die Theile in einander, die Nägel und Klammern stellen keine feste Verbindung mehr dar, und das Anker giebt nach, wodurch es seinen ganzen Zweck verfehlt.

Ein anderer Umstand, der für die Verankerung sehr wichtig ist, bezieht sich darauf, daß die Pfähle, welche den festen Stütz-

punkt bilden sollen, nicht in der frisch aufgeschütteten Hinterfüllungserde, sondern in einem gehörig festgelagerten Boden eingerammt werden müssen, weil sie nur in diesem Falle den nöthigen Widerstand leisten können. Auf solche Art hängt die Länge des Ankerbalkens und eben so auch die der Ankerpfähle von der Beschaffenheit des Ufers ab. Endlich wäre bei der Angabe der allgemeinen Bedingungen auch noch zu erwähnen, daß die Erdanker wenigstens an beiden Enden gehörig unterstützt werden müssen, weil sie sonst an dem allgemeinen Segen der Hinterfüllungserde Theil nehmen und die eisernen Bügel oder Bolzen, womit sie gegen die Bohlwerkspfähle befestigt sind, brechen. Man bemerkt es sehr häufig, wie die erwähnten Eisenstücke sich durchweg gebogen haben, und bei näherer Untersuchung zeigen sich auch vielfache Risse und vollständige Brüche darin, so daß eine Verankerung, welche in dieser Beziehung nicht gehörig gesichert ist, auch keine Festigkeit hat.

Die Verankerung kann auf sehr verschiedene Art bewirkt werden; der Ankerbalken faßt entweder unmittelbar einen einzigen Bohlwerkspfahl, oder passender, einen Balken, der als Zange vor allen Pfählen vorbeigeht und an jeden einzelnen angebolzt ist. Fig. 964 zeigt die letzte Anordnung; der Ankerbalken liegt mit seinem Kopfe auf der Zange und ist in dieselbe verkrämmt. Auf solche Art ist er nicht nur selbst gehörig unterstützt, sondern es erstreckt sich auch seine Wirksamkeit gleichmäßig auf die sämtlichen benachbarten Pfähle. Das Vortreten des Balkenkopfes und selbst der Zange vor der äußeren Fläche der Pfahlwand ist indessen, wenn größere Schiffe am Bohlwerke liegen sollen, für dieselben leicht nachtheilig, und die vorsehenden Köpfe können leicht abgebrochen werden. Man wählt daher zuweilen eine etwas abgeänderte Einrichtung, die Fig. 965 zeigt. Wir müssen aber bemerken, daß eben bei dem Bohlwerke in Utrecht, welches diese Figur darstellt, die sämtlichen Köpfe der Ankerbalken in der Richtung des durchgehenden Schraubenbolzens gespalten waren. Im Ufer waren je zwei Ankerpfähle eingerammt, gegen welche ein kurzer Nagel sich stützte, und auf letzteren war das hintere Ende des Ankerbalkens verkrämmt. Diese Befestigungsart ist die gewöhnliche, und gewiß verdient sie wegen ihrer Solidität vor den meisten übrigen den Vorzug.

F. 966. stellt eine Verankerung vor, die Hagen in Antwerpen bei einem Bohlwerke an der Schelde anbringen sah, welches etwa 15 Fuß über das niedrige Wasser sich erhob. Der Abstand der Pfähle betrug 5 Fuß und ein Pfahl um den andern war verankert. Die Zange liegt hier auf der inneren Seite der Bohlwerkspfähle, und zwei Ankerbalken umfassen den Pfahl; sie sind mit demselben nicht nur durch einen herumreichenden Bügel, sondern auch durch einen Bolzen verbunden. Rückwärts ruhen beide Ankerbalken auf einem Nagel, in den sie verkrämmt und verbolzt sind, und ein einziger Ankerpfahl genügt zur Stützung des Nagels.

Statt die Ankerbalken auf die Nagel zu verkrämmen, pflegt man auch zuweilen die ersteren zu durchlöchern und den letzteren hindurchzustecken, wie dieses

F. 967. zeigt. Diese Anordnung erscheint in sofern nicht unpassend, als man bei einer keilförmigen Form des Nagels durch starkes Eintreiben desselben die ganze Verankerung gleich gehörig spannen kann, so daß bei der darauf folgenden Hinterfüllung mit Erde jede Bewegung des Bohlwerkes verhindert wird; nichts desto weniger muß man doch Bedenken tragen, mittelst dieses sehr dünnen Nagels den Zug des Ankerbalkens auf die Pfähle zu übertragen, indem derselbe für die Dauer nicht die nöthige Festigkeit erwarten läßt, besonders wenn nach einigen Jahren das an sich schon schwache Holz noch durch Fäulniß leidet. Eben so wenig kann die in

F. 968. dargestellte unmittelbare Verbindung des Ankerbalkens mit dem Ankerpfahle gebilligt werden, denn der durchgehende und verkeilte Zapfen, der hierzu dienen soll, ist gleichfalls zu schwach, um die nöthige Sicherheit zu versprechen. Die in

F. 969. angegebene Befestigungsart des Ankerbalkens, welche sich durch eine Verstrebung der Ankerpfähle von den beschriebenen unterscheidet, ist zwar auch für gewöhnliche Bohlwerke vorgeschlagen worden, doch läßt sie sich selten ausführen, wenn man nicht das Anker weit über den Wasserspiegel vorlegen will. Dagegen ist diese Anordnung für Wände von hölzernen Schleusen passender, weil bei deren Ausführung die Baugrube trocken gelegt

wird, und sonach die untern Enden der Streben unter dem niedrigsten Wasserstande auf die Stützpfähle aufgeklaubt werden können.

In den drei letztewähnten Figuren sind solche Verbindungen dargestellt, wobei die Köpfe der Ankerbalken nicht gehörig unterstützt sind und sonach eine Senkung eintreten muß. Man kann freilich den Balken noch auf der Bohlwand ruhen lassen, wie Fig. 967 zeigt; doch erhält er dadurch auch keine sehr sichere Unterstützung, und außerdem vermeidet man es auch gern, die Bohlwand zu durchschneiden, woher gewöhnlich der Ankerbalken nur bis an sie heranreicht, aber nicht hindurchgeht.

In Fig. 968 u. 969 sind die Ankerbalken mit den Bohlwerkspfählen durch eiserne Bügel verbunden, in Fig. 967 dagegen durch Schraubenbolzen. Beide Verbindungsarten kommen vor, die letztere ist wohlfeiler, weil man weniger Eisen dabei gebraucht und sie gewährt auch noch den Vortheil, daß man durch scharfes Anziehen der Schraubenmutter gleich einige Spannung hervor bringen und solche auch später wieder darstellen kann. Die vorsehenden Schraubenbolzen sind aber für die Schiffe sehr nachtheilig, und indem die Muttern leicht gelöst und entwendet werden, so ist der Bügel im Allgemeinen vorzuziehen. Da das Eisen, welches der Witterung ausgesetzt ist, bald durch den Rost zu leiden pflegt, so muß man dem Ankerbügel eine hinreichende Stärke, nämlich von einem halben oder wenigstens von einem Drittel-Zoll geben, die Breite desselben beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll, und er muß so lang sein, daß er auf jeder Seite wenigstens auf $1\frac{1}{2}$ Fuß Länge den Ankerbalken berührt. Auf solche Art ist die Beschaffung der Bügel zwar etwas kostbar, doch läßt sich dieses nicht vermeiden, wenn die ganze Verankerung nicht ihren Zweck verfehlen soll. Wenn man aber starkes Eisen anwendet, so zeigt sich bei späteren Neubauten noch der große Vortheil, daß die Bügel zum Theil unbeschädigt sind und sogleich wieder gebraucht werden können. Das Aufbringen der starken Bügel ist insofern schwierig, als sie sich genau an die Pfähle anschließen müssen; sind die Pfähle regelmäßig beschlagen, so läßt sich dieses leichter erreichen, doch müssen die Kanten im Holze vorher gebrochen sein, weil sich sonst in den scharfen Biegungen des Bügels schwache Stellen bilden würden. Wenn dagegen die Pfähle aus Rundholz bestehen, wobei häufig der Umfang des Querschnittes sehr bedeutend von der Kreisform abweicht, so ist es am zweckmäßigsten, daß man mit einer bleiernen Schiene, die man um den Pfahl und das vordere Ende des Ankerbalkens herumlegt, die Form des Bügels abnimmt und letzterer danach geschmiedet wird. Man bestreicht den Bügel, bevor er noch erkaltet ist, mit Theer, wodurch er etwas gegen den Rost gesichert ist. Zur Befestigung des Bügels dienen Nägel und eiserne Klammern, dieselben müssen aber gehörig stark sein und mindestens die Länge von etwa 6 Zollen haben.

In

F. 970. ist eine Klammer und die Art ihrer Befestigung dargestellt. Zweckmäßiger ist es indessen, statt der Klammern an beiden Enden des Bügels einen Schraubenbolzen hindurchzuziehen. Die Befestigung des Bügels gegen den Bohlwerkspfahl ist nicht nur überflüssig, sondern sogar nachtheilig, indem dadurch eine Schwächung gerade an der Stelle eintreten würde, wo ein Bruch immer am meisten zu befürchten ist. Was über die nöthige Stärke und Länge des Bügels gesagt ist, gilt auch von der Schiene, die mit dem in Fig. 967 dargestellten Schraubenbolzen verbunden ist.

Nachdem die Haupttheile eines Bohlwerkes beschrieben sind, ist es noch nöthig, von manchen seltener vorkommenden Eigenschaften zu sprechen, die in gewisser Beziehung zweckmäßig erscheinen und die daher unter Umständen auch Nachahmung verdienen.

Bélibor rühmt das Talent, welches der Director der Fortificationsarbeiten, Clement, für Anlagen dieser Art gehabt hat, und er theilt die Beschreibung und Zeichnung eines Bohlwerkes mit, das nach dem Plane desselben in Dänkirchen ausgeführt wurde.

F. 971. A u B stellt den Bau im Profile und in der Ansicht von oben dar. In der letzten Figur ist indessen der Holm abgenommen gedacht, um die Anordnung der Anker um so deutlicher zu zeigen. Es findet hier eine doppelte Verankerung statt, wie solche bei sehr hohen Bohlwerken auch häufig ge-

wählt wird, beide Reihen von Ankeren werden aber von denselben durchgehenden Ankerriegeln gehalten. Das Sacken der Ankerbalken ist nicht nur durch die gehörige Unterfügung derselben an beiden Enden verhindert, sondern sie ruhen außerdem noch auf je zwei Zwischenpfählen. Der Ankerriegel ist gleichfalls gehörig befestigt und zwar stehen die Ankerpfähle auch an seiner hintern Seite, so daß er nicht nur das Bohlwerk gegen den nach Außen gerichteten Seitendruck der Erde schützt, sondern auch gegen Stöße, die etwa durch den Wellenschlag oder das starke Anfahren von Schiffen verursacht werden, und wodurch die Wand zurückgedrängt werden könnte. Die letzte Vorsicht ist in Seehäfen keineswegs überflüssig. Eine Spundwand fehlt dem Bohlwerke, dagegen sind aber auf der innern Seite der Pfähle Faschinen verankert, welche das Durchfallen der Hinterfüllungserde gleichfalls verhindern. Hierdurch lassen sich zwar die Kosten sehr ansehnlich ermäßigen, es tritt dabei aber der Uebelstand ein, daß die Faschinen nach und nach stärker comprimirt werden, und daher die Hinterfüllungserde, in der ersten Zeit wenigstens, stark zu sacken pflegt. Endlich ist noch auf die 6 Fuß starke Thonwand hinter dem Bohlwerke aufmerksam zu machen.

An Orten, wo die Holzpreise niedrig sind, pflegt man Bohlwerke, die keine große Höhe haben, nur aus über einander gelegten Balken aufzuführen, welche, ohne eigentliche Bohlwerkspfähle, allein durch zahlreiche Anker gehalten werden. Diese Construction stimmt nahe überein mit den sogenannten Senkpfählen, die man eben sowohl bei Seeufer- und Hafenanbauten, wie auch als Regulirungswerke für Gebirgsflüsse anwendet.

F. 972. A u. B zeigt die Ueberschauung an der bisherigen Mündung der Weichsel neben Neufahrwasser und Weichselmünde. Die Balken ruhen auf einer alten, meist sehr unregelmäßig eingerammten Pfahlreihe und der untere Gang ist hierauf verzapft und mit hölzernen Nägeln befestigt, der Zwischenraum zwischen den Pfählen aber auf der innern Seite durch Faschinen ausgefüllt. Die einzelnen Balken liegen stumpf über einander und eben so sind sie auch an ihren Enden zusammen gestossen, sie werden aber gegen einander durch eine große Menge von Spizbolzen befestigt, die etwa 20 Zoll lang und $\frac{3}{4}$ Zoll stark sind, und die jeden einzelnen Balken in Abständen von 6 zu 6 Fuß mit dem zunächst darunter liegenden verbinden. Außerdem wird die Wand durch eine große Menge von Erdankern gehalten, die mit ihren Köpfen schwalbenschwanzförmig zwischen die Balken greifen und hinten auf einen gemeinschaftlichen durchgehenden Riegel aufgekämmt sind. Letzterer wird wieder durch Ankerpfähle gestützt. Die Anker liegen nach Maßgabe der Höhe der Wand in einer oder zwei, oder auch wohl in drei Reihen über einander und ihr Abstand in jeder Reihe beträgt 12 Fuß. Wenn ein solcher Bau einen Anlegeplatz für Schiffe bildet, so pflegt man noch in Abständen von 12 Fuß einzelne Kopfpfähle davor einzurammen, wodurch die Balkenwand vor dem unmittelbaren Aufstoßen der Schiffe gesichert wird. Obgleich diese Construction sehr kostbar ist, so gewährt sie doch auch bei vorkommenden Reparaturen den Vortheil, daß die Beschädigungen sich keineswegs auf die sämtlichen Verbandstücke erstrecken, sondern es zeigen sich solche vorzugsweise nur an denjenigen Balken, welche etwa einen Fuß über dem gewöhnlichen Sommerwasserstande liegen, es genügt daher, diese und vielleicht einige Anker durch neue zu ersetzen, während die übrigen Anker und Balken mehrmals wieder benützt werden können; auch die eisernen Bolzen halten sich sehr lange, so daß sie entweder ganz unbeschädigt sind, oder vor dem Wiedergebrauche nur gestreckt und mit einer Spitze versehen werden dürfen.

Die Kopfpfähle, von denen so eben die Rede war, bringt man zuweilen auch da an, wo das Bohlwerk schon mit einer vollständigen Pfahlreihe versehen ist, sie verdecken alsdann den Holm und die vor den Pfählen liegende Zange und gewähren jedenfalls den Schiffen während des Wellenschlages eine größere Sicherheit, während sie andrerseits auch das Bohlwerk vor solchen Beschädigungen schützen, welche beim Anlegen und Gegenstoßen der Seeschiffe sich leicht ereignen. Dazu kommt noch der Nutzen, den sie beim Eisgange haben, woher sie auch Eispfähle genannt werden. Wenn nämlich der Eisgang eintritt und große Schollen festen Eises vorbeitreiben, so werden die Bohlwerkspfähle dadurch stark beschädigt, das Eis wirkt wie eine Säge darauf und schneidet das Holz sehr regelmäßig

ein, so daß die am weitesten vorstehenden Pfähle auch am meisten leiden.

F. 973. zeigt den Querschnitt eines Bohlwerks, welches mit einer vollständigen Pfahlreihe und außerdem noch mit Kopfpfählen versehen ist.

Um ein Beispiel von der Verbindung der Spundwand mit dem Bohlwerke zu geben, wählen wir diejenige Construction, welche in dem Pillauer Hafen seit langer Zeit eingeführt ist, und welche wegen ihrer Einfachheit und Solidität wohl eine Erwähnung verdient. Das erwähnte Bohlwerk erhebt sich 6 bis 9 Fuß über den gewöhnlichen Wasserstand, und die beiden Hafendämme, die es umschließt, haben eine Tiefe von 6 bis 14 Fuß, doch kommt die größte Tiefe nicht unmittelbar neben den Bohlwerken vor, sie wird auch nur erhalten, um die Tragfähigkeit neuer Schiffe zu prüfen.

F. 974. A u. B zeigt das Bohlwerk im Querschnitt und in der Ansicht von oben, und zwar bezieht sich die in der ersten Figur angedeutete Erdböschung auf den Fall, daß das Bohlwerk an einer Stelle ausgeführt werden soll, wo bisher noch keine existirte, oder aber, daß es etwa zur Darstellung einer regelmäßigeren Fluchtlinie vor dem früheren herausgerückt wird.

Der Anfang des Baues wird mit dem Einrammen der Spundwand gemacht; unter den hier angenommenen Umständen kann dieses nicht ohne besondere Rüstung geschehen, auf welche die Ramme gestellt wird. Gegen diese Rüstpfähle lassen sich auch die Zwingen entweder unmittelbar befestigen, oder sie bieten doch wenigstens Gelegenheit, daß man dieselben entweder absteifen oder anziehen und sonach genau einstellen kann. Die Spundwand besteht aus 6 Zoll starken und 20 Fuß langen Pfählen; es muß angeführt werden, daß, wenn das Bohlwerk bei dem Umbau gegen die frühere Uferlinie zurückgezogen werden soll, alsdann nicht nur die Erde abgegraben und sämtliches Holz des alten Baues entfernt werden muß, sondern es erleichtert sich die Arbeit des Einrammens der Spundwand auch sehr bedeutend, wenn man in der Richtung derselben einen etwa 3 Fuß tiefen Graben durch Ausbaggern darstellt.

Die Spundwand kann ohne Nachtheil bei einem Wasserstande, der um 1 oder 2 Fuß den niedrigsten übertrifft, ausgeführt werden, sobald man aber den Bau fortsetzen und den Fachbaum auf die Spundwand aufbringen will, so darf dieses nur bei niedrigem Wasser geschehen. Doch auch in diesem Falle muß die Spundwand wenigstens 6 Zoll tief unter Wasser abgechnitten werden, damit der Fachbaum fortwährend, wenn auch nicht in seiner ganzen Höhe, doch wenigstens größtentheils unter Wasser bleibt. Es ist klar, daß ein Ausschneiden von Zapfen, die in den Fachbaum genau eingreifen, im vorliegenden Falle unterbleiben muß, und selbst die Darstellung einer ganz ebenen Oberfläche wäre nur mittelst einer Grundsäge möglich. Es kommt indessen hier auf eine große Sorgfalt weniger an, und da überhaupt nur in einer geringen Tiefe unter Wasser gearbeitet wird, so kann der Zimmermann mit der Querkant genau genug diese Arbeit verrichten. Zuerst wird von einer Rüstung und auf der andern Seite von einem Klotze aus die Spundwand mittelst einer Säge dicht über Wasser abgechnitten, um das beschwerliche Abhauen nicht auf eine zu große Höhe vornehmen zu dürfen. Sodann stellt sich der Zimmermann auf die Spundwand und haut einen Pfahl nach dem andern bis zur vorgeschriebenen Tiefe ab, indem er durch Aufsetzen des Zollstockes sich von der Regelmäßigkeit der Arbeit überzeugt. In dieser Art läßt sich ohne große Schwierigkeit, wenn das Wasser zufällig wachsen sollte, die Spundwand auch noch einen vollen Fuß unter dem Wasserspiegel abschneiden.

Demnachst kommt es darauf an, den Fachbaum aufzubringen. Der selbe muß aus einem recht festen und wo möglich auch recht starken Balken bestehen, er hat gewöhnlich eine Höhe und Breite von 15 Zoll. Der Fachbaum muß sich ferner genau an die Spundwand anschließen, damit letztere in ihm eine sichere Stütze gegen den Druck der Hinterfüllungserde findet; da die Spundwand aber, besonders bei unreinem und sehr festem Grunde, nicht so regelmäßig ausgeführt werden kann, daß die Ränder ihrer obern Fläche gerade Linien bilden, und vielmehr hierin häufig Abweichungen von mehreren Follen vorkommen, so muß die vortretende Wacke des Fachbaumes, wogegen sich eben die Spundwand lehnt, diese Abweichungen gleichfalls darstellen. Aus diesem Grunde ist es nicht mehr möglich, den

Fachbaum mit einer vollständigen Ruthe zu versehen, in welche die Spundwand in ihrer vollen Stärke eingreift, denn in diesem Falle würden die Backen an einer oder der andern Seite zu schwach ausfallen, und man muß sich vielmehr begnügen, nur eine Backe und zwar die äußere, darzustellen, auf die es in der That auch allein ankommt. Selbige muß aber überall mindestens 6 Zoll breit werden, wozu es nichts schadet, wenn der Fachbaum mit seiner innern Seite auch stellenweise mit der Spundwand bündig liegt.

Um die Abweichungen in der Richtung der Spundwand von der geraden Linie auf den Fachbaum zu übertragen, schnürt man auf der Oberfläche der ersten, nachdem sie, wie erwähnt worden, dicht über dem Wasser abgeseigt ist, die Mittellinie des Fachbaumes, oder eine andere damit parallele Linie, ab, und indem auf der Rüstung dicht daneben der Fachbaum, und zwar umgekehrt, liegt und die entsprechende Linie auf demselben gleichfalls abgeseigt ist, so überträgt man von Fuß zu Fuß die Abstände der äußeren Kante der Spundwand auf den letzteren und bezeichnet dadurch die innere Seite der Backe, an welche die Spundwand sich scharf anschließen muß. Während nunmehr das Holz neben der Backe auf 6 Zoll Tiefe ausgearbeitet wird, erfolgt gleichzeitig das erwähnte Abschneiden der Spundwand. Alsdann kann man den Fachbaum auflegen, doch ist es nothwendig, daß man ihn aufnagelt, um ihn vorläufig zu halten; zu diesem Zwecke wird er im Abstand von 12 zu 12 Fuß mit einem durchgehoberten Nagelloche versehen, und zwar muß dieses immer in die Mitte eines Spundpfahles treffen, was sich gleichzeitig beim Uebertragen der äußeren Fläche der Spundwand leicht bewirken läßt. Man bringt den Fachbaum zuerst ungefähr an seine Stelle, und da er schon vom Wasser gehoben wird und sonach nicht festliegt, so legt man einige Rüstbohlen vom Ufer aus darüber, und treibt ihn nun mit Schlägeln sowohl der Länge nach an den vorhergehenden Fachbaum, als auch seitwärts an die Spundwand scharf an, und setzt in die Bohrlöcher lange Nägel oder Spitzbohlen ein, die, wenn sie etwa 6 Zoll weit in die Spundpfähle greifen, den Fachbaum vorläufig hinreichend halten, selbst wenn er ganz unter Wasser liegen sollte. Wenn dieses geschehen ist, kann man mit der Hinterfüllung vorgehen und bis zum Wasserspiegel, oder auch wenig darüber, die Erdschüttung darstellen. Man erreicht dadurch nicht nur den Vortheil, daß man aller Rüstungen für den ferneren Bau entbehrt, sondern die frisch angeschüttete Erde wird auch durch die Aufstellung der Utensilien und Materialien und durch das Darübergehen der Arbeiter gleich stark comprimirt. Die Fachräume werden nur kumpf gegen einander gestoßen, doch ist es gut, sie durch eine von oben aufgenagelte Schiene zu verbinden.

Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auf den Fall, daß der Wasserstand während der Zeit des Neubaus sehr niedrig ist; dieses kommt natürlich nicht immer vor, und da man Unrecht thun würde, einen Bohlwerksbau abzubrechen und das Eintreten von kleinerem Wasser längere Zeit hindurch zu erwarten, so bleibt nichts anderes übrig, als bei der ersten Anlage einige Abänderungen eintreten zu lassen, die bei der nächsten Reparatur oder bei Gelegenheit der Erneuerung der Bohlwerkspfähle erst beseitigt werden. Andererseits kann es aber auch vorkommen, daß die ganze Spundwand sich bis zu der beabsichtigten Tiefe nicht einrammen läßt, und man sonach in die Verlegenheit kommt, sie durchweg um mehrere Fuß abzuschneiden, während dieser Theil doch wenigstens dieselbe Dauer verspricht, wie die Bohlwand, durch welche man ihn ersetzen will. In beiden Fällen schneidet man die Spundwand in der größten Höhe, die sie erhalten kann, horizontal ab, und befestigt daselbst mittelst Schraubenbolzen von der innern und äußern Seite ein Paar Zangen dagegen. Diese Zangen versehen die Stelle des Fachbaumes, wenn aber die Spundpfähle eine so überflüssige Länge erhalten haben sollten, daß sie die für das ganze Bohlwerk bestimmte Höhe erreichen, so ist es nöthig, einen Fachbaum darüber zu legen, damit das Hirnholz der Pfähle nicht der Witterung ausgesetzt bleibt, man braucht alsdann aber die Pfahlreihe davor mit keinem Holme zu versehen und die Pfähle nur gegen den Fachbaum zu bolzen. Hierher gehört auch der Fall, wenn wegen der geringen Wassertiefe keine Spundwand, sondern nur eine Stützwand gewählt wird; dieselbe ist nicht so stark, daß man einen Fachbaum darauf legen könnte; man schiebt also nur eine starke Bohle oder ein Stück Halbholz an ihrer

äußern Seite herab, welches den Seitendruck auf die Bohlwerkspfähle überträgt und worauf die Bohlwand ruht. Für alle diese Fälle muß aber noch bemerkt werden, daß man die Hinterfüllung mit Erde nicht viel über den gerade stattfindenden Wasserstand heraufführen darf, bis die Spundwand durch eine gehörig verbundene und verankerte Pfahlwand gestützt wird.

Für das Einrammen der Bohlwerkspfähle gewährt der Fachbaum eine große Erleichterung, denn nicht nur, daß auf demselben die vordere Schwelle der Ramme sehr sicher aufsteht und bequem verfahren werden kann, so dient er auch zugleich als Lehre beim Setzen und Rammen der Pfähle. Diese Pfähle bestehen in dem vorliegenden Falle aus eisernen, unbefschlagenen Stämmen von 33 Fuß Länge, die mit dem Wipfelende nach unten gekehrt sind; sie werden in dem Abstände von 4 zu 4 Fuß eingerammt, doch muß gleich dafür gesorgt werden, daß die stärksten und besten Stücke an die Erdanker treffen. Es läßt sich nicht vermeiden, daß auch die Bohlwerkspfähle aus der beabsichtigten Richtung zuweilen etwas abweichen, und besonders erfolgt dieses, wenn der Grund unrein oder sehr fest ist, oder auch, wenn die Pfähle nicht ganz gerade sind. Alsdann treffen ihre Köpfe nicht in die Richtung des Holmes, und es kommt sogar vor, daß sie nach der einen oder der andern Seite bis zu einem vollen Fuße ausweichen. Will man sich nicht entschließen, die Pfähle in solchem Falle auszuziehen und zu versuchen, ob andere vielleicht besser die beabsichtigte Richtung annehmen, so lassen sie sich, da sie ungefähr auf 20 Fuß feststehen, noch merklich überbiegen, sobald der gehörige Zug angewandt wird. Wenn sie sich zu sehr nach dem Ufer hinneigen, so darf man nur einen Baum als Treiblade schräg dagesellen und sein oberes Ende durch starkes Aufschlagen herabtreiben, wodurch sie zurückgebrängt werden. Im entgegengesetzten Falle aber, wenn sie sich nach außen gezogen haben, pflegen die Zimmerleute den Pfahl mittelst eines Taues zurückzuwinden. Es wird nämlich ein starkes Tau um den Pfahl und zugleich um einen Schiffshalter, oder einen sonstigen festen Gegenstand am Ufer geschlungen und zusammengeknüpft, so daß es eine lose Schlinge bildet, die beide umgibt. Sodann steckt man ungefähr in der Mitte einen Knebel durch die Schlinge, den man wie den Arm einer horizontalen Haspel umdreht, wodurch sich beide Theile des Taues um einander winden, und indem dabei eine Verkürzung eintritt, zieht man den Pfahl sehr kräftig gegen den festen Punkte hin. Ist auf solche Art der Pfahl weit genug herangezogen, so lehnt man den Knebel gegen den Boden oder befestigt ihn auf andere Art, und nunmehr kann man die Zapfen abschneiden und anschneiden und den Holm aufbringen. Hierbei wird indessen das Tauwerk so stark beschädigt, daß dieses Verfahren sich immer als sehr kostspielig herausstellt, und man darf es daher schon aus diesem Grunde nicht gestatten; andererseits ist aber auch schon früher erwähnt worden, daß solche Pfähle, die gewaltsam herübergehoben und alsdann im Holme befestigt werden, immer eine starke Tendenz behalten, ihre frühere Stellung wieder einzunehmen, wodurch sie zum Bruche des Holmes leicht Veranlassung geben. Diese Rücksichten waren Veranlassung, daß das Richten der Pfähle gar nicht mehr gestattet wurde. Während des Rammens sorgte man dafür, daß sie möglichst in der gehörigen Richtung blieben, und wenn ein etwas gekrümmter Pfahl aus derselben stark auszuweichen drohte, so wurde er herausgenommen und durch einen geraden ersetzt, aber sobald der Holm aufgebracht werden sollte, wurden alle Pfähle in derjenigen Stellung verzapft, die sie gerade erhalten hatten. Nachdem die Pfähle in der Oberfläche des 6 Zoll hohen Zapfens abgeschritten waren, wurde die Richtung des Holmes darauf abgeschritten. Es kam nie vor, daß sie nach der innern Seite so weit überstanden, daß die Verzäpfung Schwierigkeiten gemacht hätte, denn dieses verhinderte schon der Fachbaum der Spundwand, dagegen traten sie nach Außen sehr stark vor; alsdann konnten sie mit einem Blatzapfen am Holme vorbeigreifen und mittelst eiserner Bolzen daran gehörig befestigt werden. Fig. 974 C zeigt diese Anordnung.

Ueber die Befestigung und Zurichtung des Holmes ist nach dem, was bereits oben gesagt ist, nichts weiter zu erwähnen. Sobald die Pfähle aber auf solche Art unter einander verbunden waren, kam es darauf an, sie auf der innern Seite zu behauen, damit die Bohlwand in einer Ebene daran gelohnt und befestigt werden konnte. Hierbei zeigte sich nur in Rücksicht auf diejenigen Pfähle eine Schwierigkeit, welche zu weit nach Außen

vortraten; sie wurden gleichfalls behauen, so daß sich wenigstens eine 9 Zoll breite Fläche daran bildete; da diese aber gegen die äußere Fläche der Bohlenwand mehr oder weniger zurücktrat, so wurde eine eichene Bohle so bearbeitet, daß sie die Ungleichheit genau aufhob, und alsdann als Futter darüber genagelt. Die letzterwähnte Figur zeigt dieses gleichfalls.

Nunmehr mußte die Verankerung vorgenommen werden. Mit Rücksicht auf die oben erwähnten Bedingungen erhielten die Erdanker, die im Abstände von 12 Fuß angebracht wurden, ihre passendste Stelle unmittelbar auf dem Fachbaume der Spundwand, während sie mit den hinteren Enden auf der schon gehörig festgelagerten Erde ruhten, welche bei dem Bau nicht frisch angeschüttet war. Man grub in der letzteren so weit herab, als man wegen des Wasserstandes kommen konnte, und verlegte darauf den 6 Fuß langen Ankerriegel, der nicht eingeschnitten, sondern nur scharf behauen war, damit er überall kerniges Holz zeigte. Der Ankerbalken war dagegen, wie Fig. 974 D zeigt, 5 Zoll tief eingeschnitten, damit er den Riegel gehörig fassen konnte. Ein starker Spigbolzen, der unten mit Widerhaken versehen war, stellte zwischen beiden eine recht innige Verbindung dar; doch mußte, bevor das Anker verlegt wurde, noch dafür gesorgt werden, daß der Zug, der am verankerten Wohlwerkspfahle dargestellt werden sollte, auch auf den Fachbaum der Spundwand wirken konnte. Wenn daher dieser Pfahl sich nicht scharf dagegen lehnte, so wurde ein eichener Keil dazwischen getrieben. Ueber die Anlegung und Befestigung des eisernen Ankerbügels ist nur noch zu erwähnen, daß dasselbe nicht in der Mitte, sondern möglichst nahe an der unteren Seite des Ankerbalkens angebracht wurde; dieses geschah zum Theil, um die Nägel und Klammern da zu befestigen, wo das Holz immer recht naß blieb, andertheils und hauptsächlich aber, um den Balken, wie Fig. 974 D zeigt, oben noch auszuscheiden zu können, damit die unteren Gänge der Bohlenwand durch die Anker wenigstens nicht ganz unterbrochen würden. Wenn auf solche Art die Anker vollständig verlegt und verbunden waren, so erfolgte das Einrammen der Ankerpfähle; dieses waren gleichfalls unbeschlagene Kiefernpfähle von 12 Fuß Länge, sie waren jedoch an der Seite, wo sie sich gegen die Riegel lehnten, etwas gebogen, und indem man sie scharf dagegen stellte, brachten sie, indem sie eindringen, gemeinhin schon die erforderliche Spannung in der ganzen Verankerung hervor; war dieses aber nicht der Fall, so wurden breite Keile von Eichenholz noch zwischen die Ankerpfähle und die Riegel eingetrieben, wie Fig. 974 A und B zeigt. Dadurch wurde verhindert, daß nicht etwa während der Hinterfüllung des Wohlwerks dasselbe gleich etwas übergedrängt werden konnte.

Da die unteren Gänge der Bohlenwand gewöhnlich am ersten schadhast werden, und ihre Wiederherstellung wegen des tiefen Aufgrabens der Erde sehr schwierig ist, so wählte der Verfassers dazu Haltholz von 6 Zoll Stärke, und nur oben wurden vierzöllige und sogar dreizöllige, kieferne Bohlen benutzt. Die Fugen ließ er stets mit gespaltenen, schlechten Dielen benageln, und außerdem mußten die Fugen neben den Anker und über dem Fachbaume durch angepaßte Keisten gehörig gedichtet werden. Auch ist zu erwähnen, daß der Kopf der Anker, so weit dieses wegen der Bügel möglich war, schwalbenschwanzförmig zugeschnitten wurde, damit die untere, stark ausgeschnittene Bohle hier noch eine sichere Haltung behielt.

Wenn man zu denjenigen Wohlwerkspfählen, die auf die Anker treffen, etwas stärkere Stämme aussucht, so ist es möglich, diese jedesmal mit Blatzapfen vor dem Holme vorbeigreifen zu lassen, und man befreit dadurch vollständig die Gefahr von einem Abheben der Holme. Sonst muß man aber durch übergelegte starke, eiserne Bügel die Holme sichern, und diese Bügel dienen alsdann auch zugleich, die oberen Gänge der Bohlenwand zu halten. Die letzte Rücksicht ist nicht unwichtig, denn man kann es nicht immer vermeiden, daß die Hinterfüllungserde sich etwas setzt, und alsdann sind die oberen Bohlen, wenn sie nur auf gewöhnliche Art befestigt wurden, leicht loszureißen; will man sie daher vor einer Entwendung schützen, so müssen sie noch besonders befestigt werden, und dazu dienen eben die Bügel, die bis zum zweiten oder dritten Gange herabreichen. Die Hinterfüllung des Wohlwerks mit Erde geschieht in der Art, wie oben erwähnt worden, und nachdem der Holm gehörig ausgetrocknet ist, wird derselbe getheert.

In Betreff der Verankerung der Wohlwerkspfähle ist noch

zu bemerken, daß dieselbe zuweilen auch im entgegengesetzten Sinne wirken muß. Wenn nämlich Seeschiffe gegen das Wohlwerk gelegt werden, so läßt es sich nicht vermeiden, daß solche in einzelnen Fällen mit Heftigkeit anstoßen, und besonders geschieht dieses häufig beim Einsegeln der Schiffe, wenn ihre Geschwindigkeit nicht in dem Maße vermindert werden kann, daß die Berührung ganz leise erfolgt. Für das Schiff, welches eine feste Verbindung in seinen Theilen hat, pflegt ein solches Aufstoßen ohne allen Nachtheil zu sein; bei dem Wohlwerke dagegen werden alsdann die Pfähle zugleich mit der Verkleidung und den Erdankern zurückgedrängt, und wenn dabei auch kein Bruch erfolgt, so wird doch die Hinterfüllungserde stark aufgelockert und beim nächsten Wellenschlage um so leichter vom durchdringenden Wasser fortgeschwemmt. Diesem Uebelstande läßt sich sehr sicher begegnen, wenn man nach

F. 975. an jedem Erdanker noch einen dritten Pfahl, und zwar vor dem Kopfe desselben, anbringt, der gleichfalls durch einen angeordneten Keil in gehörige Spannung gegen den Ankerbalken gesetzt wird.

Die hölzernen Uferbefestigungen haben zuweilen nicht mehr den Zweck, die Hinterfüllungserde zurückzuhalten, und dienen alsdann nur zum bequemen Anlegen der Schiffe. In diesem Falle bilden sie nicht eigentliche Wohlwerke, sondern Ladebrücken. Behufs der Flußschiffahrt werden sie selten ausgeführt, da die gewöhnlichen Uferschaltungen ihre Stelle vertreten, und gemeinhin ist die Böschung des Ufers hinreichend steil, daß die Flußschiffe von geringer Eintauchung so nahe gelegt werden können, daß mittelst einer leichten Ueberbrückung aus Bohlen die Verbindung darzustellen ist, und auf diese Art das Ein- und Ausladen erfolgen kann. Anders verhält es sich aber mit den Seeschiffen, deren großer Tiefgang eine solche Annäherung nicht gestattet; das Beladen und Lossen derselben erfolgt daher, wenn es überhaupt vom Lande und nicht etwa durch Lichterfahrzeuge geschieht, von besondern Ladebrücken aus, die in der Höhe der Uferstraße so weit herausgeführt sind, daß das Schiff unmittelbar davor liegen kann. Die gewöhnliche Construction derselben stimmt mit der der Wohlwerke sehr genau überein, wenn man den unteren Theil der letzteren vom obern getrennt denkt. Jener bildet die äußere Einfassung des Ufers und trägt eine aufgesetzte Wand, auf welcher die Ladebrücke aufliegt. Auf der Landseite ruht sie aber auf einem eigentlichen Wohlwerke, welches mit Erde hinterfüllt ist, jedoch zu keiner größeren Tiefe, als bis unter Wasser, herabreichen darf. Außerdem pflegt man noch Kopfpfähle vor die Ladebrücken zu stellen, damit das unmittelbare Gegenstoßen der Schiffe und noch mehr das Aufheben verhindert wird.

Die beschriebene Anordnung findet jedoch nur in dem Falle Anwendung, wenn der Wasserpiegel ziemlich unverändert bleibt; wenn derselbe aber durch den Einfluß der Ebbe und Fluth in kurzen Zwischenzeiten stark wechselt, so hat gewöhnlich der Strom in der Nähe des Ufers oder der Vorhafen bei niedrigem Wasser eine so geringe Tiefe, daß alsdann die Schiffe daselbst überhaupt nicht liegen können; es beschränkt sich daher die Benutzung der Ladebrücken auf die Zeit des Hochwassers. Dieser Umstand macht den Grundbau beinahe ganz entbehrlich; man kann das Ufer bis zum niedrigen Wasser abhöhlen, und braucht darauf nur einen Ueberbau zu stellen, der bis über das hohe Wasser heraufreicht, an welchem die Schiffe während dieser Zeit bequem liegen können. Als Beispiel einer solchen Construction ist in

F. 976. die Ladebrücke dargestellt, welche bei Grangemouth unfern der Mündung des Clyde-Canals, an den Ufern des Merbuisens Frith of Forth erbaut ist. Das Ufer ist mit ein- und einviertel-facher Anlage abgehöht; in der Entfernung von 19 Fuß von einander sind je zwei Schwellen darüber gestreckt und zwischen denselben sind verstreute Holzverbindungen, ähnlich den Brückenjochen, gestellt. Diese sind noch durch je drei Kreuzverbindungen gegenseitig verstrebt, und sie tragen mittelst leichter Sprengwerke die Brückenbalken, auf welchen der Belag mit dem Steinpflaster ruht. Damit die Schiffe aber nicht etwa unter einzelne Verbindungsstücke hinuntergreifen und dieselben abreißen oder den ganzen Bau heben können, findet an der vordern Fläche noch eine gitterförmige Verkleidung statt, und zwar wird dieselbe von außen durch vertical stehende, starke Bohlen gebildet. Die Einzelheiten der Anordnung ergeben sich aus der Zeichnung. Fig. 976 A zeigt den Bau von der Stromseite und zwar in der zweiten Hälfte, ohne die erwähnte Verkleidung; Fig. 976 B