



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Zimmerwerks-Baukunst in allen ihren Theilen

Romberg, Johann Andreas

Leipzig, 1847

Bohlwerke.

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

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 Kaufsumme 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 entgegengelegten 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. Hiernit 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 Fachedbaum 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 sämtlichen 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 Kiesel sand, und eben so auch wohl jede beliebige Mischung mit Thon, dem reinen Thone nicht nachsehen. 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 hindurchdringen, und nur in dem Falle, daß sich bedeutende Wassermassen durchziehen, reißt diese die Sandkörnerchen 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 Einsinken 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 Kiegeln und selbst zu den Ankerpfählen krümmengewachsenes 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 Kiegel 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 Wirklichkeit 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 Bohlwerkspfaß, 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 sämmtlichen 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 sämmtlichen 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 Bohlwerkspfaß 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 Ankern 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 Uferbefestigung 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 Pilsauer 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 abheben 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.

Demnächst 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 Utenstien 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 Wohlwerksbau 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 Wohlwerkspfähle 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 Bohlenwand, 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 Wohlwerk bestimmte Höhe erreichen, so ist es nöthig, einen Fachbaum darüber zu legen, damit das Hirnholz der Pfähle nicht der Witterung ausgesetzt bleibt, man brauche 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 Stülpwand 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 Wohlwerkspfähle überträgt und worauf die Bohlenwand 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 Wohlwerkspfähle 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 Wohlwerkspfähle 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 dagegenstellen 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 Verzapfung 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 Bohlenwand in einer Ebene daran geliebt 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 Wohlwerkspfähle 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 Kiefernspfähle 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 benützt. 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 Uferschalungen 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 letztern 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 Kopfspfähle 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